

AMPLIAMENTO CIMITERO URBANO
"BLOCCO I" - 1° stralcio

PROGETTO ESECUTIVO

FE 01	06/17	--		Moreschi	Gara
INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.

RELAZIONE SPECIALISTICA OPERE IN C.A.



COMMITTENTE

Comune di FERMO
via Mazzini, n°4 - 63900 Fermo

SCALA:

RELAZIONE:

B

PROGETTO:

Studio di ingegneria civile e idraulica - dott. ing. Enrico Gara

via Barcaglione n°1 - 60015 Falconara M.ma (AN) - tel. 071 910010 +39 335 7781984 email ingegneria@enricogara.191.it

Ottobre 2017

1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

L'intervento è così individuato:

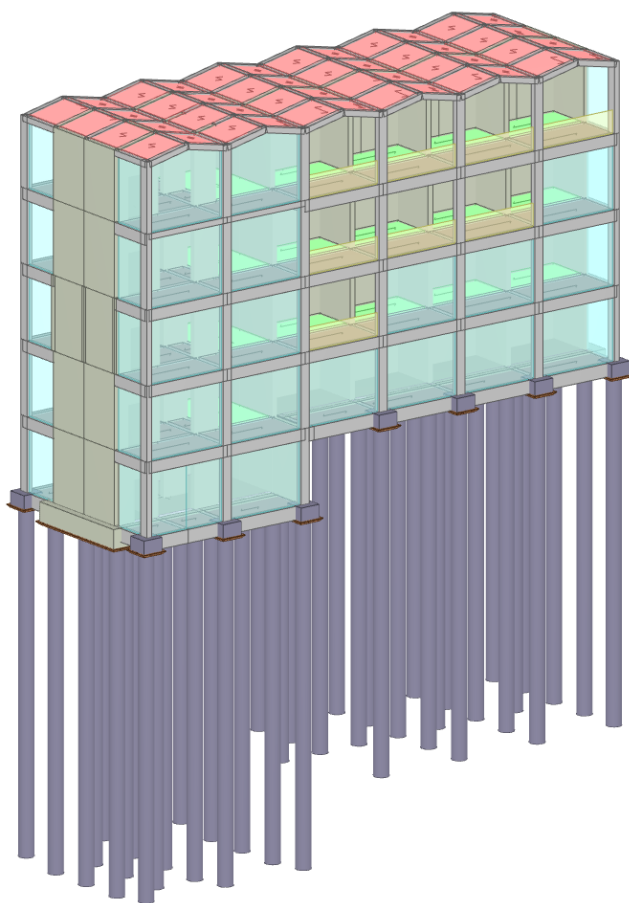
- Realizzazione delle opere di contenimento per l'esecuzione dei lavori di costruzione del nuovo edificio funerario palificate e tergo dello stesso;
- Sbiancamento dell'area di cantiere fino alla quota della prima fondazione;
- Realizzazione di paratia di pali in mezzzeria e successivo sbiancamento fino alla quota della fondazione inferiore;
- Costruzione del nuovo edificio funerario con struttura in c.a., denominato Lotto 1, adibito per alloggiamento di 640 loculi prefabbricati;
- Costruzione del nuovo edificio funerario con struttura in c.a., denominato Lotto 2, adibito per alloggiamento di 560 loculi prefabbricati;
- realizzazione delle opere di accesso all'edificio (scalinate e marciapiedi).
- Realizzazione di paratia di pali al piede della scarpata per contenimento della stessa e sistemazione del versante.

L'intera struttura si compone quindi di 2 strutture distinte, separate da un giunto di 20 cm.

Per praticità di calcolo le 2 strutture sono state modellate separatamente e di seguito vengono riportate due viste assonometriche contrapposte, allo scopo di consentire una migliore comprensione della struttura oggetto della presente relazione:

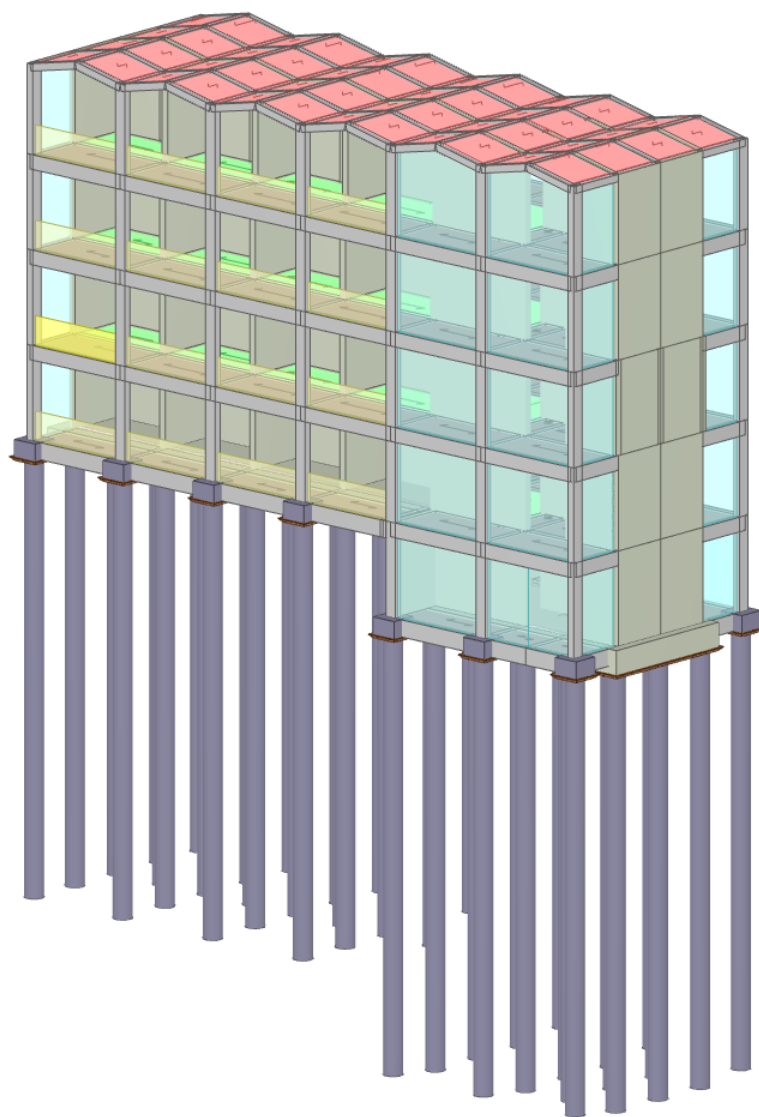
Vista Anteriore Lotto 1

La direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale $0, X, Y, Z$, ha versore $(1;1;-1)$



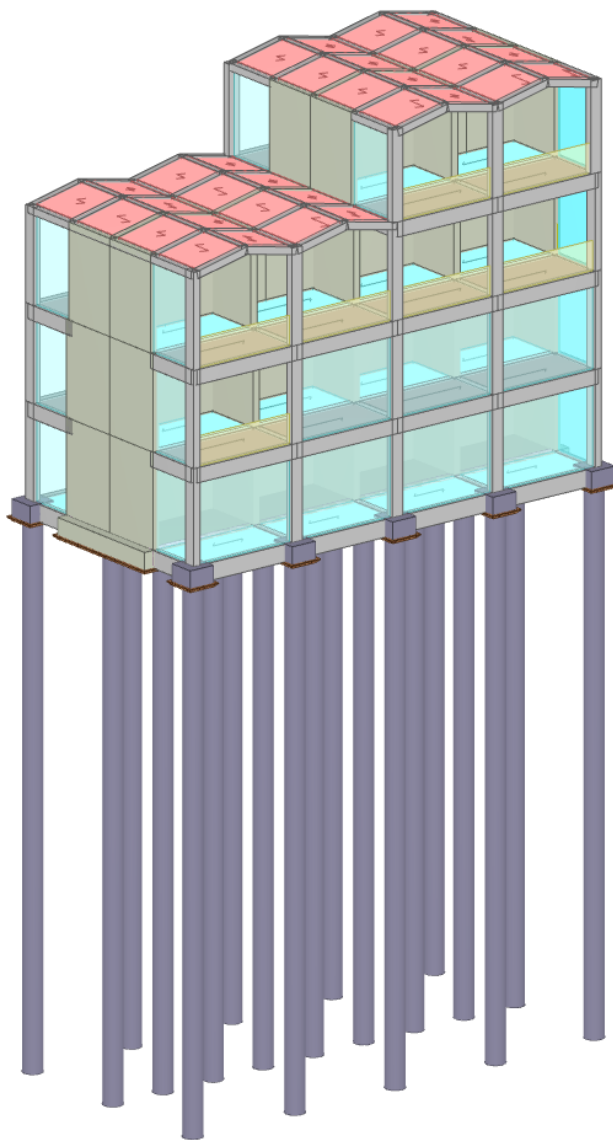
Vista Posteriore Lotto 1

La direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale $0, X, Y, Z$, ha versore $(-1; -1; -1)$



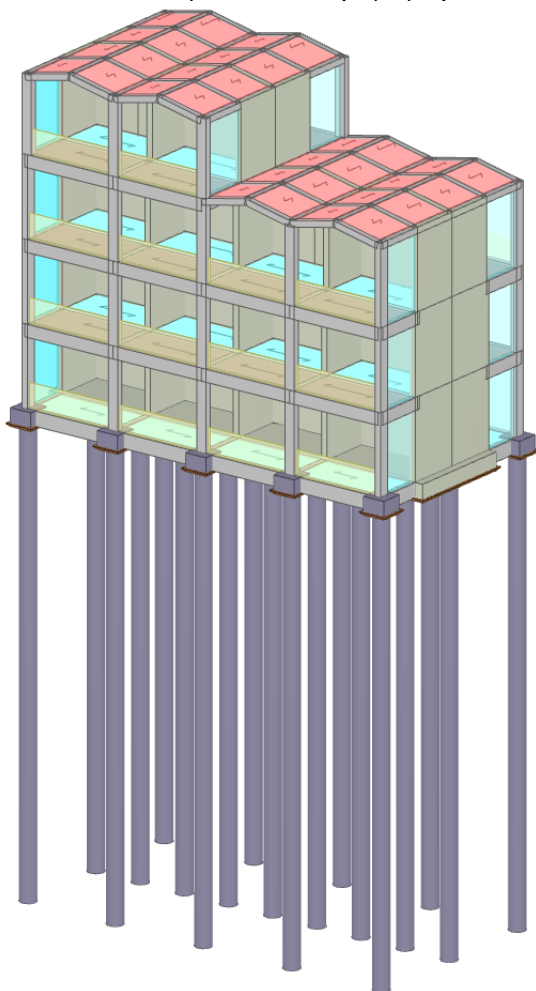
Vista Anteriore Lotto 2

La direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale $0, X, Y, Z$, ha versore $(1;1;-1)$



Vista Posteriore Lotto 2

La direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale $0, X, Y, Z$, ha versore $(-1; -1; -1)$



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"

Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

D. M. Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008 (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 - Suppl. Ord.)

"Norme tecniche per le Costruzioni"

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.)
"Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

3 MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali:

3.1 Calcestruzzo e acciaio

Calcestruzzo tipo C28/35 (Resistenza caratteristica $R_{ck} = 35.0 \text{ N/mm}^2$) armato con barre di acciaio ad adherenza migliorata tipo Acciaio B450C (Resistenza caratteristica $F_{yk} = 450.0 \text{ N/mm}^2$);

3.2 Inerti

Gli inerti naturali o di frantumazione devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso o quant'altro, in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature. La ghiaia ed il pietrisco devono essere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature oltre ad essere miscelato in proporzioni tali da rientrare nelle curve teoriche di Fuller. Il conglomerato cementizio sarà preconfezionato con aggregati di varie pezzature atte ad assicurare un assortimento granulometrico adeguato con diametro massimo dell'aggregato 32 mm e classe di consistenza S4.

3.3 Acqua

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) e non aggressiva. La quantità deve essere quella strettamente necessaria stechiometricamente e consentire una buona lavorabilità.

3.4 Armatura metallica

Le armature metalliche da porre in opera non devono essere ossidate, corrose o recanti difetti superficiali che ne menomino la resistenza o ricoperte di sostanze che possano ridurre l'aderenza al conglomerato.

3.5 Impasti

La distribuzione granulometrica degli inerti e la consistenza dell'impasto devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa del conglomerato. E' fatto obbligo dell'uso di martello vibrante e l'utilizzo di idonei distanziatori dell'armatura metallica dalle casseforme. Il quantitativo di acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. L'impiego di additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo per l'aggressività. L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei, il dosaggio eseguito con modalità atte a garantire la costanza di proporzionamento previsto in sede di progetto.

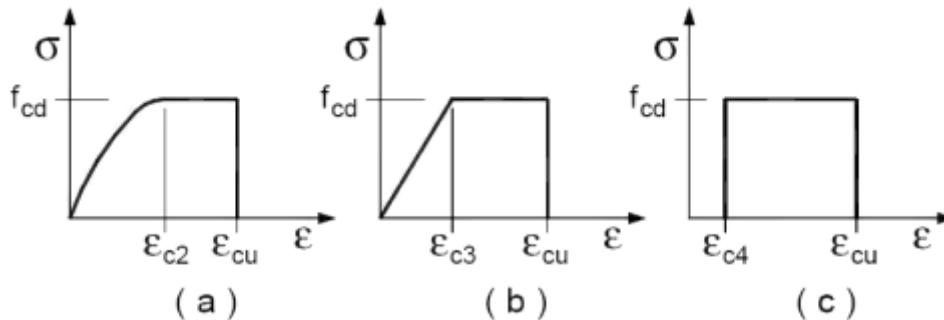
I valori dei parametri caratteristici dei suddetti materiali sono riportati nei tabulati di calcolo, nella relativa sezione. Per ciascuna classe di calcestruzzo impiegata sono riportati i valori di:

I valori dei parametri caratteristici dei suddetti materiali sono riportati nei **tabulati di calcolo**, nella relativa sezione.

Per ciascuna classe di calcestruzzo impiegata sono riportati i valori di:

- Resistenza di calcolo a trazione (f_{ctd})
- Resistenza a rottura per flessione (f_{ctm})
- Resistenza tangenziale di calcolo (σ_{Rd})
- Modulo elastico normale (E)
- Modulo elastico tangenziale (G)
- Coefficiente di sicurezza allo Stato Limite Ultimo del materiale (γ_c)
- Resistenza cubica caratteristica del materiale (R_{ck})
- Coefficiente di Omogeneizzazione
- Peso Specifico
- Coefficiente di dilatazione termica

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008; in particolare per le verifiche effettuate a pressoflessione retta e pressoflessione deviata è adottato il modello riportato in fig. (a).



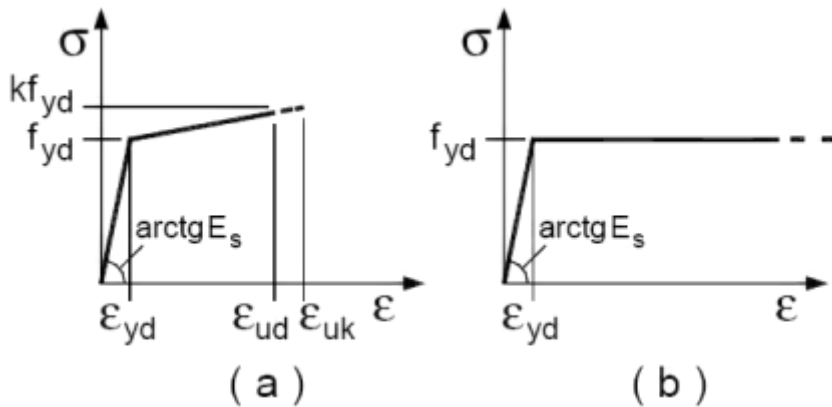
Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo.

La deformazione massima $\epsilon_{c \max}$ è assunta pari a 0.0035.

Per l'acciaio sono riportati i valori di:

- Tensione caratteristica di snervamento trazione (f_{yk})
- Modulo elastico normale (E)
- Modulo elastico tangenziale (G)
- Coefficiente di sicurezza allo Stato Limite Ultimo del materiale (γ_f)
- Peso Specifico
- Coefficiente di dilatazione termica

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.3 del D.M. 14 gennaio 2008; in particolare è adottato il modello elastico perfettamente plastico rappresentato in fig. (b).



La resistenza di calcolo è data da f_{yk} / γ_f . Il coefficiente di sicurezza γ_f si assume pari a 1.15.

Tutti i materiali impiegati dovranno essere comunque verificati con opportune prove di laboratorio secondo le prescrizioni della vigente Normativa.

3.6 Prelievo dei campioni

Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini. La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo. È obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, tutte le volte che variazioni di qualità e/o provenienza dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo. Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2002.

3.7 Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare. Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel controllo di tipo A. Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla tabella seguente:

Controllo di tipo A

$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5$$

$$R_m \geq R_{ck} + 3,5$$

(N° prelievi: 3)

dove:

R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm²);

R_1 = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm²);

s = scarto quadratico medio.

3.8 Controllo di tipo A

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

3.9 Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2003.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;

- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente rimossa dal costruttore, il quale deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori. Qualora gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si dovrà procedere ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero soddisfacenti si può dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.

I "controlli di accettazione" sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a controllarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai "controlli di accettazione".

4 TERRENO DI FONDAZIONE

Sulla base di quanto dettagliato nella relazione geologica dell'area di sito, si è proceduto alla progettazione della campagna di indagini geognostiche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal "volume significativo" dell'opera in esame.

4.1 Area di sedime

Il sito indagato rientra in un paesaggio collinare dalla morfologia morbida, localmente in corrispondenza di una leggera dorsale che individua una struttura morfologica di spartiacque dei bacini imbriferi dei fossi Valloscura e Rio Petronilla. L'area è collocata ad est dell'abitato di Fermo, in un settore caratterizzato da medio-intenso tessuto urbano a prevalente destinazione residenziale-abitativa (località Viale Trento).

In particolare, nel dettaglio, l'area di studio è prospiciente, verso est, alla perimetrazione su cui insiste il cimitero urbano e ne rappresenta, in previsione, una nuova estensione.

4.2 Prove effettuate

Al fine della determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni coinvolti nel "volume significativo" dell'opera in esame, sono state condotte delle prove geotecniche, riassunte nella relazione geologica.

Le indagini realizzate hanno permesso di ricostruire le seguenti stratigrafie per ognuna delle quali sono state definite le proprietà geotecniche dei singoli terreni coinvolti.

4.3 Idrogeologia

Non è stata riscontrata la presenza di falde acquifere a profondità di interesse relativamente al "volume significativo" investigato.

4.4 Problematiche riscontrate

Durante l'esecuzione delle prove e dall'elaborazione dei dati non sono emerse problematiche rilevanti alla realizzazione delle opere di fondazione.

Le indagini effettuate, mirate alla valutazione della velocità delle onde di taglio (V_{S30}) e/o del numero di colpi dello Standard Penetration Test (NSPT), permettono di classificare il profilo stratigrafico, ai fini della determinazione dell'azione sismica, di categoria **C** **[Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale**

miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s , 30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT, 30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_u$, $30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).].

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei tabulati di calcolo, nella relativa sezione. Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni geologica e geotecnica.

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA, MODELLAZIONE GEOTECNICA E PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

Le indagini effettuate, permettono di classificare il profilo stratigrafico, ai fini della determinazione dell'azione sismica, di categoria:

C [Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s , 30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_u$, $30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).], basandosi sulla valutazione della velocità delle onde di taglio (V_{s30}) e/o del numero di colpi dello Standard Penetration Test (N_{SPT}) e/o della resistenza non drenata equivalente ($c_{u,30}$).

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei seguenti paragrafi.

5.1 Prove effettuate e Caratterizzazione geotecnica

Al fine della determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni coinvolti nel "volume significativo" dell'opera in esame, sono state condotte delle prove geotecniche, riassunte nella relazione geologica.

Le indagini realizzate hanno permesso di ricostruire le seguenti stratigrafie per ognuna delle quali sono state definite le proprietà geotecniche dei singoli terreni coinvolti.

TERRENI

Terreni										
N _{TRN}	Y _T	K			Φ	C _u	c'	E _d	E _{cu}	A _{S-B}
		K _x	K _y	K _z						
	[N/m ³]	[N/cm ³]	[N/cm ³]	[N/cm ³]	[°]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Riporto eterogeneo										
T001	17.000	10	10	30	20	0,020	0,000	6	8	1,125
argille fratturate										
T002	19.000	8	8	8	20	0,040	0,020	6	16	1,125
Argille alterate										
T003	19.600	6	6	30	24	0,100	0,040	10	50	0,350
Argille compatte										
T004	19.900	60	60	300	27	0,250	0,040	10	125	0,350

LEGENDA:

N_{TRN}	Numero identificativo del terreno.
Y_T	Peso specifico del terreno.
K	Valori della costante di sottofondo del terreno nelle direzioni degli assi del riferimento globale X (K _x), Y (K _y), e Z (K _z).
Φ	Angolo di attrito del terreno.
C_u	Coesione non drenata.
c'	Coesione efficace.
E_d	Modulo edometrico.
E_{cu}	Modulo elastico in condizione non drenate.
A_{S-B}	Parametro "A" di Skempton-Bjerrum per pressioni interstiziali.

STRATIGRAFIE

Stratigrafie					
N _{TRN}	Q _i	Q _r	Cmp. S.	Add	ΔEd
	[m]	[m]			
[S001]-Riporto e formazione I° livello					
T001	3,90	-1,10	incoerente	sciolto	nulla
T002	-1,10	-3,10	coerente	denso	nulla
T003	-3,10	-7,10	coerente	denso	nulla
T004	-7,10	INF	incoerente	denso	nulla
[S002]-Riporto e formazione					
T001	0,00	-9,00	incoerente	sciolto	lineare
T002	-9,00	-11,00	coerente	denso	lineare
T003	-11,00	-15,00	coerente	denso	lineare
T004	-15,00	INF	coerente	denso	nulla

LEGENDA:

Stratigrafie

NTRN	Q_i	Q_f	Cmp. S.	Add	ΔEd
	[m]	[m]			

NTRN Numero identificativo della stratigrafia.

Q_i Quota iniziale dello strato (riferito alla quota iniziale della stratigrafia).

Q_f Quota finale dello strato (riferito alla quota iniziale della stratigrafia). INF = infinito (profondità dello strato finale).

Cmp. S. Comportamento dello strato.

Add Addensamento dello strato.

ΔEd Variazione con la profondità del modulo edometrico.

NB: Nel caso di fondazioni dirette con stratigrafia, il calcolo del carico limite (q_{lim}) viene fatto su un terreno "equivalente" con parametri geotecnici calcolati come media pesata degli strati compresi tra la quota del piano di posa e la quota della profondità "significativa" (stabilita come "Multiplo della dimensione Significativa della fondazione").

$$\text{Parametro "J"} = \frac{\sum_i^n [\text{Parametro "J"} (\text{strato, } i) \cdot \text{Spessore} (\text{strato, } i)]}{\text{Profondità significativa}}$$

con $i = 1, \dots, n$ (numero di strati compresi tra la quota del piano di posa e la quota della profondità significativa).

5.2 Idrogeologia

Non è stata riscontrata la presenza di falde acquifere a profondità di interesse relativamente al "volume significativo" investigato.

5.3 Problematiche riscontrate

Durante l'esecuzione delle prove e dall'elaborazione dei dati non sono emerse problematiche rilevanti alla realizzazione delle opere di fondazione.

6 MODELLAZIONE GEOTECNICA E PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

Le indagini effettuate, permettono di classificare il profilo stratigrafico, ai fini della determinazione dell'azione sismica, di categoria:

C [C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti], basandosi sulla valutazione della velocità delle onde di taglio (V_{S30}) e/o del numero di colpi dello Standard Penetration Test (N_{SPT}) e/o della resistenza non drenata equivalente ($c_{u,30}$).

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei seguenti paragrafi.

6.1 Modellazione geotecnica

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidezze offerte dai manufatti di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera / terreno.

6.2 Pericolosità sismica

Ai fini della pericolosità sismica sono stati analizzati i dati relativi alla sismicità dell'area di interesse e ad eventuali effetti di amplificazione stratigrafica e topografica. Si sono tenute in considerazione anche la classe dell'edificio e la vita nominale.

Per tale caratterizzazione si riportano di seguito i dati di pericolosità come da normativa:

DATI GENERALI ANALISI SISMICA

Dati generali analisi sismica

Ang	NV	CD	MP	Dir	TS	Eca	IrTmp	C.S.T.	RP	RH	ξ
[°]											
0	21	B	ca	X Y	[P] [P]	S	N	C	NO	NO	1

LEGENDA:

- Ang** Direzione di una componente dell'azione sismica rispetto all'asse X (sistema di riferimento globale); la seconda componente dell'azione sismica e' assunta con direzione ruotata di 90 gradi rispetto alla prima.
- NV** Nel caso di analisi dinamica, indica il numero di modi di vibrazione considerati.
- CD** Classe di duttilità: [A] = Alta - [B] = Bassa - [ND] = Non Dissipativa - [-] = Nessuna.
- MP** Tipo di struttura sismo-resistente prevalente: [ca] = calcestruzzo armato - [caOld] = calcestruzzo armato esistente - [muOld] = muratura esistente - [muNew] = muratura nuova - [muArm] = muratura armata - [ac] = acciaio.
- Dir** Direzione del sisma.
- TS** Tipologia della struttura:
Cemento armato: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T +C] = Telai a più campate - [P] = Pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti - [2P NC] = Due pareti per direzione non accoppiate - [P NC] = Pareti non accoppiate - [DT] = Deformabili torsionalmente - [PI] = Pendolo inverso;
Muratura: [P] = un solo piano - [PP] = più di un piano;
Acciaio: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T +C] = Telai a più campate - [CT] = controventi concentrici diagonale tesa - [CV] = controventi concentrici a V - [M] = mensola o pendolo inverso - [TT] = telaio con tamponature.
- Eca** Eccentricità accidentale: [S] = considerata come condizione di carico statica aggiuntiva - [N] = Considerata come incremento delle sollecitazioni.
- IrTmp** Per piani con distribuzione dei tamponamenti in pianta fortemente irregolare, l'eccentricità accidentale è stata incrementata di un fattore pari a 2: [SI] = Distribuzione tamponamenti irregolare fortemente - [NO] = Distribuzione tamponamenti regolare.
- C.S.** Categoria di sottosuolo: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m - [S1] = Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < C_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche - [S2] = Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.
- RP** Regolarità in pianta: [S] = Struttura regolare - [N] = Struttura non regolare.
- RH** Regolarità in altezza: [S] = Struttura regolare - [N] = Struttura non regolare.
- NOT** [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.
- E**

DATI GENERALI ANALISI SISMICA - FATTORI DI STRUTTURA**Fattori di struttura**

Dir. X			Dir. Y			Dir. Z	
q	α_u/α_1	K_w	q	α_u/α_1	K_w	q	
3,00	1,10	1,00	3,00	1,10	1,00	1,50	

LEGENDA:

- q** Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU (Fattore di struttura).
- α_u/α_1** Rapporto di sovraresistenza.
- K_w** Fattore di riduzione di q_0 .

Stato Limite	T_r	a_g/g	Amplif. Stratigrafica		F_0	T^*_c	T_B	T_c	T_D
			S_s	C_c					
	[t]					[s]	[s]	[s]	[s]
SLO	30	0,0495	1,500	1,601	2,424	0,278	0,149	0,446	1,798
SLD	50	0,0630	1,500	1,577	2,459	0,292	0,153	0,460	1,852
SLV	475	0,1825	1,430	1,535	2,464	0,316	0,162	0,485	2,330
SLC	975	0,2389	1,341	1,527	2,504	0,322	0,164	0,491	2,555

LEGENDA:

- T_r** Periodo di ritorno dell'azione sismica. [t] = anni.
- a_g/g** Coefficiente di accelerazione al suolo.
- S_s** Coefficienti di Amplificazione Stratigrafica allo SLO/SLD/SLV/SLC.
- C_c** Coefficienti di Amplificazione di T_c allo SLO/SLD/SLV/SLC.
- F_0** Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T^*_c** Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T_B** Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro di progetto.
- T_c** Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di progetto.

Stato Limite	T_r	a_g/g	Amplif. Stratigrafica S_s C_c	F_0	T^*_c	T_B	T_c	T_D
	[t]				[s]	[s]	[s]	[s]

T_0 Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro di progetto.

Cl Ed	V_N	V_R	Lat.	Long.	Q_g	CTop	CATop
	[t]	[t]	[°ssdc]	[°ssdc]	[m]		
2	50	50	43.1743	13.7394	121	T1	1,00

LEGENDA:

Cl Ed Classe dell'edificio.

Lat. Latitudine geografica del sito.

Long. Longitudine geografica del sito.

Q_g Altitudine geografica del sito.

CTop Categoria topografica (Vedi NOTE).

CATop Coefficiente di amplificazione topografica.

NOTE [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.

Categoria topografica.

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

T2: Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.

T3: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$.

T4: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.

7 SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE

La tipologia delle opere di fondazione sono consone alle caratteristiche meccaniche del terreno definite in base ai risultati delle indagini geognostiche.

Nel caso in esame, la struttura di fondazione è costituita da:

- fondazioni indirette di tipo a pali

8 MODALITA' COSTRUTTIVE

Sono state preventivamente sottoposte all'Ufficio Tecnico del Comune le fasi di esecuzione dei lavori in riferimento alle sezioni dell'area interessata dalla nuova costruzione e sono state fatte rilevare alcune previsioni di opere necessarie per la realizzazione e il completamento dell'edificio funerario individuato come "blocco I"; in particolare sono state proposte le opere di contenimento e bonifica del terreno a monte ed a valle del blocco I, nonché opere di contenimento al piede del versante per una migliore e maggiore fruizione dell'edificio.

9 VERIFICHE DI SICUREZZA

Nelle verifiche allo stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'**Approccio 2** come definito al p. 2.6.1 del DM 14/01/2008, attraverso la combinazione **A1+M1+R3**. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del DM 14/01/2008.

Tabella 1 - **Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni** [DM 14/01/2008]

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	A1 (STR)	A2 (GEO)
---------	---------	---	----------	----------

Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	1,00	1,00
	Sfavorevole		1,30	1,00
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0,00	0,00
	Sfavorevole		1,50	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,00	0,00
	Sfavorevole		1,50	1,30

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella 6.2.II del DM 14/01/2008.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno [EN 1997-1:2005 (EC7)]

PARAMETRO GEOTECNICO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	M1	M2
Angolo di attrito	$\tan \phi_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Coesione non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,00	1,00

Per le fondazioni su pali, i valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.II del DM 14/01/2008.

Per le varie tipologie di fondazioni sono di seguito elencate le metodologie ed i modelli usati per il calcolo del carico limite ed i risultati di tale calcolo.

9.1 Carico limite per i pali

Calcolo del carico limite verticale

Per il calcolo del carico limite verticale viene adottato il metodo dell'equilibrio limite in base al quale il carico limite verticale q_{lim} è dato dalla somma della resistenza laterale P_l e della resistenza alla punta P_p :

$$q_{lim} = P_p + P_l$$

Stimando il carico limite sia in condizione drenate che non drenate è fondamentale nella stratigrafia il comportamento del singolo strato (coerente/incoerente).

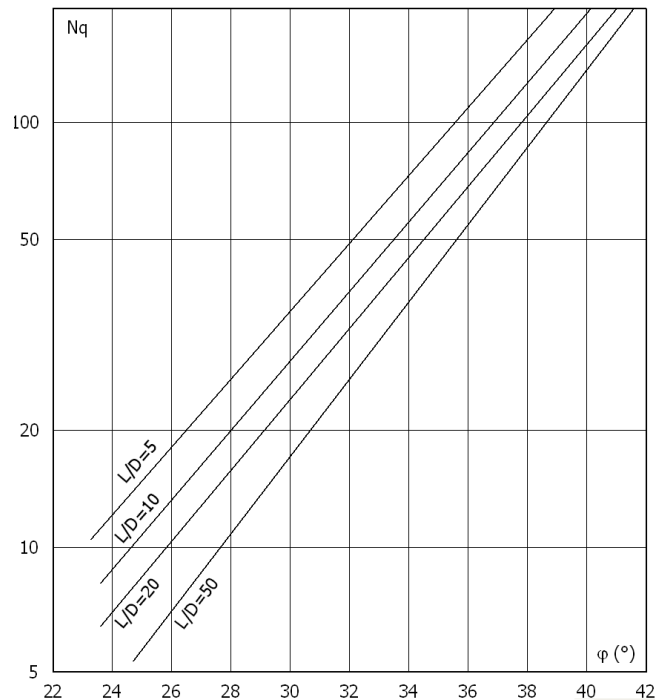
In particolare se uno strato è stato dichiarato incoerente il suo contributo al carico limite viene sempre valutato in condizioni drenate a prescindere dal metodo di calcolo richiesto (drenato/non drenato).

La resistenza alla punta P_p si calcola con la seguente formula:

$$P_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot (c \cdot N_c + q \cdot N_q)$$

dove:

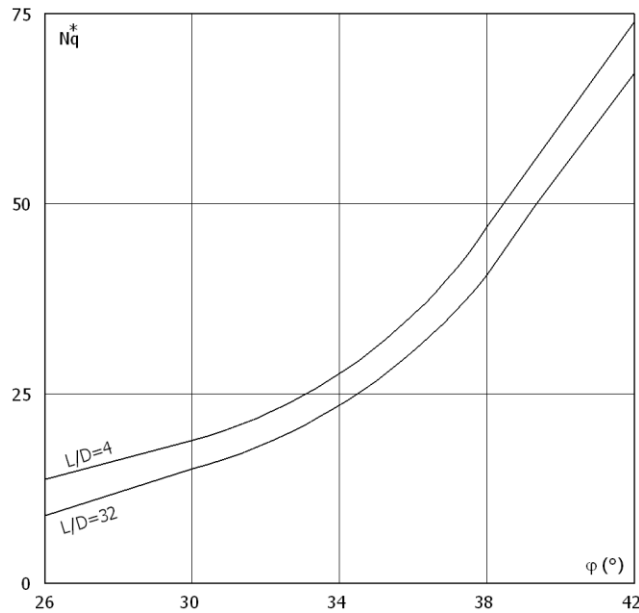
- per la determinazione dei valori di N_q vengono usati i grafici di Berezantzev $N_q = N_q(L/D; \Phi)$ in cui L è la lunghezza del palo, D è il diametro e Φ è l'angolo di attrito;
- $N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \Phi$;
- c è la coesione;
- q è la pressione litostatica alla punta del palo.



Nel calcolo della resistenza alla punta si fa distinzione tra condizioni drenate e non drenate. In caso di **condizioni drenate** si assume $c=c'$ (coesione efficace) e q calcolata per pressioni effettive. In **condizioni non drenate** si assume $q = q_{\text{tot}}$ (pressione totale), $c=c_u$ (coesione non drenata), $\phi=0$ e $N_c=9$.

Se lo strato in cui arriva il palo è stato dichiarato coerente la stima della resistenza alla punta viene fatta in condizioni drenate o non drenate a seconda del metodo di calcolo richiesto. Viceversa, se lo strato in cui arriva il palo è stato dichiarato incoerente la stima della resistenza alla punta viene fatta sempre in condizioni drenate indipendentemente dal tipo di calcolo richiesto (drenato o non drenato).

La portanza viene valutata portando in conto che la resistenza alla punta di un palo si mobilita per determinati valori di cedimento proporzionali al diametro del palo. Pertanto, viene fatta la distinzione fra pali di medio e grande diametro (>80 cm), per i quali la resistenza alla punta non viene mobilitata se non dopo un cedimento che può essere notevole (in tal caso si utilizza un valore di N_q^* ridotto rispetto a N_q).



Per il calcolo della resistenza laterale si usa invece la formula:

$$P_l = \pi \cdot D \cdot L \cdot s$$

in cui s è la somma di un termine di adesione a indipendente dalla tensione normale (orizzontale σ_h) e da un termine attritivo dipendente da quest'ultima e dalla tecnologia con cui viene realizzato il palo (battuto, trivellato, ...):

$$s = a + \sigma_h \cdot \mu$$

con μ dipendente dalla scabrezza dell'interfaccia palo/terreno.

Anche per il calcolo della resistenza laterale si distingue tra condizioni drenate e non drenate. In **condizioni drenate** si assume $a = 0$, pertanto, $s = \sigma_h \cdot \mu$ (con $\mu = A \cdot \tan \phi$, dove A è il coefficiente riduttivo relativo all'attrito palo-terreno). In **condizioni non drenate** si assume che l'adesione sia un'aliquota della coesione non drenata, per cui $a = \alpha \cdot c_u$ con α dipendente dalla tecnologia esecutiva del palo stesso.

In caso di terreni stratificati la resistenza laterale è la somma delle resistenze offerte dai singoli strati, calcolate a seconda della tipologia del terreno (coerente/incoerente).

Pertanto, il calcolo del palo in condizioni non drenate, per gli strati coerenti il contributo alla portanza laterale del singolo strato viene stimato in funzione della coesione non drenata, mentre per gli strati incoerenti in funzione dell'attrito.

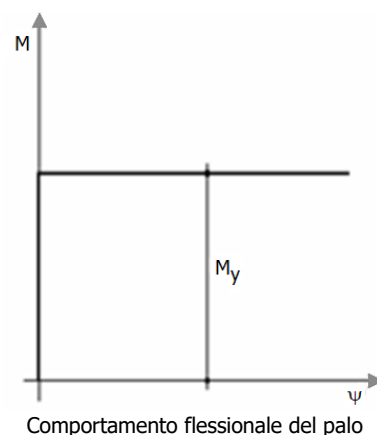
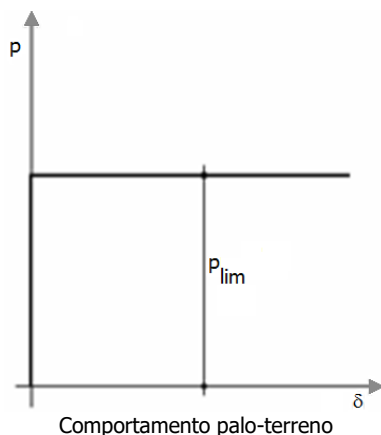
Invece, richiesto un calcolo del palo in condizioni drenate, sia per gli strati coerenti che per quelli incoerenti il contributo alla portanza laterale del singolo strato viene stimato in funzione dell'attrito.

Calcolo del Carico Limite Orizzontale per terreni monostrato

Per la valutazione del carico limite orizzontale si è fatto riferimento alla teoria di Broms e al caso di pali supposti vincolati in testa (rotazione impedita).

Le ipotesi assunte da *Broms* sono le seguenti:

- comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico, cioè la resistenza del terreno si mobilita interamente per un qualsiasi valore non nullo dello spostamento e resta poi costante al crescere dello spostamento;
- forma del palo ininfluente rispetto al carico limite orizzontale il quale risulta influenzato solo dal diametro del palo stesso;
- in presenza di forze orizzontali la resistenza della sezione strutturale del palo può essere chiamata in causa poiché il regime di sollecitazione di flessione e taglio che consegue all'applicazione di forze orizzontali è molto più gravoso dello sforzo normale che consegue all'applicazione di carichi verticali;
- anche il comportamento flessionale del palo è assunto di tipo rigido-perfettamente plastico, cioè le rotazioni plastiche del palo sono trascurabili finché il momento flettente non attinge al valore M_{plast} ovvero Momento di plasticizzazione. A questo punto nella sezione si forma una cerniera plastica ovvero la rotazione continua indefinitamente sotto momento costante.



La resistenza limite laterale di un palo è determinata dal minimo valore fra:

- il carico orizzontale necessario per produrre il collasso del terreno lungo il fusto del palo;
- il carico orizzontale necessario per produrre la plasticizzazione del palo.

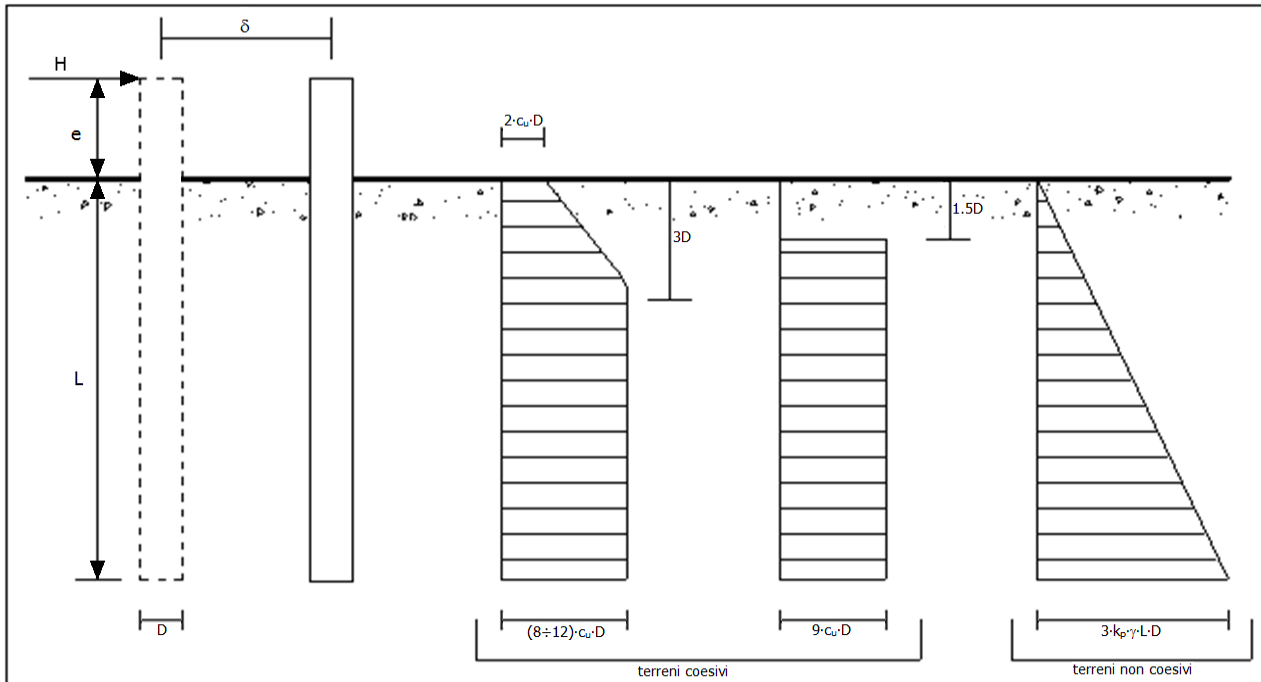
Il primo meccanismo (plasticizzazione del terreno) si verifica nel caso di pali molto rigidi in terreni poco resistenti (meccanismo di palo corto).

Mentre, il secondo meccanismo si verifica nel caso di pali aventi rigidzze non eccessive rispetto al terreno d'infissione (meccanismo di palo lungo o intermedio, con la formazione rispettivamente di due ed una cerniera plastica).

La resistenza limite del terreno rappresenta il valore limite di resistenza che esso può esplicare quando il palo è soggetto ad un carico orizzontale e dipende dalle caratteristiche del terreno e dalla geometria del palo.

Per quanto riguarda la resistenza del terreno, secondo la teoria di Broms, si considerano separatamente i casi di:

- terreni **coesivi o coerenti** (rottura non drenata);
- terreni **non coesivi o incoerenti** (rottura drenata).



Andamento della resistenza del terreno, secondo la teoria di Broms

Quindi, nella fase di calcolo, occorre verificare se il meccanismo di rottura del palo è per:

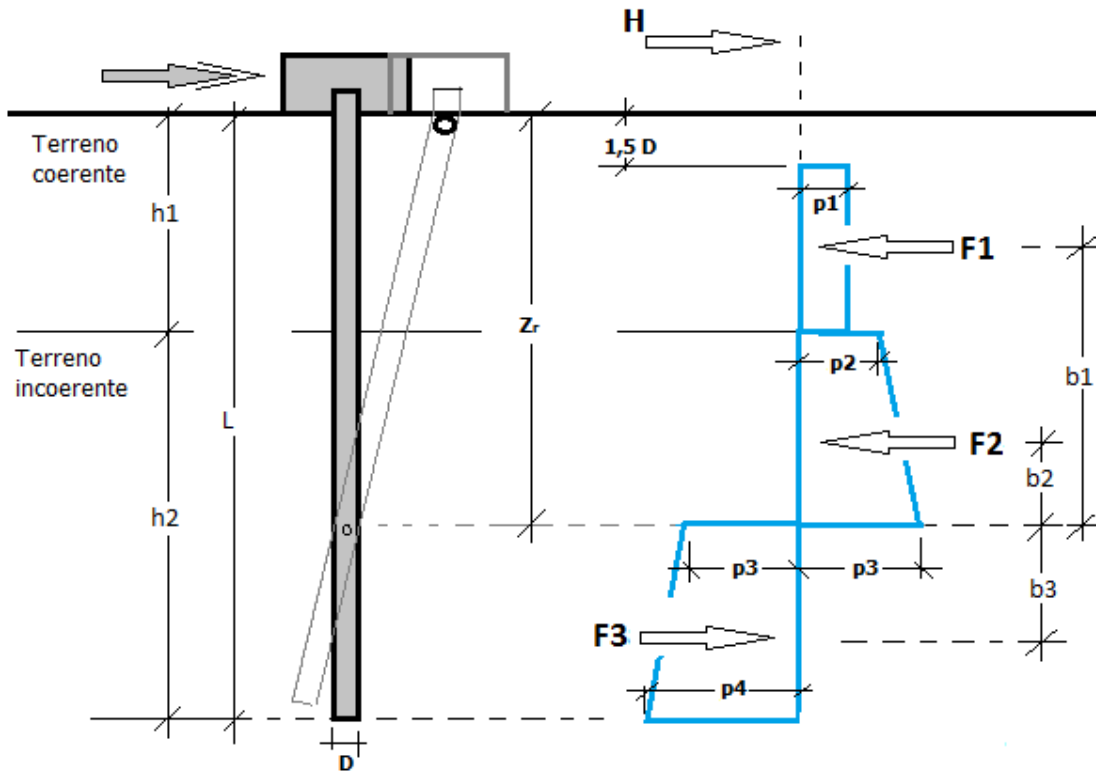
- **Palo corto** \Rightarrow (plasticizzazione terreno)
- **Palo intermedio** \Rightarrow (plasticizzazione palo)
- **Palo lungo** \Rightarrow (plasticizzazione palo)
- **Palo corto** • (plasticizzazione terreno)
- **Palo intermedio** • (plasticizzazione palo)
- **Palo lungo** • (plasticizzazione palo)

Calcolo del Carico Limite Orizzontale per terreni stratificati

La teoria di Broms è formulata per terreni omogenei, di tipo coerente o incoerente; in caso di terreni stratificati, la teoria di Broms viene generalizzata formulando le seguenti ipotesi aggiuntive, rispetto al caso del terreno monostrato:

- **terreno coerente:** la resistenza laterale per unità di superficie p_i viene considerata costante, secondo l'ipotesi di Broms, a partire da una profondità pari ad $1,5 \cdot D$, ritenendo nulla la reazione per strati di altezza inferiore a $1,5 \cdot D$. La resistenza p_i è indipendente dalla pressione litostatica.
- **terreno incoerente:** la resistenza laterale per unità di superficie p_i varia con legge lineare lungo l'altezza, secondo l'ipotesi di Broms. La resistenza p_i è dipendente dalla pressione litostatica $\gamma \cdot z$, per cui nel calcolo di tali resistenze si tiene conto del peso degli eventuali strati sovrastanti. Un ulteriore settaggio, presente nelle preferenze del software, consente di trascurare o meno la presenza della falda nella valutazione della pressione litostatica.

Per un terreno di due strati lo schema considerato è il seguente:



Nella fase di calcolo, si verifica se il meccanismo di rottura del palo, ipotizzato vincolato in testa (rotazione alla testa impedita) sia di:

– **Palo corto:** si valuta il diagramma dei momenti, ipotizzando che il palo non subisca plasticizzazioni. Sotto l'azione della forza H il palo subisce una traslazione rigida. Nell'ipotesi di cui in figura seguente, le resistenze laterali valgono:

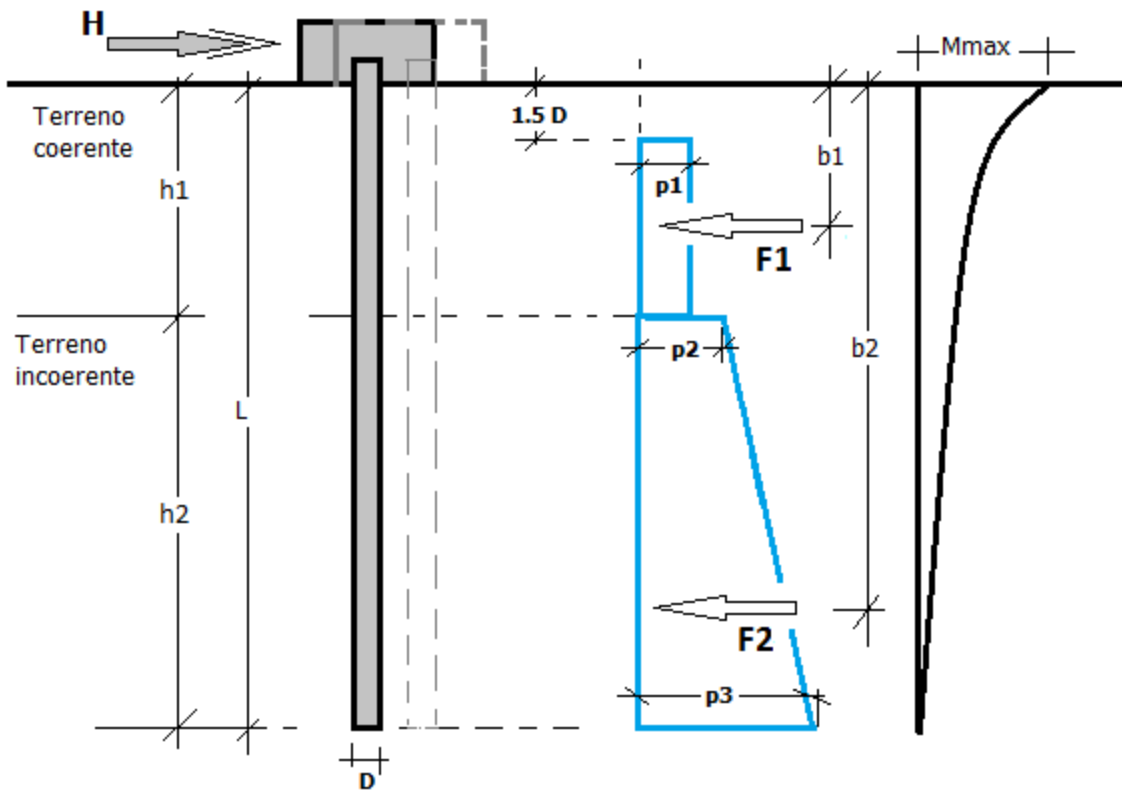
$$p_1 = 9 \cdot c_u \cdot D; \quad p_2 = 3 \cdot k_{p,2} \cdot D \cdot \gamma_1 \cdot h_1; \quad p_3 = 3 \cdot k_{p,2} \cdot D \cdot (\gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2)$$

$$F_1 = p_1 (h_1 - 1.5 \cdot D); \quad F_2 = (p_1 + p_2) h_2 / 2$$

Indicando con M_p il momento resistente del palo, se risulta:

$$M_{\max} = F_1 \cdot b_1 + F_2 \cdot b_2 < M_p$$

l'ipotesi di palo corto è soddisfatta, altrimenti occorre procedere con l'ipotesi di palo intermedio.



– **Palo intermedio:** si valuta il diagramma dei momenti, ipotizzando che il palo subisca una plasticizzazione all'attacco con la fondazione e che al piede sia presente un vincolo alla traslazione orizzontale. Sotto l'azione della forza H il palo subisce una traslazione ed una rotazione rigida. Nell'ipotesi di cui in figura seguente, le resistenze laterali valgono:

$$p_1 = 9 \cdot c_u \cdot D;$$

$$p_2 = 3 \cdot k_{p,2} \cdot D \cdot \gamma_1 \cdot h_1;$$

$$p_3 = 3 \cdot k_{p,2} \cdot D \cdot (\gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2)$$

$$F_1 = p_1 (h_1 - 1.5 \cdot D); \quad F_2 = (p_2 + p_3) \cdot h_2 / 2$$

Applicando l'equilibrio alla rotazione intorno al piede del palo:

$$M_p + F_1 \cdot b_1 + F_2 \cdot b_2 - H \cdot L = 0$$

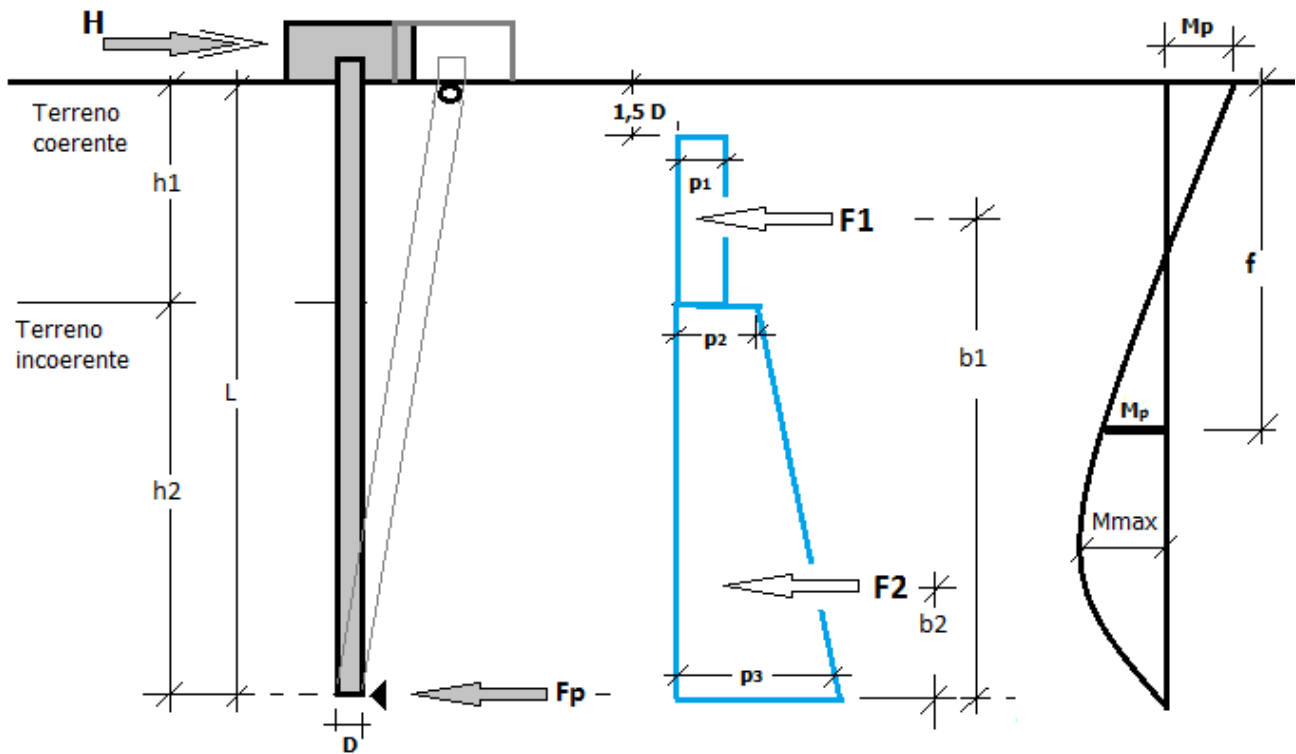
si determina il valore dell'azione H che sollecita il palo.

Una volta note tutte le forze in gioco, si determina il diagramma del momento lungo il fusto del palo.

Indicando con M_p il momento resistente del palo, se risulta:

$$M_{\max} < M_p$$

l'ipotesi di palo intermedio è soddisfatta, altrimenti occorre procedere con l'ipotesi di palo lungo.



– **Palo lungo:** si valuta il diagramma dei momenti, ipotizzando che il palo subisca una plasticizzazione all'attacco con la fondazione e lungo il fusto. Sotto l'azione della forza H il palo subisce una traslazione ed una rotazione rigida. Nell'ipotesi di cui in figura seguente, le resistenze laterali valgono:

$$p_1 = 9 \cdot c_u \cdot D; \quad p_2 = 3 \cdot k_{p,2} \cdot D \cdot \gamma_1 \cdot h_1; \quad p_3 = 3 \cdot k_{p,2} \cdot D \cdot [\gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot (f - h_1)]$$

$$F_1 = p_1 (h_1 - 1.5 \cdot D); \quad F_2 = (p_2 + p_3)(f - h_1)/2$$

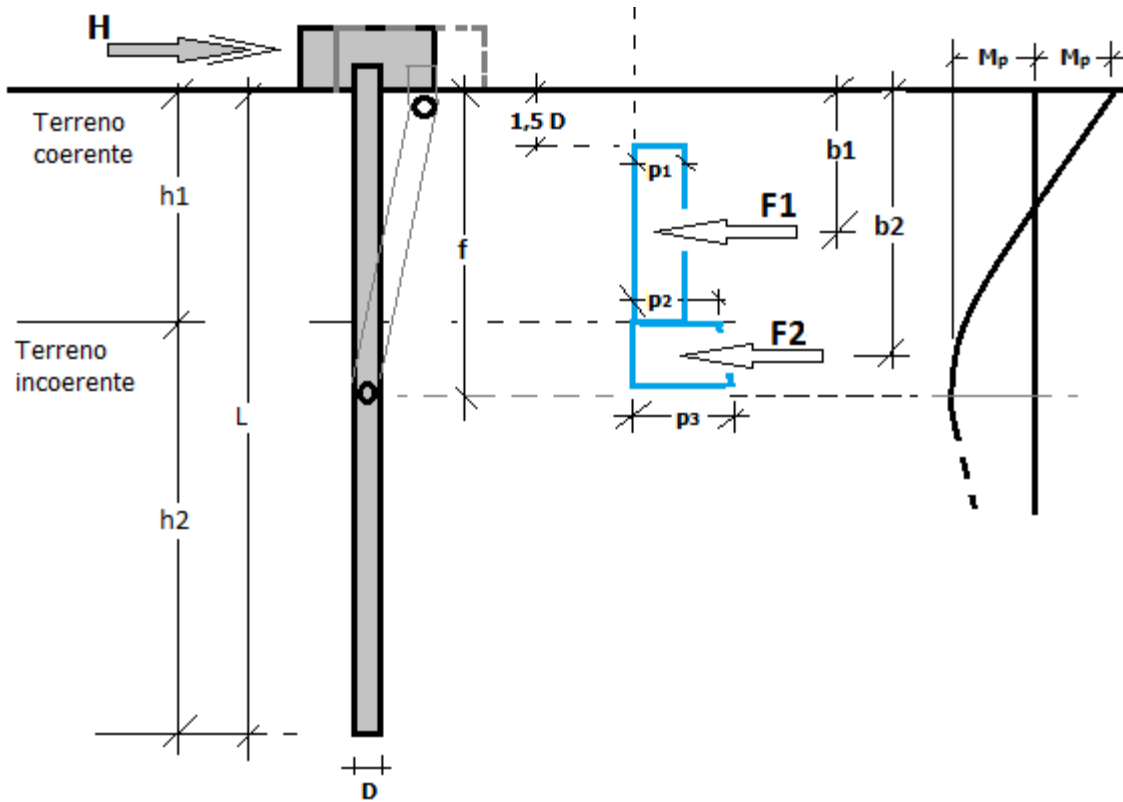
Applicando l'equilibrio alla traslazione si ha:

$$H = F_1 + F_2$$

Imponendo l'equilibrio alla rotazione intorno alla seconda cerniera plastica:

$$H f - F_1 \cdot (f - b_1) - F_2 \cdot (f - b_2) - 2M_p = 0$$

si determina la profondità f della seconda cerniera plastica.



Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa relativa alle verifiche delle fondazioni su pali eseguite per i seguenti stati limite:

- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali.

Si precisa che i valori relativi alle colonne Q_{Rd} , di cui nella tabella relativa alle verifiche, sono da intendersi come il valore di progetto della resistenza R_d ossia il rapporto fra il carico limite q_{lim} (calcolato come sopra esposto) ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza γ_R , relativo all'approccio utilizzato.

Tabella 6.4.II - Coefficienti parziali γ_R di pali soggetti a carichi assiali

Resistenza	Simbolo	infissi	trivellati	ad elica continua
	γ_R	R3	R3	R3
Base	γ_b	1,15	1,35	1,30
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale ^(*)	γ_t	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,25	1,25

^(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tabella 6.4.VI - Coefficienti parziali γ_T da applicare alle resistenze di pali soggetti a carichi trasversali

Coefficiente parziale γ_T (R3)
1,30

Con riferimento alle procedure analitiche che prevedono l'utilizzo dei parametri geotecnici, il valore caratteristico della resistenza R_k è dato dal valore ottenuto applicando alle resistenze calcolate R_{cal} i fattori di correlazione ξ riportati nella tabella 6.4.IV, in funzione del numero n di verticali di indagine:

$$R_k = \frac{R_{cal}}{\xi_3}$$

Tabella 6.4.IV - Fattori di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate.

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40

Si precisa che, nella sottostante tabella, la coppia $Q_{Ed,V} - Q_{Rd,V}$ e $Q_{Ed,O} - Q_{Rd,O}$ è relativa alla combinazione di carico, fra tutte quelle esaminate, che da luogo al minimo coefficiente di sicurezza (CS).

N.B: il valore del $Q_{Ed,V}$ rappresenta l'azione agente sulla testa del palo a cui si sottrae la differenza fra il peso del palo ed quello del volume di terreno occupato dal palo.

PALI - VERIFICHE A CARICO LIMITE VERTICALE E ORIZZONTALE – LOTTO 1

Pali - Verifiche a carico limite verticale e orizzontale												
Id _{PI} /Pnt PI	Id _{Nd,sup}	$Q_{Ed,V}$ [N]	$Q_{Ed,O}$ [N]	$Q_{Rd,V}$ [N]	$Q_{Rd,V,Pt}$ [N]	$Q_{Rd,V,Lt}$ [N]	$Q_{Rd,O}$ [N]	$M_{max,O}$ [N·m]	T.R.	$Z_{c,pls}$ [m]	CS _v	CS _o
PALO9	00228	368.305	17.905	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	5,22	12,76
PALO3	00222	445.236	9.171	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	4,32	24,91
PALO14	00242	424.968	13.111	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	4,53	17,42
PALO21	00227	250.131	43.530	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	254.306	628664	Palo Lungo	3,57	7,69	5,84
PALO13	00224	446.869	12.012	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	4,30	19,01
PALO2	00221	486.569	11.906	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	3,95	19,18
PALO16	00240	329.768	16.827	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	5,83	13,57
PALO22	00226	461.060	12.430	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	4,17	18,38
PALO4	00220	379.583	14.139	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	5,07	16,15
PALO10	00243	424.220	17.083	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	4,53	13,37
PALO1	00229	270.886	45.214	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	245.825	597482	Palo Lungo	3,51	7,10	5,44
PALO11	00225	448.750	15.472	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	4,29	14,76
PALO15	00219	397.348	14.774	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	4,84	15,46
PALO23	00223	461.718	9.385	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	4,17	24,34
PALO12	00241	447.805	13.831	1.923.3 30	1.211.59 0	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	4,30	16,51
PALO24	00257	129.585	13.467	1.359.9 70	605.509	754.461	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	10,49	16,96
PALO25	00237	323.433	6.628	1.359.9 70	605.509	754.461	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	4,20	34,46
PALO27	00236	110.842	11.243	1.359.9 70	605.509	754.461	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	12,27	20,32
PALO5	00235	136.154	15.035	1.359.9 70	605.509	754.461	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	9,99	15,19
PALO6	00234	249.913	5.984	1.359.9 70	605.509	754.461	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	5,44	38,17
PALO8	00233	109.242	9.792	1.359.9 70	605.509	754.461	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	12,45	23,33
PALO20	00232	157.896	2.653	1.359.9 70	605.509	754.461	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	8,61	86,09
PALO18	00231	274.439	2.250	1.359.9 70	605.509	754.461	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	4,96	NS
PALO17	00230	188.142	3.028	1.359.9 70	605.509	754.461	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	7,23	75,43
PALO19	00217	216.892	2.507	1.359.9 70	605.509	754.461	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	6,27	91,11
PALO26	00216	233.037	7.478	1.359.9 70	605.509	754.461	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	5,84	30,54
PALO7	00215	192.287	6.673	1.359.9 70	605.509	754.461	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	7,07	34,23

Pali - Verifiche a carico limite verticale e orizzontale

IdPI/Pnt PI	IdNd,sup	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N·m]		[m]		

PALI - VERIFICHE A CARICO LIMITE VERTICALE E ORIZZONTALE – LOTTO 2

Pali - Verifiche a carico limite verticale e orizzontale

IdPI/Pnt PI	IdNd,sup	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N·m]		[m]		
PALO1	00124	623.591	34.444	3.631.625	2.010.820	1.620.805	276.988	535117	Palo Lungo	2,79	5,82	8,04
PALO3	00125	950.845	29.071	3.631.625	2.010.820	1.620.805	276.988	535117	Palo Lungo	2,79	3,82	9,53
PALO5	00123	996.438	22.571	3.631.625	2.010.820	1.620.805	276.988	535117	Palo Lungo	2,79	3,64	12,27
PALO7	00122	863.767	29.790	3.631.625	2.010.820	1.620.805	276.988	535117	Palo Lungo	2,79	4,20	9,30
PALO9	00105	507.027	33.674	3.631.625	2.010.820	1.620.805	276.988	535117	Palo Lungo	2,79	7,16	8,23
PALO2	00143	827.471	32.201	3.631.625	2.010.820	1.620.805	276.988	535117	Palo Lungo	2,79	4,39	8,60
PALO4	00142	972.853	25.393	3.631.625	2.010.820	1.620.805	276.988	535117	Palo Lungo	2,79	3,73	10,91
PALO6	00141	928.894	26.615	3.631.625	2.010.820	1.620.805	276.988	535117	Palo Lungo	2,79	3,91	10,41
PALO8	00140	713.804	32.127	3.631.625	2.010.820	1.620.805	276.988	535117	Palo Lungo	2,79	5,09	8,62

LEGENDA:

IdPI/Pnt Identificativo del palo o del plinto su pali.

PI

IdNd,sup Identificativo del nodo all'estremo superiore del palo o della pilastretta cui il plinto è collegato.

QEd,V Carico verticale di progetto.

QEd,O Carico orizzontale di progetto.

QRd,V Resistenza di progetto verticale.

QRd,V,Pt Aliquota della resistenza di progetto verticale dovuto alla resistenza alla punta.

QRd,V,Lt Aliquota della resistenza di progetto verticale dovuto alla resistenza laterale.

QRd,O Resistenza di progetto orizzontale.

Mmax,O Momento massimo lungo il palo per carichi orizzontali.

T.R. Modalità di rottura per carico limite orizzontale (Palo Corto, Palo Medio, Palo Lungo).

Zc,pls Profondità della seconda cerniera plastica.

CSv Coefficiente di sicurezza per azioni verticali ([NS] = Non Significativo per valori di CS >= 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta).

CSo Coefficiente di sicurezza per azioni orizzontali ([NS] = Non Significativo per valori di CS >= 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta).

PLINTI SU PALI - SOLLECITAZIONI E VERIFICHE ALLO SLU - LOTTO1

Plinti su pali - Sollecitazioni e verifiche allo SLU

IdPI/Pl n	NEd	Dir A		Dir B		As,s,A	As,s,B	As,i,A	As,i,B	Asw,A	Asw,B	As,pz	CSpz	CSw, A	CSw, B	CSinf, A	CSinf, B
		MEd,X [N·m]	VEd,Y [N]	MEd,X [N·m]	VEd,Y [N]												
008	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-
	Info Palo	Diam. 80		Lung. 18		Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80		C.Coes. 0,30					
	Car. Lim.	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo					
		313.737	25.839	1.923.330	1.211.590	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	6,13	8,84					
	Pfr. Dev.	n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s								
		-9.676	222.743	-130.788	1,96	8.212.826	18	16	8								
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s							
	25.839	13,02	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
009	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-
	Info Palo	Diam. 80		Lung. 18		Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80		C.Coes. 0,30					
	Car. Lim.	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo					
		588.958	12.342	1.923.330	1.211.590	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	3,27	18,51					
	Pfr. Dev.	n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s								
		43.231	171.334	-55.345	2,89	8.212.826	18	16	8								
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s							
	12.342	27,25	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
010	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-
	Info Palo	Diam. 80		Lung. 18		Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80		C.Coes. 0,30					
	Car. Lim.	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo					
		588.242	11.524	1.923.33	1.211.59	711.740	228.406	535117	Palo	3,38	3,27	19,82					

Plinti su pali - Sollecitazioni e verifiche allo SLU																		
IdPil/Pl n	NEd	Dir A		Dir B		As,s,A	As,s,B	As,i,A	As,i,B	Asw,A	Asw,B	As,pz	CSpz	CSw, A	CSw, B	CSinf, A	CSinf, B	
		MEd,X	VEd,Y	MEd,X	VEd,Y													
	[N]	[N·m]	[N]	[N·m]	[N]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]						
	Pfr. Dev. Taglio			0	0							Lungo						
		n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s									
		82.711	172.697	17.531	3,06	8.212.826	18	16	8									
		Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s								
		11.524	29,19	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
011	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-	
Info Palo Car. Lim.	Pfr. Dev. Taglio	Diam. 80	Lung. 18	Tipo. Trivellato	Tcnl. in opera	C.Attr. 0,80	C.Coes. 0,30											
		QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo						
		516.983	10.516	1.923.330	1.211.590	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	3,72	21,72						
		n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s									
		86.342	135.928	96.395	3,19	8.212.826	18	16	8									
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s								
		10.516	31,98	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
		0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Diam. 80	Lung. 18	Tipo. Trivellato	Tcnl. in opera	C.Attr. 0,80	C.Coes. 0,30											
		QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo						
Info Palo Car. Lim.	Pfr. Dev. Taglio	642.517	11.328	1.923.330	1.211.590	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	2,99	20,16						
		n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s									
		83.056	-210.422	-43.066	2,47	8.212.826	18	16	8									
		Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s								
		11.328	29,69	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
002	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-	
Info Palo Car. Lim.	Pfr. Dev. Taglio	Diam. 80	Lung. 18	Tipo. Trivellato	Tcnl. in opera	C.Attr. 0,80	C.Coes. 0,30											
		QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo						
		571.724	10.481	1.923.330	1.211.590	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	3,36	21,79						
		n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s									
		82.583	-166.024	43.176	3,09	8.212.826	18	16	8									
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s								
		10.481	32,09	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
		0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Diam. 80	Lung. 18	Tipo. Trivellato	Tcnl. in opera	C.Attr. 0,80	C.Coes. 0,30											
		QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo						
Info Palo Car. Lim.	Pfr. Dev. Taglio	460.705	9.740	1.923.330	1.211.590	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	4,17	23,45						
		n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s									
		84.250	-133.595	103.888	3,14	8.212.826	18	16	8									
		Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s								
		9.740	34,53	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
004	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-	
Info Palo Car. Lim.	Pfr. Dev. Taglio	Diam. 80	Lung. 18	Tipo. Trivellato	Tcnl. in opera	C.Attr. 0,80	C.Coes. 0,30											
		QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo						
		361.718	24.822	1.923.330	1.211.590	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	5,32	9,20						
		n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s									
		29.295	-289.434	-132.880	1,62	8.212.826	18	16	8									
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s								
		24.822	13,55	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
		0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Diam. 80	Lung. 18	Tipo. Trivellato	Tcnl. in opera	C.Attr. 0,80	C.Coes. 0,30											
		QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo						
Info Palo Car. Lim.	Pfr. Dev. Taglio	361.718	24.822	1.923.330	1.211.590	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	5,32	9,20						
		n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s									
		29.295	-289.434	-132.880	1,62	8.212.826	18	16	8									
		Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s								
		24.822	13,55	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
005	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-	
Info Palo Car. Lim.	Pfr. Dev. Taglio	Diam. 80	Lung. 18	Tipo. Trivellato	Tcnl. in opera	C.Attr. 0,80	C.Coes. 0,30											
		QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo						
		361.718	24.822	1.923.330	1.211.590	711.740	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	5,32	9,20						
		n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s									
		29.295	-289.434	-132.880	1,62	8.212.826	18	16	8									
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s								
		24.822	13,55	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
		0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Diam. 80	Lung. 18	Tipo. Trivellato	Tcnl. in opera	C.Attr. 0,80	C.Coes. 0,30											
		QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo						

Plinti su pali - Sollecitazioni e verifiche allo SLU																		
IdPil/PI n	NEd	Dir A		Dir B		As,s,A	As,s,B	As,i,A	As,i,B	Asw,A	Asw,B	As,pz	CSpz	CSw, A	CSw, B	CSinf, A	CSinf, B	
		MEd,X	VEd,Y	MEd,X	VEd,Y													
		[N-m]	[N]	[N-m]	[N]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]						
	Car. Lim.	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo						
		171.782	4.984	1.328.84 7	604.120	724.727	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	7,74	45,83						
	Pfr. Dev.	n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nr	φAsw,s									
		9.968	-62.339	-75.471	5,22	8.212.826	18	16	8									
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s								
		4.984	67,48	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
006	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-	
	Info Palo	Diam. 80		Lung. 18		Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80		C.Coes. 0,30						
	Car. Lim.	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo						
		337.429	4.905	1.328.84 7	604.120	724.727	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	3,94	46,57						
	Pfr. Dev.	n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nr	φAsw,s									
		80.756	-127.410	15.029	4,13	8.212.826	18	16	8									
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s								
		4.905	68,57	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
007	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-	
	Info Palo	Diam. 80		Lung. 18		Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80		C.Coes. 0,30						
	Car. Lim.	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo						
		185.459	6.247	1.328.84 7	604.120	724.727	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	7,17	36,56						
	Pfr. Dev.	n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nr	φAsw,s									
		9.767	-153.266	57.759	3,12	8.212.826	18	16	8									
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s								
		6.247	53,84	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
014	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-	
	Info Palo	Diam. 80		Lung. 18		Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80		C.Coes. 0,30						
	Car. Lim.	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo						
		209.781	6.362	1.328.84 7	604.120	724.727	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	6,33	35,90						
	Pfr. Dev.	n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nr	φAsw,s									
		132.192	185.406	76.894	2,71	8.212.826	18	16	8									
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s								
		6.362	52,87	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
013	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-	
	Info Palo	Diam. 80		Lung. 18		Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80		C.Coes. 0,30						
	Car. Lim.	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo						
		433.386	5.623	1.328.84 7	604.120	724.727	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	3,07	40,62						
	Pfr. Dev.	n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nr	φAsw,s									
		354.365	133.263	5.574	4,47	8.212.826	18	16	8									
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s								
		5.623	59,82	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8								
12 (a)	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-	
	Info Palo	Diam. 80		Lung. 18		Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80		C.Coes. 0,30						
	Car. Lim.	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo						
		176.866	4.135	1.328.84 7	604.120	724.727	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	7,51	55,24						
	Pfr. Dev.	n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nr	φAsw,s									
		95.620	39.428	-118.049	4,29	8.212.826	18	16	8									
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s								

Plinti su pali - Sollecitazioni e verifiche allo SLU																	
IdPil/PI n	N _{Ed}	Dir A		Dir B		A _{s,s,A}	A _{s,s,B}	A _{s,i,A}	A _{s,i,B}	A _{sw,A}	A _{sw,B}	A _{s,pz}	CS _{pz}	CS _{w,A}	CS _{w,B}	CS _{inf,A}	CS _{inf,B}
		M _{Ed,X}	V _{Ed,Y}	M _{Ed,X}	V _{Ed,Y}												
	[N]	[N-m]	[N]	[N-m]	[N]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]					
		4.135	81,35	1.553.073		336.342		0		0		0,05		19		8	

PLINTI SU PALI - SOLLECITAZIONI E VERIFICHE ALLO SLU – LOTTO 2

Plinti su pali - Sollecitazioni e verifiche allo SLU																	
IdPil/PI n	N _{Ed}	Dir A		Dir B		A _{s,s,A}	A _{s,s,B}	A _{s,i,A}	A _{s,i,B}	A _{sw,A}	A _{sw,B}	A _{s,pz}	CS _{pz}	CS _{w,A}	CS _{w,B}	CS _{inf,A}	CS _{inf,B}
		M _{Ed,X}	V _{Ed,Y}	M _{Ed,X}	V _{Ed,Y}												
	[N]	[N-m]	[N]	[N-m]	[N]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]					
006	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-
	Info Palo		Diam. 80		Lung. 22			Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80			C.Coes. 0,30		
	Car. Lim.	Q _{Ed,V}	Q _{Ed,O}	Q _{Rd,V}	Q _{Rd,V,Pt}	Q _{Rd,V,Lt}	Q _{Rd,O}	M _{max,O}	T.R.	Z _{c,pls}	CS _v	CS _o					
		343.601	15.017	1.848.286	620.573	1.227.713	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	5,38	15,21					
	Pfr. Dev.	n	M _{Ed,X}	M _Y	CS	N _u	φ _s	n _f	φ _{Asw,s}								
		1.559	204.373	-95.957	2,25	8.212.826	18	16	8								
	Taglio	T _c	CS	V _{Rcd}	V _{Rsd,s}	V _{cd}	V _{Rsd,p}	A _{sw,A/B}	S _{Asw}	φ _{Asw,s}							
		15.017	22,40	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8							
007	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-
	Info Palo		Diam. 80		Lung. 22			Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80			C.Coes. 0,30		
	Car. Lim.	Q _{Ed,V}	Q _{Ed,O}	Q _{Rd,V}	Q _{Rd,V,Pt}	Q _{Rd,V,Lt}	Q _{Rd,O}	M _{max,O}	T.R.	Z _{c,pls}	CS _v	CS _o					
		575.347	9.504	1.848.286	620.573	1.227.713	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	3,21	24,03					
	Pfr. Dev.	n	M _{Ed,X}	M _Y	CS	N _u	φ _s	n _f	φ _{Asw,s}								
		73.827	140.952	-40.149	3,61	8.212.826	18	16	8								
	Taglio	T _c	CS	V _{Rcd}	V _{Rsd,s}	V _{cd}	V _{Rsd,p}	A _{sw,A/B}	S _{Asw}	φ _{Asw,s}							
		9.504	35,39	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8							
008	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-
	Info Palo		Diam. 80		Lung. 22			Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80			C.Coes. 0,30		
	Car. Lim.	Q _{Ed,V}	Q _{Ed,O}	Q _{Rd,V}	Q _{Rd,V,Pt}	Q _{Rd,V,Lt}	Q _{Rd,O}	M _{max,O}	T.R.	Z _{c,pls}	CS _v	CS _o					
		551.262	9.613	1.848.286	620.573	1.227.713	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	3,35	23,76					
	Pfr. Dev.	n	M _{Ed,X}	M _Y	CS	N _u	φ _s	n _f	φ _{Asw,s}								
		125.286	124.206	21.946	4,30	8.212.826	18	16	8								
	Taglio	T _c	CS	V _{Rcd}	V _{Rsd,s}	V _{cd}	V _{Rsd,p}	A _{sw,A/B}	S _{Asw}	φ _{Asw,s}							
		9.613	34,99	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8							
009	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-
	Info Palo		Diam. 80		Lung. 22			Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80			C.Coes. 0,30		
	Car. Lim.	Q _{Ed,V}	Q _{Ed,O}	Q _{Rd,V}	Q _{Rd,V,Pt}	Q _{Rd,V,Lt}	Q _{Rd,O}	M _{max,O}	T.R.	Z _{c,pls}	CS _v	CS _o					
		508.961	9.474	1.848.286	620.573	1.227.713	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	3,63	24,11					
	Pfr. Dev.	n	M _{Ed,X}	M _Y	CS	N _u	φ _s	n _f	φ _{Asw,s}								
		97.483	113.786	53.082	4,26	8.212.826	18	16	8								
	Taglio	T _c	CS	V _{Rcd}	V _{Rsd,s}	V _{cd}	V _{Rsd,p}	A _{sw,A/B}	S _{Asw}	φ _{Asw,s}							
		9.474	35,50	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8							
004	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-
	Info Palo		Diam. 80		Lung. 22			Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80			C.Coes. 0,30		
	Car. Lim.	Q _{Ed,V}	Q _{Ed,O}	Q _{Rd,V}	Q _{Rd,V,Pt}	Q _{Rd,V,Lt}	Q _{Rd,O}	M _{max,O}	T.R.	Z _{c,pls}	CS _v	CS _o					
		474.022	9.603	1.848.286	620.573	1.227.713	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	3,90	23,78					
	Pfr. Dev.	n	M _{Ed,X}	M _Y	CS	N _u	φ _s	n _f	φ _{Asw,s}								
		96.794	-91.326	53.544	5,05	8.212.826	18	16	8								
	Taglio	T _c	CS	V _{Rcd}	V _{Rsd,s}	V _{cd}	V _{Rsd,p}	A _{sw,A/B}	S _{Asw}	φ _{Asw,s}							
		9.603	35,02	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8							
005	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-

Plinti su pali - Sollecitazioni e verifiche allo SLU																	
IdPil/Plin	NEd	Dir A		Dir B		As,s,A	As,s,B	As,i,A	As,i,B	Asw,A	Asw,B	As,pz	CSpz	CSw,A	CSw,B	CSinf,A	CSinf,B
		MEd,X	VEd,Y	MEd,X	VEd,Y												
		[N·m]	[N]	[N·m]	[N]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]					
	Info Palo	Diam. 80		Lung. 22		Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80		C.Coes. 0,30					
	Car. Lim.	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo					
		255.739	13.294	1.848.286	620.573	1.227.713	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	7,23	17,18					
	Pfr. Dev.	n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s								
		32.491	-139.926	81.351	3,20	8.212.826	18	16	8								
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s							
		13.294	25,30	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8							
010	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-
	Info Palo	Diam. 80		Lung. 22		Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80		C.Coes. 0,30					
	Car. Lim.	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo					
		266.965	13.392	1.848.286	620.573	1.227.713	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	6,92	17,06					
	Pfr. Dev.	n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s								
		40.199	148.196	93.023	2,97	8.212.826	18	16	8								
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s							
		13.392	25,11	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8							
003	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-
	Info Palo	Diam. 80		Lung. 22		Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80		C.Coes. 0,30					
	Car. Lim.	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo					
		546.719	10.178	1.848.286	620.573	1.227.713	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	3,38	22,44					
	Pfr. Dev.	n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s								
		132.017	-114.961	39.376	4,48	8.212.826	18	16	8								
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s							
		10.178	33,05	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8							
002	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-
	Info Palo	Diam. 80		Lung. 22		Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80		C.Coes. 0,30					
	Car. Lim.	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo					
		633.344	11.041	1.848.286	620.573	1.227.713	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	2,92	20,69					
	Pfr. Dev.	n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s								
		132.702	-174.173	-27.237	3,09	8.212.826	18	16	8								
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s							
		11.041	30,46	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8							
001	0	0	0	-	-	0,00	-	0,00	-	NAN	-	0,00	-	-	-	-	-
	Info Palo	Diam. 80		Lung. 22		Tipo. Trivellato		Tcnl. in opera		C.Attr. 0,80		C.Coes. 0,30					
	Car. Lim.	QEd,V	QEd,O	QRd,V	QRd,V,Pt	QRd,V,Lt	QRd,O	Mmax,O	T.R.	Zc,pls	CSv	CSo					
		406.419	13.888	1.848.286	620.573	1.227.713	228.406	535117	Palo Lungo	3,38	4,55	16,45					
	Pfr. Dev.	n	MEd,X	MY	CS	Nu	φs	nf	φAsw,s								
		61.005	-267.925	-90.971	1,86	8.212.826	18	16	8								
	Taglio	Tc	CS	VRcd	VRsd,s	Vcd	VRsd,p	Asw,A/B	SAsw	φAsw,s							
		13.888	24,22	1.553.073	336.342	0	0	0,05	19	8							

LEGENDA Plinti su pali - Sollecitazioni e verifiche allo stato limite ultimo.

IdPil/Plin Identificativo della pilastrata cui il plinto è collegato.
NEd Sollecitazioni di progetto.
MEd,X
VEd,Y
As,s,A/B Armatura superiore esecutiva nella direzione A/B.
As,i,A/B Armatura inferiore esecutiva nella direzione A/B.
Asw,A/B Area delle staffe per unità di lunghezza, nella direzione A/B.
As,pz Area di ferro per punzonamento.

Plinti su pali - Sollecitazioni e verifiche allo SLU																	
IdPil/PI n	N _{Ed}	Dir A		Dir B		A _{s,s,A}	A _{s,s,B}	A _{s,i,A}	A _{s,i,B}	A _{sw,A}	A _{sw,B}	A _{s,pz}	CS _{pz}	CS _{w,A} A	CS _{w,B} B	CS _{inf,A} A	CS _{inf,B} B
		M _{Ed,X}	V _{Ed,Y}	M _{Ed,X}	V _{Ed,Y}												
	[N]	[N·m]	[N]	[N·m]	[N]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]					

C_{spz} Coefficiente di sicurezza per punzonamento ([NS] = Non Significativo per valori di CS >= 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta).

C_{sw,A/B} Coefficienti di sicurezza relativi all'armatura a taglio, nella direzione A/B ([NS] = Non Significativo per valori di CS >= 100).

C_{sinf,A/B} Coefficiente di sicurezza relativo all'armatura inferiore nella direzione A/B ([NS] = Non Significativo per valori di CS >= 100).

Verifiche palo a carico limite verticale ed orizzontale.

Q_{Ed,V} Carico verticale di progetto.

Q_{Ed,O} Carico orizzontale di progetto.

Q_{Rd,V} Resistenza di progetto verticale.

Q_{Rd,V,Pt} Aliquota della resistenza di progetto verticale dovuto alla resistenza alla punta.

Q_{Rd,V,Lt} Aliquota della resistenza di progetto verticale dovuto alla resistenza laterale.

Q_{Rd,O} Resistenza di progetto orizzontale.

M_{max,O} Momento massimo lungo il palo per carichi orizzontali.

T.R. Modalità di rottura per carico limite orizzontale (Palo Corto, Palo Medio, Palo Lungo).

Z_{c,pls} Profondità della seconda cerniera plastica.

C_{sv} Coefficiente di sicurezza per azioni verticali ([NS] = Non Significativo per valori di CS >= 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta).

C_{so} Coefficiente di sicurezza per azioni orizzontali ([NS] = Non Significativo per valori di CS >= 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta).

Verifiche palo a pressoflessione deviata allo SLU.

CS Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo per valori di CS >= 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta).

N_u Sforzo Normale Ultimo per compressione semplice.

φ_s Diametro delle barre di acciaio.

n_f Numero delle barre di acciaio.

φ_{Asw,s} Diametro delle staffe.

N_{Ed,r} Sollecitazioni di progetto.

M_{Ed,X,r}

M_{Ed,Y}

Verifiche palo a taglio.

T_c Valori della massima sollecitazione di taglio composta in funzione di T_x, T_y e dell'asse neutro.

CS Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo per valori di CS >= 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta).

V_{Rcd} Taglio ultimo per conglomerato compresso.

V_{Rsd,s} Resistenza a taglio trazione delle staffe.

V_{cd} Contributo del calcestruzzo al taglio ultimo.

V_{Rsd,p} Resistenza a taglio trazione dei ferri piegati.

A_{sw,A/B} Area delle staffe per unità di lunghezza, nella direzione A/B.

s_{Asw} Passo delle staffe alle estremità.

φ_{Asw,s} Diametro delle staffe.

10 ANALISI DEI CARICHI

Un'accurata valutazione dei carichi è un requisito imprescindibile di una corretta progettazione, in particolare per le costruzioni realizzate in zona sismica.

Essa, infatti, è fondamentale ai fini della determinazione delle forze sismiche, in quanto incide sulla valutazione delle masse e dei periodi propri della struttura dai quali dipendono i valori delle accelerazioni (ordinate degli spettri di progetto).

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni del **Decreto Ministero Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008** (G. U. 4 febbraio 2008, n. 29 - Suppl.Ord.) "Norme tecniche per le Costruzioni"

La valutazione dei carichi permanenti è effettuata sulle dimensioni definitive.

Le analisi effettuate, corredate da dettagliate descrizioni, oltre che nei tabulati di calcolo nella relativa sezione, sono di seguito riportate:

ANALISI CARICHI

Analisi carichi

N _{id}	T. C.	Descrizione del Carico	Tipologie di Carico	Peso Proprio		Permanente NON Strutturale		Sovraccarico Accidentale		Carico Neve
				Descrizione	PP	Descrizione	PNS	Descrizione	SA	
										[N/m ²]
001	S	Tamponatura doppio UNI - PARETE SENZA FINESTRE	Carico Permanente	muratura in blocchi con doppio UNI a 21 fori 12 cm	1.450	doppio intonaco	600		0	0
002	S	Tamponatura doppio UNI - CON PORTA FINESTRA	Carico Permanente	muratura in blocchi con doppio UNI a 21 fori 12 cm	1.450	doppio intonaco + vetrata con struttura metallica	1.000		0	0
003	S	Tamponatura doppio UNI - PARAPETTO	Carico Permanente	Muratura in blocchi con Doppio UNI a 21 fori 12 cm	1.450	Intonaco su entrambi i lati + copertina in marmo + vetrata con struttura metallica	1.100		0	0
004	S	Platea	Abitazioni	<i>*vedi le relative tabelle dei carichi</i>	-	Sottofondo e pavimento di tipo industriale in calcestruzzo	2.000	Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN (Cat. F – Tab. 3.1.II - DM 14.01.2008)	2.500	0
005	S	solaio traliccio 16+4 Copertura non prat. cimitero	Coperture	solaio traliccio 16+4 Copertura non prat. cimitero	2.800	Manto di copertura, impermeabilizzazione e intonaco inferiore	2.500	Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione (Cat. H1 – Tab. 3.1.II - DM 14.01.2008)	500	1.000
006	S	solaio alveolare piano loculi h=32,5+5 CIMITERO	Locali Pubblici	solaio alveolare piano loculi h=32,5+5	3.800	Loculi in cls, intonaco intradosso, sovraccarico 250 kg/mq	31.500		0	0
007	S	solaio traliccio 20+5 ballatoio Cimitero	Locali Pubblici	Solaio di tipo tradizionale latero-cementizio di spessore 25 cm (20+5)	3.000	Pavimento e sottofondo e intonaco inferiore	1.400	Sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi (Cat. C2 – Tab. 3.1.II - DM 14.01.2008)	4.000	0

LEGENDA:

N_{id} Numero identificativo dell'analisi di carico.
T. C. Identificativo del tipo di carico: [S] = Superficiale - [L] = Lineare - [C] = Concentrato.
PP, PNS, SA Valori, rispettivamente, del Peso Proprio, del Sovraccarico Permanente NON strutturale, del Sovraccarico Accidentale. Secondo il tipo di carico indicato nella colonna "T.C." ("S" - "L" - "C"), i valori riportati nelle colonne "PP", "PNS" e "SA", sono espressi in [N/m²] per carichi Superficiali, [N/m] per carichi Lineari, [N] per carichi Concentrati.

11 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le Costruzioni".

In particolare il procedimento per la definizione degli spettri di progetto per i vari Stati Limite per cui sono state effettuate le verifiche è stato il seguente:

- definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, il cui uso combinato ha portato alla definizione del Periodo di Riferimento dell'azione sismica.
- Individuazione, tramite latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base a_g , F_0 e T_c^* per tutti e quattro gli Stati Limite previsti (SLO, SLD, SLV e SLC); l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio.
- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.
- Calcolo del periodo T_c corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

I dati così calcolati sono stati utilizzati per determinare gli Spettri di Progetto nelle verifiche agli Stati Limite

considerate.

Si riportano di seguito le coordinate geografiche del sito rispetto al Datum ED50:

Latitudine	Longitudine	Altitudine
[°]	[°]	[m]
43.1743	13.7394	121

11.1 Verifiche di regolarità

Sia per la scelta del metodo di calcolo, sia per la valutazione del fattore di struttura adottato, deve essere effettuato il controllo della regolarità della struttura.

La tabella seguente riepiloga, per la struttura in esame, le condizioni di regolarità in pianta ed in altezza soddisfatte.

REGOLARITÀ DELLA STRUTTURA IN PIANTA	
La configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze	SI
Il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a 4	NO
Nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25 % della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione	SI
Gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti	SI

REGOLARITÀ DELLA STRUTTURA IN ALTEZZA	
Tutti i sistemi resistenti verticali (quali telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza della costruzione	SI
Massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base	NO
Nelle strutture intelaiate progettate in CD "B" il rapporto tra resistenza effettiva e resistenza richiesta dal calcolo non è significativamente diverso per orizzontamenti diversi (il rapporto fra la resistenza effettiva e quella richiesta, calcolata ad un generico orizzontamento, non deve differire più del 20% dall'analogo rapporto determinato per un altro orizzontamento); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti	SI
Eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengono in modo graduale da un orizzontamento al successivo, rispettando i seguenti limiti: ad ogni orizzontamento il rientro non supera il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento, né il 20% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento	NO

La rigidezza è calcolata come rapporto fra il taglio complessivamente agente al piano e Δ , spostamento relativo di piano (il taglio di piano è la sommatoria delle azioni orizzontali agenti al di sopra del piano considerato). Tutti i valori calcolati ed utilizzati per le verifiche sono riportati nei tabulati di calcolo nella relativa sezione.

La struttura è pertanto:

- NON REGOLARE in pianta
- NON REGOLARE in altezza

11.2 Classe di duttilità

La classe di duttilità è rappresentativa della capacità dell'edificio di dissipare energia in campo anelastico per azioni cicliche ripetute.

Le deformazioni anelastiche devono essere distribuite nel maggior numero di elementi duttili, in particolare le travi, salvaguardando in tal modo i pilastri e soprattutto i nodi travi pilastro che sono gli elementi più fragili.

Il D.M. 14 gennaio 2008 definisce due tipi di comportamento strutturale:

- a) comportamento strutturale non-dissipativo;

b) comportamento strutturale dissipativo.

Per strutture con comportamento strutturale dissipativo si distinguono due livelli di Capacità Dissipativa o Classi di Duttilità (CD).

- CD "A" (Alta);
- CD "B" (Bassa).

La differenza tra le due classi risiede nell'entità delle plasticizzazioni cui ci si riconduce in fase di progettazione; per ambedue le classi, onde assicurare alla struttura un comportamento dissipativo e duttile evitando rotture fragili e la formazione di meccanismi instabili impreveduti, si fa ricorso ai procedimenti tipici della gerarchia delle resistenze.

La struttura in esame è stata progettata in classe di duttilità **classe "BASSA"**.

11.3 Spettri di Progetto per S.L.U. e S.L.D.

L'edificio è stato progettato per una Vita Nominale pari a **50** e per Classe d'Uso pari a **2**.

In base alle indagini geognostiche effettuate si è classificato il suolo di fondazione di categoria **C**, cui corrispondono i seguenti valori per i parametri necessari alla costruzione degli spettri di risposta orizzontale e verticale:

Parametri di pericolosità sismica								
Stato Limite	a_g	F_0	T_c^*	C_c	T_B	T_c	T_D	S_s
	[g]		[s]		[s]	[s]	[s]	[s]
SLO	0.0495	2.424	0.278	1.60	0.149	0.446	1.798	1.50
SLD	0.0630	2.459	0.292	1.58	0.153	0.460	1.852	1.50
SLV	0.1825	2.464	0.316	1.54	0.162	0.485	2.330	1.43
SLC	0.2389	2.504	0.322	1.53	0.164	0.491	2.555	1.34

Per la definizione degli spettri di risposta, oltre all'accelerazione a_g al suolo (dipendente dalla classificazione sismica del Comune) occorre determinare il Fattore di Struttura q .

Il Fattore di struttura q è un fattore riduttivo delle forze elastiche introdotto per tenere conto delle capacità dissipative della struttura che dipende dal sistema costruttivo adottato, dalla Classe di Duttilità e dalla regolarità in altezza.

Si è inoltre assunto il Coefficiente di Amplificazione Topografica S_T pari a **1,00**.

Tali succitate caratteristiche sono riportate negli allegati tabulati di calcolo al punto "DATI GENERALI ANALISI SISMICA".

Per la struttura in esame sono stati determinati i seguenti valori:

Stato Limite di salvaguardia della Vita

Fattore di Struttura q per sisma orizzontale in direzione X: **3,00**

Fattore di Struttura q per sisma orizzontale in direzione Y: **3,00**

Fattore di Struttura q per sisma verticale: **1,50**

Di seguito si esplicita il calcolo del fattore di struttura utilizzato per il sisma orizzontale:

Dir. X:

- tipologia tab. 7.4.I D.M. 14/01/2008: **A pareti, miste equivalenti a pareti**
- tipologia strutturale: **accoppiate o miste equivalenti a pareti**
- $a_u/a_1, X$: **1,1**
- fattore di riduzione q_0 (kw): **1,00**

Dir. Y:

- tipologia tab. 7.4.I D.M. 14/01/2008: **A pareti, miste equivalenti a pareti**
- tipologia strutturale: **accoppiate o miste equivalenti a pareti**
- $a_u/a_1, Y$: **1,1**
- fattore di riduzione q_0 (kw): **1,00**

regolarità in pianta: **NON REGOLARE**
 regolarità in altezza: **NON REGOLARE**

Il fattore di struttura è calcolato secondo la relazione (7.3.1) del § 7.3.1 del D.M. 14/01/2008:

$$q = q_0 \times K_R$$

dove:

q_0 è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto α_u/α_1 , tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;

K_R è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

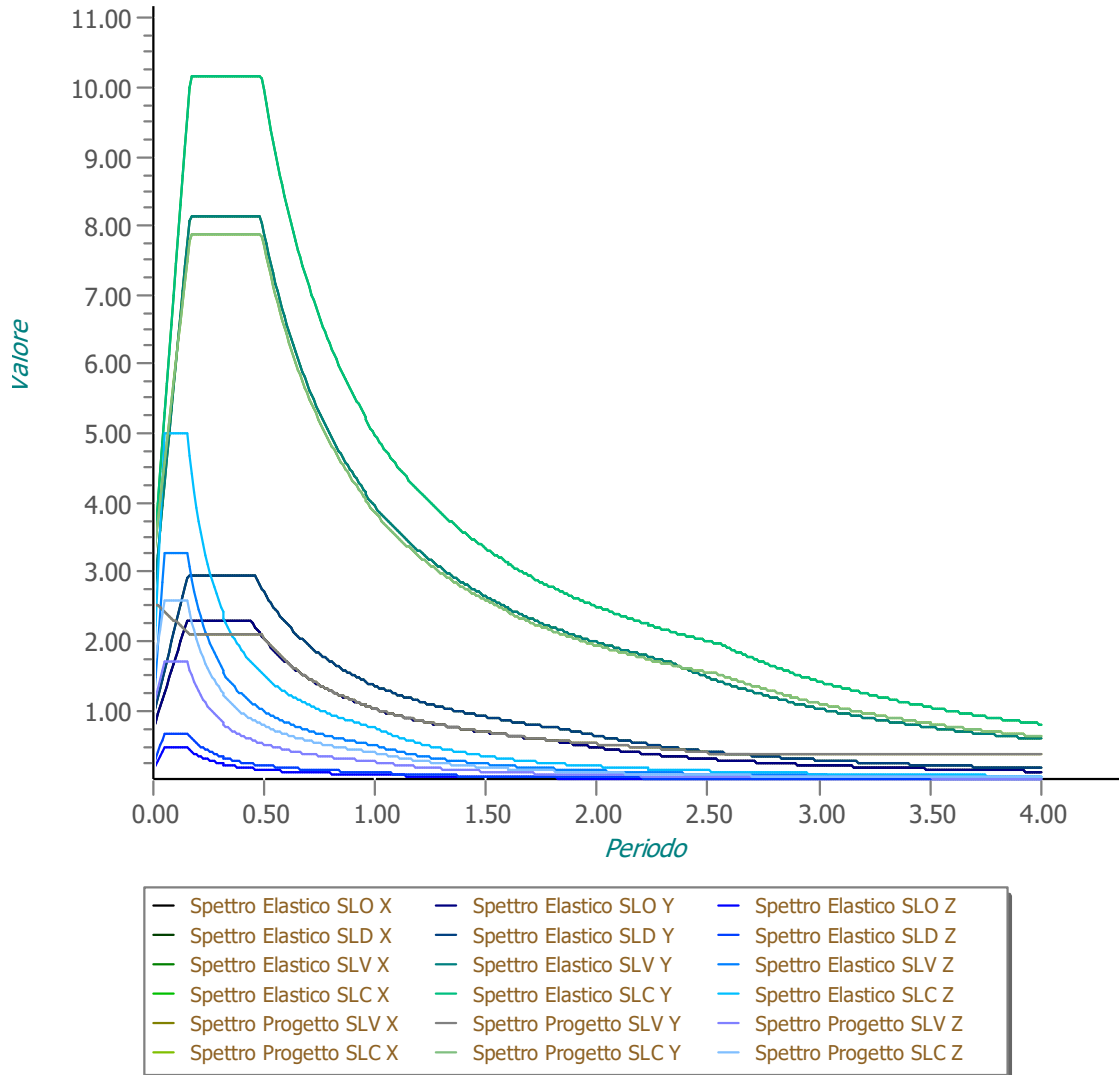
N.B: Per le costruzioni *regolari in pianta*, qualora non si proceda ad un'analisi non lineare finalizzata alla valutazione del rapporto α_u/α_1 , per esso possono essere adottati i valori indicati nei § 7.4.3.2 del D.M. 14/01/2008 per le diverse tipologie costruttive. Per le costruzioni *non regolari in pianta*, si possono adottare valori di α_u/α_1 pari alla media tra 1,0 ed i valori di volta in volta forniti per le diverse tipologie costruttive.

Tabella 7.4.I – Valori di q_0

Tipologia	q_0	
	CD"B"	CD"A"
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	$3,0 \alpha_u/\alpha_1$	$4,5 \alpha_u/\alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate	3,0	$4,0 \alpha_u/\alpha_1$
Strutture deformabili torsionalmente	2,0	3,0
Strutture a pendolo inverso	1,5	2,0

Gli spettri utilizzati sono riportati nella successiva figura.

Grafico degli Spettri di Risposta



11.4 Metodo di Analisi

Il calcolo delle azioni sismiche è stato eseguito in analisi dinamica modale, considerando il comportamento della struttura in regime elastico lineare.

Il numero di modi di vibrazione considerato (21) ha consentito, nelle varie condizioni, di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura:

Stato Limite	Direzione Sisma	%
salvaguardia della vita	X	82.9
salvaguardia della vita	Y	90.1
salvaguardia della vita	Z	100.0

Per valutare la risposta massima complessiva di una generica caratteristica E , conseguente alla sovrapposizione dei modi, si è utilizzata una tecnica di combinazione probabilistica definita CQC (Complete Quadratic Combination - Combinazione Quadratica Completa):

$$E = \sqrt{\sum_{i,j=1,n} \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j} \quad \text{con} \quad \rho_{ij} = \frac{8 \cdot \xi^2 \cdot (1 + \beta_{ij}) \cdot \beta_{ij}^{\frac{3}{2}}}{(1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4 \cdot \xi^2 \cdot \beta_{ij} \cdot (1 + \beta_{ij}^2)} \quad \beta_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j}$$

dove:

n è il numero di modi di vibrazione considerati

ρ è il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente espresso in percentuale;

β_{ij} è il rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia i-j di modi di vibrazione.

Le sollecitazioni derivanti da tali azioni sono state composte poi con quelle derivanti da carichi verticali, orizzontali non sismici secondo le varie combinazioni di carico probabilistiche. Il calcolo è stato effettuato mediante un programma agli elementi finiti le cui caratteristiche verranno descritte nel seguito.

Il calcolo degli effetti dell'azione sismica è stato eseguito con riferimento alla struttura spaziale, tenendo cioè conto degli elementi interagenti fra loro secondo l'effettiva realizzazione escludendo i tamponamenti. Non ci sono approssimazioni su tetti inclinati, piani sfalsati o scale, solette, pareti irrigidenti e nuclei.

Si è tenuto conto delle deformabilità taglianti e flessionali degli elementi monodimensionali; muri, pareti, setti, solette sono stati correttamente schematizzati tramite elementi finiti a tre/quattro nodi con comportamento a guscio (sia a piastra che a lastra).

Sono stati considerati sei gradi di libertà per nodo; in ogni nodo della struttura sono state applicate le forze sismiche derivanti dalle masse circostanti.

Le sollecitazioni derivanti da tali forze sono state poi combinate con quelle derivanti dagli altri carichi come prima specificato.

11.5 Valutazione degli spostamenti

Gli spostamenti d_E della struttura sotto l'azione sismica di progetto allo SLV si ottengono moltiplicando per il fattore μ_d i valori d_{Ee} ottenuti dall'analisi lineare, dinamica o statica, secondo l'espressione seguente:

$$d_E = \pm \mu_d \cdot d_{Ee}$$

dove

$$\begin{aligned} \mu_d &= q & \text{se } T_1 \geq T_c \\ \mu_d &= 1 + (q-1) \cdot T_c / T_1 & \text{se } T_1 < T_c \end{aligned}$$

In ogni caso $\mu_d \leq 5q - 4$.

11.6 Combinazione delle componenti dell'azione sismica

Le azioni orizzontali dovute al sisma sulla struttura vengono convenzionalmente determinate come agenti separatamente in due direzioni tra loro ortogonali prefissate. In generale, però, le componenti orizzontali del sisma devono essere considerate come agenti simultaneamente. A tale scopo, la combinazione delle componenti orizzontali dell'azione sismica è stata tenuta in conto come segue:

- gli effetti delle azioni dovuti alla combinazione delle componenti orizzontali dell'azione sismica sono stati valutati mediante le seguenti combinazioni:

$$E_{dX} \pm 0.30E_{dY}$$

$$E_{dY} \pm 0.30E_{dX}$$

dove:

E_{dX} rappresenta gli effetti dell'azione dovuti all'applicazione dell'azione sismica lungo l'asse orizzontale X scelto della struttura;

E_{dY} rappresenta gli effetti dell'azione dovuti all'applicazione dell'azione sismica lungo l'asse orizzontale Y scelto della struttura.

L'azione sismica verticale deve essere considerata in presenza di: elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m, elementi pressoché orizzontali precompressi, elementi a sbalzo pressoché orizzontali con luce maggiore di 5 m, travi che sostengono colonne, strutture isolate.

La combinazione della componente verticale del sisma, qualora portata in conto, con quelle orizzontali è stata tenuta in conto come segue:

- gli effetti delle azioni dovuti alla combinazione delle componenti orizzontali e verticali del sisma sono stati valutati mediante le seguenti combinazioni:

$$E_{EdX} \pm 0.30E_{EdY} \pm 0.30E_{EdZ}$$

$$E_{EdY} \pm 0.30E_{EdX} \pm 0.30E_{EdZ}$$

$$E_{EdZ} \pm 0.30E_{EdX} \pm 0.30E_{EdY}$$

dove:

E_{EdX} e E_{EdY} sono gli effetti dell'azione sismica nelle direzioni orizzontali prima definite;

E_{EdZ} rappresenta gli effetti dell'azione dovuti all'applicazione della componente verticale dell'azione sismica di progetto.

11.7 Eccentricità accidentali

Per valutare le eccentricità accidentali, previste in aggiunta all'eccentricità effettiva sono state considerate condizioni di carico aggiuntive ottenute applicando l'azione sismica nelle posizioni del centro di massa di ogni piano ottenute traslando gli stessi, in ogni direzione considerata, di una distanza pari a +/- 5% della dimensione massima del piano in direzione perpendicolare all'azione sismica.

12 AZIONI SULLA STRUTTURA

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 14 gennaio 2008.

I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, vengono ripartiti dal programma di calcolo in modo automatico sulle membrature (travi, pilastri, pareti, solette, platee, ecc.).

I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste.

Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite (variabili con legge lineare ed agenti lungo tutta l'asta o su tratti limitati di essa).

Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

12.1 Stato Limite di Salvaguardia della Vita

Le azioni sulla costruzione sono state cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

Per gli stati limite ultimi sono state adottate le combinazioni del tipo:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (1)$$

dove:

- G_1 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);
- G_2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P rappresenta l'azione di pretensione e/o precompressione;
- Q azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
 - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
 - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- $\gamma_g, \gamma_q, \gamma_p$ coefficienti parziali come definiti nella tabella 2.6.I del DM 14 gennaio 2008;
- ψ_{0i} sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Le 112 combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni

condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico accidentale, a rotazione, è stata considerata sollecitazione di base (Q_{k1} nella formula precedente).

I coefficienti relativi a tali combinazioni di carico sono riportati negli allegati tabulati di calcolo.

In zona sismica, oltre alle sollecitazioni derivanti dalle generiche condizioni di carico statiche, devono essere considerate anche le sollecitazioni derivanti dal sisma. L'azione sismica è stata combinata con le altre azioni secondo la seguente relazione:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

dove:

- E rappresenta l'azione sismica per lo stato limite in esame;
- G_1 rappresenta peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G_2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P rappresenta l'azione di pretensione e/o precompressione;
- ψ_{2i} coefficiente di combinazione delle azioni variabili Q_i ;
- Q_{ki} valore caratteristico dell'azione variabile Q_i .

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_K + \sum_i (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

I valori dei coefficienti ψ_{2i} sono riportati nella seguente tabella:

Categoria/Azione	ψ_{2i}
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0,3
Categoria B – Uffici	0,3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0,6
Categoria D – Ambienti ad uso commerciale	0,6
Categoria E – Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	0,8
Categoria F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,6
Categoria G – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,3
Categoria H – Coperture	0,0
Vento	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,2
Variazioni termiche	0,0

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'**Approccio 2** come definito al p. 2.6.1 del DM 14/01/2008, attraverso la combinazione **A1+M1+R3**. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del DM 14/01/2008.

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella 6.2.II del DM 14/01/2008.

I valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.I del DM 14/01/2008 per le fondazioni superficiali. Per le fondazioni su pali, i valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.II del DM 14/01/2008.

Si è quindi provveduto a progettare le armature di ogni elemento strutturale per ciascuno dei valori ottenuti secondo le modalità precedentemente illustrate. Nella sezione relativa alle verifiche dei "Tabulati di calcolo" in allegato sono riportati, per brevità, i valori della sollecitazione relativi alla combinazione cui corrisponde il minimo valore del coefficiente di sicurezza.

12.2 Stato Limite di Danno

L'azione sismica, ottenuta dallo spettro di progetto per lo Stato Limite di Danno, è stata combinata con le altre azioni mediante una relazione del tutto analoga alla precedente:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

dove:

- E rappresenta l'azione sismica per lo stato limite in esame;
- G₁ rappresenta peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G₂ rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali
- P rappresenta l'azione di pretensione e/o precompressione;
- ψ_{2i} coefficiente di combinazione delle azioni variabili Q_i;
- Q_{ki} valore caratteristico dell'azione variabile Q_i.

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_K + \sum_i (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

I valori dei coefficienti ψ_{2i} sono riportati nella tabella di cui allo SLV.

12.3 Stati Limite di Esercizio

Allo Stato Limite di Esercizio le sollecitazioni con cui sono state semiprogettate le aste in c.a. sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - al punto 2.5.3. Per le verifiche agli stati limite di esercizio, a seconda dei casi, si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

rara	frequente	quasi permanente
$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$	$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

dove:

- G_{kj} valore caratteristico della j-esima azione permanente;
- P_{kh} valore caratteristico della h-esima deformazione impressa;
- Q_{kl} valore caratteristico dell'azione variabile di base di ogni combinazione;
- Q_{ki} valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- ψ_{0i} coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili di durata breve ma ancora significativi nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili;
- ψ_{1i} coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;
- ψ_{2i} coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

Ai coefficienti ψ_{0i}, ψ_{1i}, ψ_{2i} sono attribuiti i seguenti valori:

Azione	ψ _{0i}	ψ _{1i}	ψ _{2i}
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B – Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D – Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H – Coperture	0,0	0,0	0,0

Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

In maniera analoga a quanto illustrato nel caso dello SLU le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico; a turno ogni condizione di carico accidentale è stata considerata sollecitazione di base (Q_{k1} nella formula (1)), con ciò dando origine a tanti valori combinati. Per ognuna delle combinazioni ottenute, in funzione dell'elemento (trave, pilastro, etc...) sono state effettuate le verifiche allo SLE (tensioni, deformazioni e fessurazione).

Negli allegati tabulati di calcolo sono riportanti i coefficienti relativi alle combinazioni di calcolo generate relativamente alle combinazioni di azioni "Quasi Permanente" (1), "Frequente" (4) e "Rara" (5).

Nelle sezioni relative alle verifiche allo SLE dei citati tabulati, inoltre, sono riportati i valori delle sollecitazioni relativi alle combinazioni che hanno originato i risultati più gravosi.

13 CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO

13.1 Denominazione

Nome del Software	EdiLus
Versione	30.00Sb
Caratteristiche del Software	Software per il calcolo di strutture agli elementi finiti per Windows
Numero di serie	10011765
Intestatario Licenza	GARA ing. ENRICO
Produzione e Distribuzione	ACCA software S.p.A. Via Michelangelo Cianciulli 83048 Montella (AV) Tel. 0827/69504 r.a. - Fax 0827/601235 e-mail: info@acca.it - Internet: www.acca.it

13.2 Sintesi delle funzionalità generali

Il pacchetto consente di modellare la struttura, di effettuare il dimensionamento e le verifiche di tutti gli elementi strutturali e di generare gli elaborati grafici esecutivi.

È una procedura integrata dotata di tutte le funzionalità necessarie per consentire il calcolo completo di una struttura mediante il metodo degli elementi finiti (FEM); la modellazione della struttura è realizzata tramite elementi Beam (travi e pilastri) e Shell (platee, pareti, solette, setti, travi-parete).

L'input della struttura avviene per oggetti (travi, pilastri, solai, solette, pareti, etc.) in un ambiente grafico integrato; il modello di calcolo agli elementi finiti, che può essere visualizzato in qualsiasi momento in una apposita finestra, viene generato dinamicamente dal software.

Apposite funzioni consentono la creazione e la manutenzione di archivi Sezioni, Materiali e Carichi; tali archivi sono generali, nel senso che sono creati una tantum e sono pronti per ogni calcolo, potendoli comunque integrare/modificare in ogni momento.

L'utente non può modificare il codice ma soltanto eseguire delle scelte come:

- definire i vincoli di estremità per ciascuna asta (vincoli interni) e gli eventuali vincoli nei nodi (vincoli esterni);
- modificare i parametri necessari alla definizione dell'azione sismica;
- definire condizioni di carico;
- definire gli impalcati come rigidi o meno.

Il programma è dotato di un manuale tecnico ed operativo. L'assistenza è effettuata direttamente dalla casa

produttrice, mediante linea telefonica o e-mail.

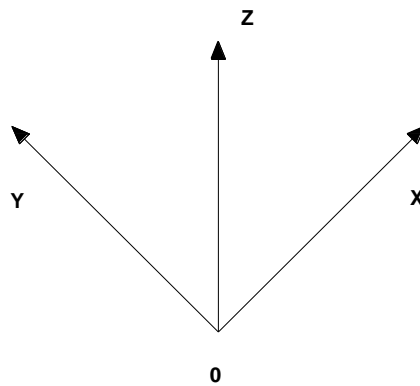
Il calcolo si basa sul solutore agli elementi finiti MICROSAP prodotto dalla società TESYS srl. La scelta di tale codice è motivata dall'elevata affidabilità dimostrata e dall'ampia documentazione a disposizione, dalla quale risulta la sostanziale uniformità dei risultati ottenuti su strutture standard con i risultati internazionalmente accettati ed utilizzati come riferimento.

Tutti i risultati del calcolo sono forniti, oltre che in formato numerico, anche in formato grafico permettendo così di evidenziare agevolmente eventuali incongruenze.

Il programma consente la stampa di tutti i dati di input, dei dati del modello strutturale utilizzato, dei risultati del calcolo e delle verifiche dei diagrammi delle sollecitazioni e delle deformate.

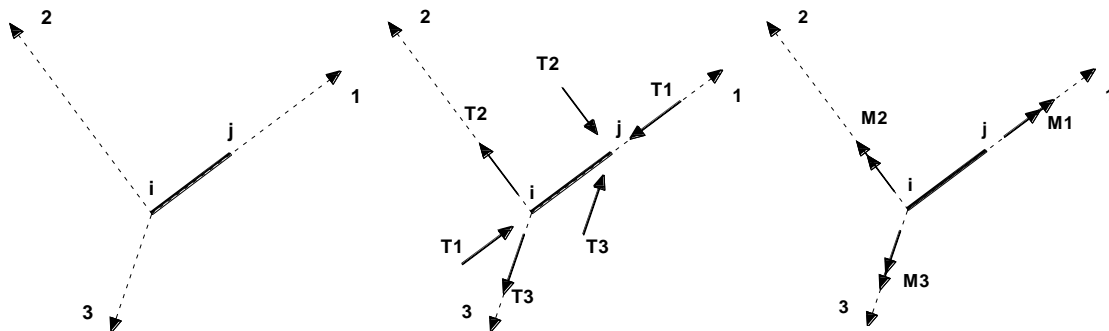
13.3 Sistemi di Riferimento

13.3.1 Riferimento globale



Il sistema di riferimento globale, rispetto al quale va riferita l'intera struttura, è costituito da una terna di assi cartesiani sinistrorsa OXYZ (X,Y, e Z sono disposti e orientati rispettivamente secondo il pollice, l'indice ed il medio della mano destra, una volta posizionati questi ultimi a 90° tra loro).

13.3.2 Riferimento locale per travi



L'elemento Trave è un classico elemento strutturale in grado di ricevere Carichi distribuiti e Carichi Nodali applicati ai due nodi di estremità; per effetto di tali carichi nascono, negli estremi, sollecitazioni di taglio, sforzo normale, momenti flettenti e torcenti.

Definiti i e j i nodi iniziale e finale della Trave, viene individuato un sistema di assi cartesiani 1-2-3 locale all'elemento, con origine nel Nodo i così composto:

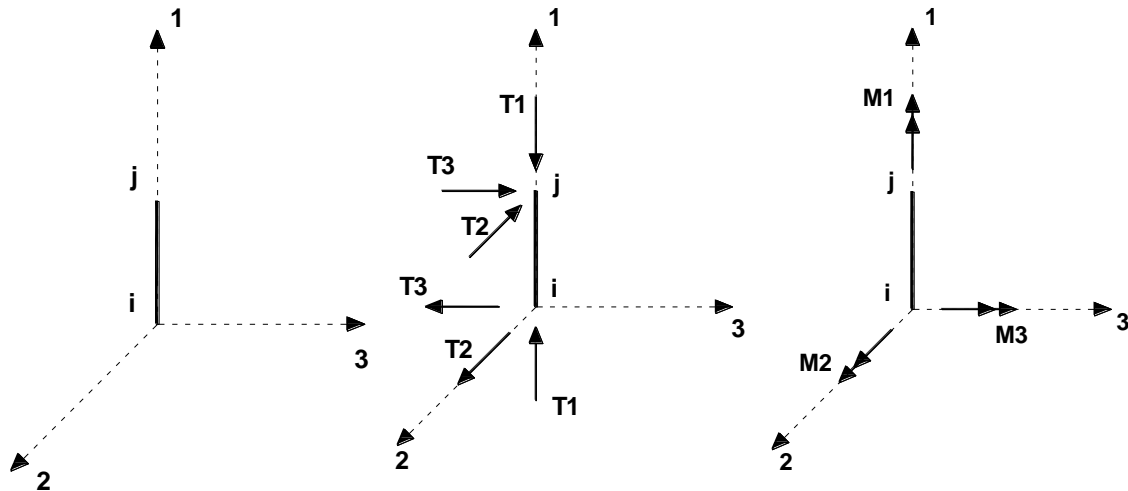
- asse 1 orientato dal nodo i al nodo j;
- assi 2 e 3 appartenenti alla sezione dell'elemento e coincidenti con gli assi principali d'inerzia della sezione

stessa.

Le sollecitazioni verranno fornite in riferimento a tale sistema di riferimento:

- Sollecitazione di Trazione o Compressione $T1$ (agente nella direzione $i-j$);
- Sollecitazioni taglianti $T2$ e $T3$, agenti nei due piani $1-2$ e $1-3$, rispettivamente secondo l'asse 2 e l'asse 3 ;
- Sollecitazioni che inducono flessione nei piani $1-3$ e $1-2$ ($M2$ e $M3$);
- Sollecitazione torcente $M1$.

13.3.3 Riferimento locale per pilastri



Definiti i e j come i due nodi iniziale e finale del pilastro, viene individuato un sistema di assi cartesiani $1-2-3$ locale all'elemento, con origine nel Nodo i così composto:

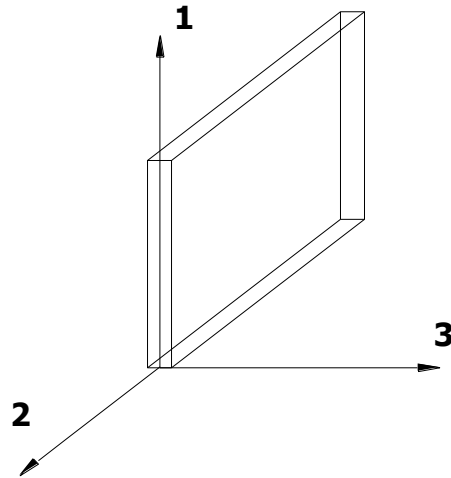
- asse 1 orientato dal nodo i al nodo j ;
- asse 2 perpendicolare all' asse 1 , parallelo e discorde all'asse globale Y ;
- asse 3 che completa la terna destrorsa, parallelo e concorde all'asse globale X .

Tale sistema di riferimento è valido per Pilastri con angolo di rotazione pari a '0' gradi; una rotazione del pilastro nel piano XY ha l'effetto di ruotare anche tale sistema (ad es. una rotazione di '90' gradi porterebbe l'asse 2 a essere parallelo e concorde all'asse X , mentre l'asse 3 sarebbe parallelo e concorde all'asse globale Y). La rotazione non ha alcun effetto sull'asse 1 che coinciderà sempre e comunque con l'asse globale Z .

Per quanto riguarda le sollecitazioni si ha:

- una forza di trazione o compressione $T1$, agente lungo l'asse locale 1 ;
- due forze taglianti $T2$ e $T3$ agenti lungo i due assi locali 2 e 3 ;
- due vettori momento (flettente) $M2$ e $M3$ agenti lungo i due assi locali 2 e 3 ;
- un vettore momento (torcente) $M1$ agente lungo l'asse locale nel piano 1 .

13.3.4 Riferimento locale per pareti



Una parete è costituita da una sequenza di setti; ciascun setto è caratterizzato da un sistema di riferimento locale 1-2-3 così individuato:

- asse 1, coincidente con l'asse globale Z;
- asse 2, parallelo e discorde alla linea d'asse della traccia del setto in pianta;
- asse 3, ortogonale al piano della parete, che completa la terna levogira.

Su ciascun setto l'utente ha la possibilità di applicare uno o più carichi uniformemente distribuiti comunque orientati nello spazio; le componenti di tali carichi possono essere fornite, a discrezione dell'utente, rispetto al riferimento globale XYZ oppure rispetto al riferimento locale 123 appena definito.

Si rende necessario, a questo punto, meglio precisare le modalità con cui EdiLus restituisce i risultati di calcolo. Nel modello di calcolo agli elementi finiti ciascun setto è discretizzato in una serie di elementi tipo "shell" interconnessi; il solutore agli elementi finiti integrato nel programma EdiLus, definisce un riferimento locale per ciascun elemento shell e restituisce i valori delle tensioni esclusivamente rispetto a tali riferimenti.

Il software EdiLus provvede ad omogeneizzare tutti i valori riferendoli alla terna 1-2-3. Tale operazione consente, in fase di input, di ridurre al minimo gli errori dovuti alla complessità d'immissione dei dati stessi ed allo stesso tempo di restituire all'utente dei risultati facilmente interpretabili.

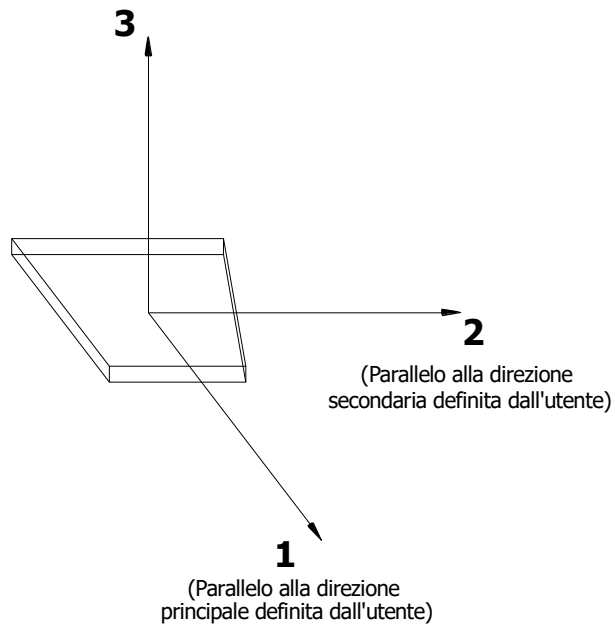
Tutti i dati cioè, sia in fase di input che in fase di output, sono organizzati secondo un criterio razionale vicino al modo di operare del tecnico e svincolato dal procedimento seguito dall'elaboratore elettronico.

In tal modo ad esempio, il significato dei valori delle tensioni può essere compreso con immediatezza non solo dal progettista che ha operato con il programma ma anche da un tecnico terzo non coinvolto nell'elaborazione; entrambi, così, potranno controllare con facilità dal tabulato di calcolo, la congruità dei valori riportati.

Un'ultima notazione deve essere riservata alla modalità con cui il programma fornisce le armature delle pareti, con riferimento alla faccia anteriore e posteriore.

La faccia anteriore è quella di normale uscente concorde all'asse 3 come prima definito o, identicamente, quella posta alla destra dell'osservatore che percorresse il bordo superiore della parete concordemente al verso di tracciamento.

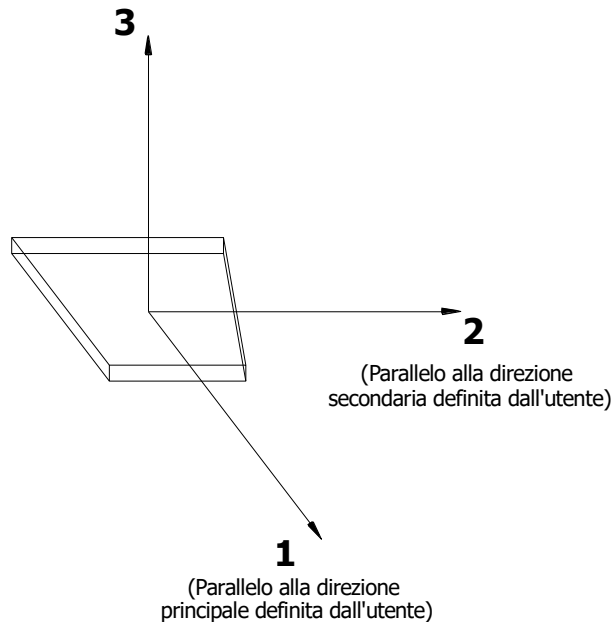
13.3.5 Riferimento locale per solette



In maniera analoga a quanto avviene per i setti, ciascuna soletta è caratterizzata da un sistema di riferimento locale 1,2,3 così definito:

- asse 1, coincidente con la direzione principale di armatura;
- asse 2, coincidente con la direzione secondaria di armatura;
- asse 3, ortogonale al piano della parete, che completa la terna levogira.

13.3.6 Riferimento locale per platee



Anche per le platee, analogamente a quanto descritto per le solette, è definito un sistema di riferimento locale 1,2,3:

- asse 1, coincidente con la direzione principale di armatura;
- asse 2, coincidente con la direzione secondaria di armatura;
- asse 3, ortogonale al piano della parete, che completa la terna levogira.

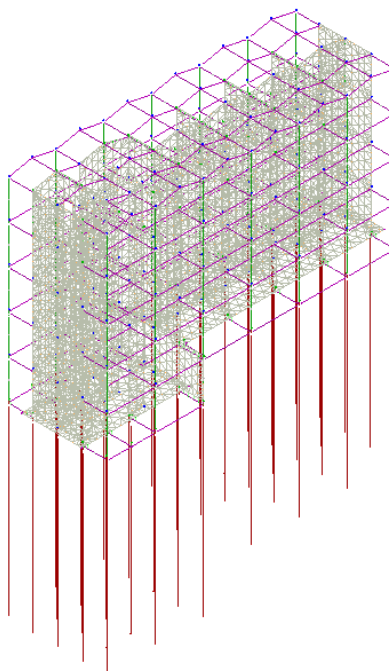
13.4 Modello di Calcolo

Il modello della struttura viene creato automaticamente dal codice di calcolo, individuando i vari elementi strutturali e fornendo le loro caratteristiche geometriche e meccaniche.

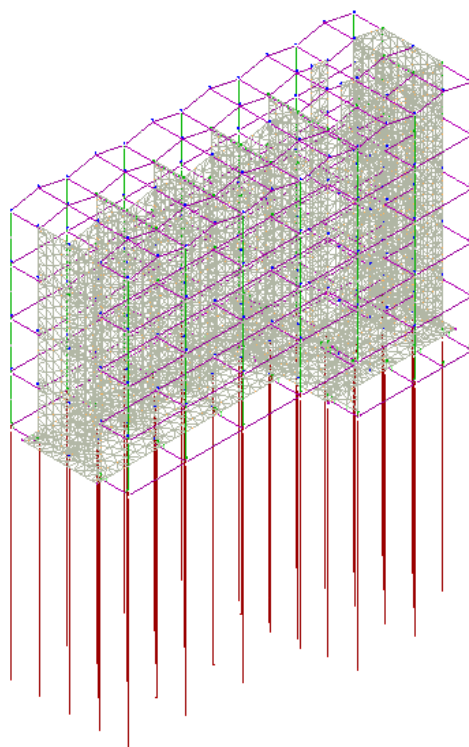
Viene definita un'opportuna numerazione degli elementi (nodi, aste, shell) costituenti il modello, al fine di individuare celermente ed univocamente ciascun elemento nei tabulati di calcolo.

Qui di seguito è fornita una rappresentazione grafica dettagliata della discretizzazione operata con evidenziazione dei nodi e degli elementi.

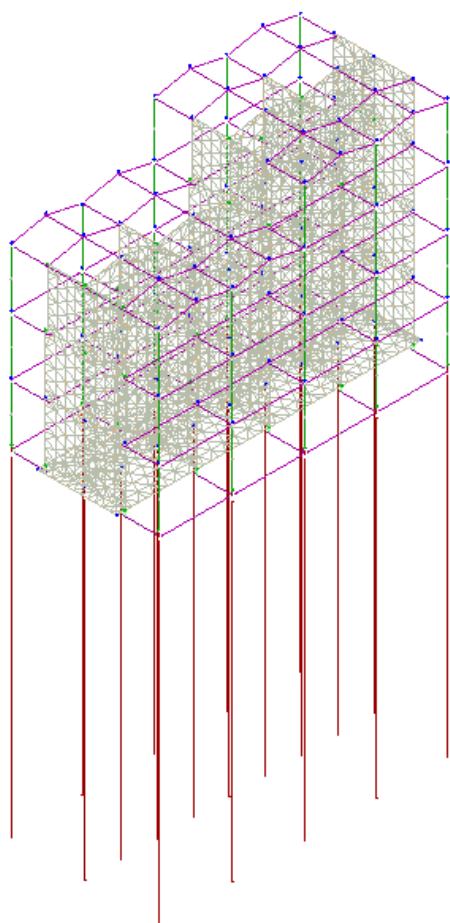
Vista Anteriore – LOTTO 1



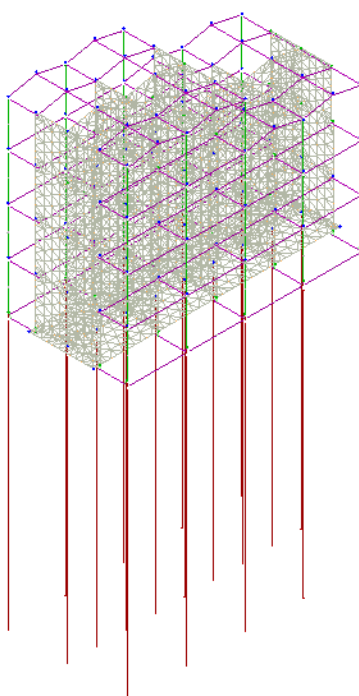
Vista Posteriore – LOTTO 1



Vista Anteriore – LOTTO 2



Vista Posteriore – LOTTO 2



Dalle illustrazioni precedenti si evince come le aste, sia travi che pilastri, siano schematizzate con un tratto flessibile centrale e da due tratti (braccetti) rigidi alle estremità. I nodi vengono posizionati sull'asse verticale dei pilastri, in corrispondenza dell'estradosso della trave più alta che in esso si collega. Tramite i braccetti i tratti flessibili sono quindi collegati ad esso.

In questa maniera il nodo risulta perfettamente aderente alla realtà poiché vengono presi in conto tutti gli eventuali disassamenti degli elementi con gli effetti che si possono determinare, quali momenti flettenti/torcenti aggiuntivi. Le sollecitazioni vengono determinate, com'è corretto, solo per il tratto flessibile. Sui tratti rigidi, infatti, essendo (teoricamente) nulle le deformazioni le sollecitazioni risultano indeterminate.

Questa schematizzazione dei nodi viene automaticamente realizzata dal programma anche quando il nodo sia determinato dall'incontro di più travi senza il pilastro, o all'attacco di travi/pilastri con elementi shell.

Il vincolo offerto dai pali è del tipo incastro cedevole con rigidzze traslazionali in direzione X,Y,Z e rotazionali in X ed Y. In direz. Z la rigidzza rotazionale è trascurata. Il calcolo di tali rigidzze è effettuato in Z con un metodo geotecnico che tiene conto dello spessore deformabile, mentre le altre sono ricavate da relazioni riportate in EC8 parte 5 app.C. Il vincolo offerto dai plinti è del tipo incastro cedevole con rigidzze traslazionali in direzione X,Y,Z e rotazionali in X, Y e Z. Il calcolo di tali rigidzze è effettuato per plinti diretti in funzione delle costanti di sottofondo del terreno, mentre per i plinti su pali la rigidzza complessiva è funzione delle rigidzze calcolate per i singoli pali.

13.5 Verifiche di Resistenza

Per quanto concerne il progetto degli elementi in c.a. illustriamo, in dettaglio, il procedimento seguito quando si è in presenza di pressoflessione deviata (pilastri e trave di sezione generica):

- per tutte le terne M_x , M_y , N , individuate secondo la modalità precedentemente illustrata, si calcola il coefficiente di sicurezza in base alla formula 4.1.10 del D.M. 14 gennaio 2008, effettuando due verifiche a pressoflessione retta con la seguente formula:

$$\left(\frac{M_{Ex}}{M_{Rx}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{Ey}}{M_{Ry}} \right)^\alpha \leq 1$$

dove:

M_{Ex} , M_{Ey} sono i valori di calcolo delle due componenti di flessione retta dell'azione attorno agli assi di flessione X ed Y del sistema di riferimento locale;

M_{Rx} , M_{Ry} sono i valori di calcolo dei momenti resistenti di pressoflessione retta corrispondenti allo sforzo assiale N_{Ed} valutati separatamente attorno agli assi di flessione.

L'esponente α può dedursi in funzione della geometria della sezione, della percentuale meccanica dell'armatura e della sollecitazione di sforzo normale agente.

- se per almeno una di queste terne la relazione 4.1.10 non è rispettata, si incrementa l'armatura variando il diametro delle barre utilizzate e/o il numero delle stesse in maniera iterativa fino a quando la suddetta relazione è rispettata per tutte le terne considerate.

Sempre quanto concerne il progetto degli elementi in c.a. illustriamo in dettaglio il procedimento seguito per le travi verificate/semiprogettate a pressoflessione retta:

- per tutte le coppie M_x , N , individuate secondo la modalità precedentemente illustrata, si calcola il coefficiente di sicurezza in base all'armatura adottata;
- se per almeno una di queste coppie esso è inferiore all'unità, si incrementa l'armatura variando il diametro delle barre utilizzate e/o il numero delle stesse in maniera iterativa fino a quando il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o al più uguale all'unità per tutte le coppie considerate.

Nei tabulati di calcolo, per brevità, non potendo riportare una così grossa mole di dati, si riporta la terna M_x , M_y , N , o la coppia M_x , N che ha dato luogo al minimo coefficiente di sicurezza.

Una volta semiprogettate le armature allo SLU, si procede alla verifica delle sezioni allo Stato Limite di Esercizio con le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti; se necessario, le armature vengono integrate per far rientrare le tensioni entro i massimi valori previsti.

Successivamente si procede alle verifiche alla deformazione, quando richiesto, ed alla fessurazione che, come

è noto, sono tese ad assicurare la durabilità dell'opera nel tempo.

Il carico limite verticale dei pali è stato calcolato col metodo di Berezantzeev, tenendo conto della stratigrafia, delle condizioni del terreno (drenato/non drenato), se trattasi di pali con grosso diametro (>80 cm), dell'eventuale presenza della falda e della riduzione dovuta agli effetti di interazione per gruppi di pali. Tale carico limite viene confrontato col valore massimo dell'azione verticale, che, nel caso di plinti su pali, viene calcolato tenendo conto della geometria effettiva del plinto e degli effetti di M_x ed M_y oltreché F_z .

Il carico limite orizzontale viene invece ricavato secondo la metodologia indicata da Broms per pali vincolati in testa. Viene calcolata l'armatura principale e secondaria del palo rispettivamente a pressoflessione ed a taglio, il meccanismo di rottura del complesso palo-terreno (palo corto/medio/lungo) e l'eventuale profondità di formazione della cerniera plastica in caso di palo lungo.

Anche in tal caso l'azione orizzontale è quella massima calcolata tenendo conto della geometria del problema.

Il plinto su pali è stato calcolato pensandolo come un insieme di travi isostatiche che collegano le teste dei pali. Il carico verticale viene ripartito in base al numero di esse ed idealmente posto al centro; le verifiche delle armature a flessione e taglio di tali travi sono effettuate di conseguenza. Vengono calcolate, quando necessarie, le armature di punzonamento ed i plinti sono completati con armature di ripartizione per particolari geometrie che lo richiedono, ed ancora con armature perimetrali di circondamento.

Il carico limite verticale dei pali è stato calcolato col metodo di Berezantzeev, tenendo conto della stratigrafia, delle condizioni del terreno (drenato/non drenato), se trattasi di pali con grosso diametro (>80 cm), della eventuale presenza della falda e della riduzione dovuta agli effetti di interazione per gruppi di pali. Tale carico limite viene confrontato col valore massimo dell'azione verticale, che, nel caso di plinti su pali, viene calcolato tenendo conto della geometria effettiva del plinto e degli effetti di M_x ed M_y oltreché F_z .

Il carico limite orizzontale viene invece ricavato secondo la metodologia indicata da Broms per pali vincolati in testa. Viene calcolata l'armatura principale e secondaria del palo rispettivamente a pressoflessione ed a taglio, il meccanismo di rottura del complesso palo-terreno (palo corto/medio/lungo) e l'eventuale profondità di formazione della cerniera plastica in caso di palo lungo.

Anche in tal caso l'azione orizzontale è quella massima calcolata tenendo conto della geometria del problema.

13.6 Gerarchia delle Resistenze

Relativamente agli elementi in c.a., sono state applicate le disposizioni contenute al § 7.4.4 del D.M. 14/01/2008. Più in particolare:

- per le **travi**, al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al **taglio**, le sollecitazioni di calcolo si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione delle cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti delle due sezioni di estremità, amplificati del fattore di sovrarresistenza γ_{Rd} assunto pari, rispettivamente, ad 1,20 per strutture in CD "A", ad 1,00 per strutture in CD "B". La verifica di resistenza è eseguita secondo le indicazioni del § 7.4.4.1.2.2.
- per i **pilastr**i, al fine di scongiurare l'attivazione di meccanismi fragili globali, come il meccanismo di "piano debole" che comporta la plasticizzazione, anticipata rispetto alle travi, di gran parte dei pilastr di un piano, il progetto a **flessione** delle zone dissipative dei pilastr è effettuato considerando le sollecitazioni corrispondenti alla resistenza delle zone dissipative delle travi amplificata mediante il coefficiente γ_{Rd} che vale 1,3 in CD "A" e 1,1 per CD "B". In tali casi, generalmente, il meccanismo dissipativo prevede la localizzazione delle cerniere alle estremità delle travi e le sollecitazioni di progetto dei pilastr possono essere ottenute a partire dalle resistenze d'estremità delle travi che su di essi convergono, facendo in modo che, per ogni nodo trave-pilastr ed ogni direzione e verso dell'azione sismica, la resistenza complessiva dei pilastr sia maggiore della resistenza complessiva delle travi amplificata del coefficiente γ_{Rd} , in accordo con la formula (7.4.4) delle NTC. Le verifiche di resistenza sono eseguite secondo le indicazioni del § 7.4.4.2.2.1.

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al **taglio**, le sollecitazioni di calcolo da utilizzare per le verifiche ed il dimensionamento delle armature si ottengono dalla condizione di equilibrio del pilastr soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore ed inferiore secondo l'espressione (7.4.5). Le verifiche di resistenza sono eseguite secondo le indicazioni del § 7.4.4.2.2.2.

- per i **nodi trave-pilastr**, si deve verificare che la resistenza del nodo sia tale da assicurare che non pervenga a rottura prima delle zone della trave e del pilastr ad esso adiacente. L'azione di taglio, agente in direzione orizzontale per le varie direzioni del sisma, nel nucleo di calcestruzzo del nodo è calcolata secondo

l'espressione (7.4.6) per i nodi interni e (7.4.7) per quelli esterni. Le verifiche di resistenza sono eseguite invece secondo le indicazioni del § 7.4.4.3.1.

- per i **setti** sismo resistenti, le sollecitazioni di calcolo sono determinate secondo quanto indicato nel § 7.4.4.5.1. Le verifiche di resistenza sono eseguite invece secondo le indicazioni del § 7.4.4.5.2.

Per quanto riguarda la struttura di fondazione sono applicate le disposizioni contenute al § 7.2.5 del D.M. 14/01/2008. Più in particolare:

- le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera struttura, condotta esaminando la sola struttura in elevazione alla quale sono applicate le azioni statiche e sismiche;
- per le strutture progettate sia in CD"A" che in CD"B" il dimensionamento della struttura di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno sono eseguite assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti. Più precisamente, la forza assiale negli elementi strutturali verticali derivante dalla combinazione delle azioni di cui al § 3.2.4 è associata al concomitante valore del momento flettente e del taglio ottenuto amplificando le azioni trasferite dagli elementi soprastanti con un γ_{Rd} pari a 1,1 in CD"B" e 1,3 in CD"A".

I risultati delle suddette verifiche sono riportate nei tabulati di calcolo.

14 TABULATI DI CALCOLO

Per quanto non espressamente sopra riportato, ed in particolar modo per ciò che concerne i dati numerici di calcolo, si rimanda all'allegato "Tabulati di calcolo" costituente parte integrante della presente relazione.

15 RELAZIONE DI CALCOLO OPERE DI CONTENIMENTO

Introduzione.

Le paratie sono opere di ingegneria civile che trovano molta applicazione in problemi legati alla stabilizzazione di versanti o al sostegno di rilevati di terreno. Tuttavia è anche facile sentire parlare di paratie che sono utilizzate per l'ormeggio di grandi imbarcazioni, o per puntellare pareti di trincee e altri scavi o per realizzare cassoni a tenuta stagna per lavori subacquei. Come si può quindi intuire grande importanza deve essere data alla progettazione di una simile opera, soprattutto per quanto riguarda il progetto strutturale e geotecnico. Per quanto riguarda l'aspetto del calcolo vale la pena sottolineare che non esistono, ad oggi, metodi esatti, e questo è anche dovuto alla complessa interazione tra la profondità di scavo, la rigidità del materiale costituente la paratia e la resistenza dovuta alla pressione passiva. In ogni caso, i metodi correntemente utilizzati possono essere classificati in due categorie:

- Metodi che si basano su una discretizzazione del modello di paratia (si parla di differenze finite o di elementi finiti);
- Metodi che si basano su congetture di tipo semplicistico, al fine di poter affrontare il problema con il semplice studio dell'equilibrio di un corpo rigido.

Tra le due classi di metodi esposti all'elenco precedente, quello degli elementi finiti è quello che più di tutti risulta razionale, in quanto basato su considerazioni che coinvolgono sia la statica del problema (equilibrio) sia la cinematica (congruenza).

Tipi di paratie.

I tipi di paratie maggiormente utilizzate allo stato attuale possono essere classificati come segue:

- Paratie in calcestruzzo armato, costruite per mezzo di pali o per mezzo di setti (entrambi armati);
- Paratie di legno;
- Paratie in acciaio.

Analisi della paratia.

Alcune considerazioni preliminari.

Gli elementi che concorrono al calcolo di una paratia sono vari. Si coinvolgono infatti concetti legati alla flessibilità dei pali, al calcolo della spinta del terrapieno, alla rigidità del terreno ecc. Si osservi la seguente figura:

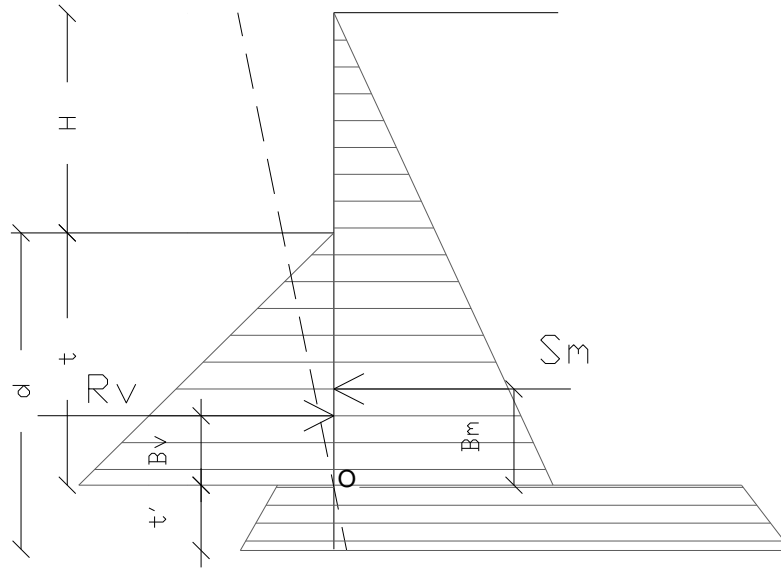


Figura 1: Schema delle pressioni agenti sulla paratia

Si vede che le pressioni laterali che sono chiamate a concorrere nell'equilibrio sono la pressione attiva sviluppata a tergo della paratia e la pressione passiva che si sviluppa nella parte anteriore della paratia (Parte di valle della paratia). Il calcolo, sia nell'ambito dei metodi semplificati che nell'ambito di metodi numerici, della spinta a tergo ed a valle della paratia viene solitamente condotto sia con il metodo di Rankine che con il metodo di Coulomb. Si rileva però che il metodo di Coulomb fornisce risultati più accurati in quanto essendo la paratia un'opera solitamente flessibile, e manifestando quindi spostamenti maggiori si generano fenomeni di attrito all'interfaccia paratia-terreno che possono essere tenuti in conto solo attraverso i coefficienti di spinta di Coulomb. Nell'utilizzo del metodo degli elementi finiti si deve calcolare anche un coefficiente di reazione del terreno k_s , oltre che la spinta attiva e passiva del terreno. Se si parla di analisi in condizioni non drenate è inoltre necessario conoscere il valore della coesione non drenata. E' inoltre opportuno considerare che se si vuole tenere debitamente in conto l'attrito tra terreno e opera si deve essere a conoscenza dell'angolo di attrito tra terreno e opera (appunto). In conclusione i parametri (in termini di proprietà del terreno) di cui si deve disporre per effettuare l'analisi sono i seguenti:

- Angolo di attrito interno del terreno;
- Coesione del terreno;
- Peso dell'unità di volume del terreno;
- Angolo di attrito tra il terreno ed il materiale che costituisce l'opera.

Calcolo delle spinte.

Come accennato in uno dei paragrafi precedenti, deve in ogni caso essere effettuato il calcolo della spinta attiva e passiva. Si espone quindi in questa sezione il calcolo delle spinte con il metodo di Coulomb.

Calcolo della spinta attiva.

La spinta attiva può essere calcolata con il metodo di Coulomb o alternativamente utilizzando la Teoria di Caquot.

Metodo di Coulomb.

Il metodo di Coulomb è capace di tenere in conto le variabili più significative, soprattutto con riguardo al fenomeno attritivo che si genera all'interfaccia paratia-terreno. Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione (valutata alla profondità z):

$$\sigma_h(z) = k_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta totale, che è l'integrale della relazione precedente su tutta l'altezza, è applicata ad $1/3$ di H e si calcola con la seguente espressione:

$$S_t(z) = \frac{1}{2} k_a \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato con k_a il valore del coefficiente di pressione attiva, determinabile con la seguente relazione:

$$k_a = \frac{\sin^2(\phi + \beta)}{\sin^2 \beta \times \sin(\beta - \delta) \times \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi - \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \times \sin(\beta + \varepsilon)}} \right]^2}$$

con $\delta < (\beta - \phi - \varepsilon)$ secondo Muller – Breslau

γ_t = Peso unità di volume del terreno;

β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

ϕ = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ = Angolo di attrito terreno-paratia positivo se antiorario;

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria;

Metodo di Caquot.

Il metodo di Coulomb risulta essere un metodo sufficientemente accurato per la valutazione dei coefficienti di pressione allo stato limite. Tuttavia soffre dell'ipotesi riguardante la planarità della superficie di scorrimento. Tale ipotesi è rimossa applicando la teoria di Caquot la quale si basa sull'utilizzo di una superficie di scorrimento a forma di spirale logaritmica. Secondo questa teoria il coefficiente di pressione attiva si determina utilizzando la seguente formula:

$$K_a = \rho \cdot K_a^{\text{Coulomb}}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

- K_a^{Coulomb} è il coefficiente di pressione attiva calcolato con la teoria di Coulomb;
- ρ è un coefficiente moltiplicativo calcolato con la seguente formula:

$$\rho = \left(\left[1 - 0.9 \cdot \lambda^2 - 0.1 \cdot \lambda \right] \cdot \left[1 - 0.3 \cdot \lambda^3 \right] \right)^{-n}$$

Dove i simboli sono calcolati con le seguenti formule:

$$\lambda = \frac{\Delta + \beta - \Gamma}{4 \cdot \phi - 2 \cdot \pi \cdot (\Delta + \beta - \Gamma)}$$

$$\Delta = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{|\cot(\delta)| - \sqrt{\cot^2(\delta) - \cot^2(\varphi)}}{1 + \cos ec(\varphi)} \right)$$

$$\Gamma = \sin^{-1} \left(\frac{\sin(\beta)}{\sin(\varphi)} \right)$$

Dove i simboli hanno il seguente significato (vedere anche figura seguente):

- β è l'inclinazione del profilo di monte misurata rispetto all'orizzontale;
- φ è l'angolo di attrito interno del terreno spingente;
- δ è l'angolo di attrito all'interfaccia opera-terreno;

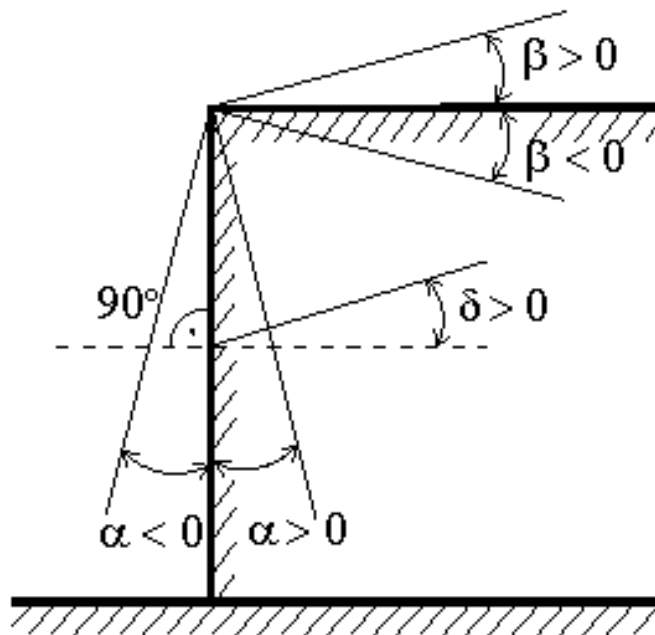


Figura: Convenzione utilizzata per il calcolo del coefficiente di pressione secondo la teoria di Caquot

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari:

$$\sigma_q(z) = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Integrando la tensione riportata alla formula precedente si ottiene la spinta totale dovuta al sovraccarico:

$$S_q = k_a \cdot Q \cdot \frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \varepsilon)} \cdot H$$

Con punto di applicazione ad $H/2$ (essendo la distribuzione delle tensioni costante). Nelle precedenti formule i simboli hanno il seguente significato:

β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria

K_a = Coefficiente di pressione attiva calcolato al paragrafo precedente

Striscia di carico su pc inclinato

Il carico agente viene decomposto in un carico ortogonale ed in uno tangenziale al terrapieno, le pressioni indotte sulla parete saranno calcolate come illustrato nei due paragrafi che seguono.

Striscia di carico ortogonale al piano di azione

Un carico ripartito in modo parziale di ascissa iniziale x_1 ed ascissa finale x_2 genera un diagramma di pressioni sulla parete i cui valori sono stati determinati secondo la formulazione di Terzaghi, che esprime la pressione alla generica profondità z come segue:

$$\sigma_q(z) = \frac{Q}{2\pi \times (2\Delta\theta + A)}$$

$$\tau_{xz} = -\frac{Q}{2\pi B}$$

Con:

$$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2;$$

$$A = \sin(2\theta_1) - \sin(2\theta_2)$$

$$B = \cos(2\theta_1) - \cos(2\theta_2)$$

$$\theta_1 = \arctg(z/x_1)$$

$$\theta_2 = \arctg(z/x_2)$$

Per integrazione si otterrà la risultante ed il relativo braccio.

Striscia di carico tangenziale al p.c.

$$\sigma_x = \frac{t}{2\pi \times (D - 2E)}$$

T = Intensità del carico $[F/L^2]$

$D = 4 \times \log[\sin\theta_1/\sin\theta_2]$

$E = \sin^2\theta_1 - \sin^2\theta_2$

Linee di carico sul terrapieno

Le linee di carico generano un incremento di pressioni sulla parete che secondo BOUSSINESQ, alla profondità z , possono essere espresse come segue:

$$\sigma_x(x, z) = \frac{2V}{\pi \cdot x^2 \cdot z \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

$$\tau_{xz}(x, z) = \frac{2V}{\pi \cdot x \cdot z^2 \cdot (x^2 + z^2)^2}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

V = Intensità del carico espressa in $[F/L]$;

X = Distanza, in proiezione orizzontale, del punto di applicazione del carico dalla parete;

Se il piano di azione è inclinato di ε viene ruotato il sistema di riferimento xz in XZ , attraverso la seguente trasformazione:

$$\begin{cases} X = x \cdot \cos(\varepsilon) - z \cdot \sin(\varepsilon) \\ Z = z \cdot \cos(\varepsilon) + x \cdot \sin(\varepsilon) \end{cases}$$

Spinta in presenza di falda acquifera

La falda con superficie distante H_w dalla base della struttura, induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z sono espresse come segue:

$$u(z) = \gamma_w \cdot z$$

La spinta idrostatica totale si ottiene per integrazione su tutta l'altezza della relazione precedente:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

Avendo indicato con H l'altezza totale di spinta e con γ_w il peso dell'unità di volume dell'acqua. La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t ($\gamma'_t = \gamma_{\text{saturo}} - \gamma_w$), peso specifico del materiale immerso in acqua. In condizioni sismiche la sovraspinta esercitata dall'acqua viene valutata nel seguente modo:

$$\Delta S_w = \frac{7}{12} \gamma_w \cdot H_w^2 \cdot C$$

applicata a 2/3 dell'altezza della falda H_w [Matsuo O'Hara (1960) Geotecnica, R. Lancellotta]

Effetto dovuto alla presenza di coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -\frac{2 \cdot c}{\sqrt{k_a}}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto della spinta per effetto della coesione. E' stata calcolata l'altezza critica Z_c come segue:

$$Z_c = \frac{2c}{\gamma_t \times \sqrt{K_a}} - \left\{ \frac{\left[Q \times \sin \beta / \sin(\beta + \varepsilon) \right]}{\gamma_t} \right\}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato

Q = Carico agente sul terrapieno eventualmente presente.

γ_t = Peso unità di volume del terreno

β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale positiva se antioraria

C = Coesione del materiale

K_a = Coefficiente di pressione attiva, come calcolato ai passi precedenti

Nel caso in cui si verifichi la circostanza che la Z_c , calcolata con la formula precedente, sia minore di zero è possibile sovrapporre direttamente gli effetti dei diagrammi, imponendo un decremento al diagramma di spinta originario valutato come segue:

$$S_c = P_c \cdot H$$

Dove si è indicata con il simbolo H l'altezza totale di spinta.

Sisma

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sulla parete è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma (1 \pm k_v) K H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

H = altezza di scavo

K_v = coefficiente sismico verticale

γ = peso per unità di volume del terreno

K = coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico) (vedi Mononobe & Okabe)

E_{ws} = spinta idrostatica dell'acqua

E_{wd} = spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo ϑ della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\tan \vartheta = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H'^2$$

Con H' altezza del livello di falda (riportata nella sezione relativa al calcolo della spinta idrostatica).

Resistenza passiva

Anche per il calcolo della resistenza passiva si possono utilizzare i due metodi usati nel calcolo della pressione allo stato limite attivo (metodo di Coulomb e metodo di Caquot).

Metodo di Coulomb

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni in condizioni di stato limite passivo risulta lineare con legge del tipo del tipo:

$$\sigma_p(z) = k_p \gamma_t z$$

Ancora una volta integrando la precedente relazione sull'altezza di spinta (che per le paratie deve essere valutata attentamente) si ottiene la spinta passiva totale:

$$S_t = \frac{1}{2} k_p \cdot \gamma_t \cdot H^2$$

Avendo indicato al solito con H l'altezza di spinta, γ_t il peso dell'unità di volume di terreno e con k_p il coefficiente di pressione passiva (in condizioni di stato limite passivo). Il valore di questo coefficiente è determinato con la seguente formula:

$$k_p = \frac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2 \beta \times \sin(\beta + \delta) \times \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi + \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \times \sin(\beta + \varepsilon)}} \right]^2}$$

con $\delta < \beta - \phi - \varepsilon$ secondo Muller - Breslau

con valori limite pari a: $\delta < \beta - \phi - \varepsilon$ (Muller-Breslau).

Metodo di Caquot

Il metodo di Caquot differisce dal metodo di Coulomb per il calcolo del coefficiente di pressione allo stato limite passivo. Il coefficiente di pressione passiva viene calcolato, con questo metodo, interpolando i valori della seguente tabella:

Coefficient of passive earth pressure K_p for $\delta = -\phi$											
α [°]	ϕ [°]	K_p when β°									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
	10	1,17	1,41	1,53							
	15	1,30	1,70	1,92	2,08						
	20	1,71	2,08	2,42	2,71	2,92					
	25	2,14	2,81	2,98	3,88	4,22	4,43				
-30	30	2,78	3,42	4,18	5,01	5,98	8,94	7,40			
	35	3,75	4,73	5,87	7,21	8,78	10,80	12,50	13,80		
	40	5,31	8,87	8,77	11,00	13,70	17,20	24,80	25,40	28,40	
	45	8,05	10,70	14,20	18,40	23,80	90,60	38,90	49,10	60,70	69,10
	10	1,36	1,58	1,70							
	15	1,68	1,97	2,20	2,38						
	20	2,13	2,52	2,92	3,22	3,51					
	25	2,78	3,34	3,99	4,80	5,29	5,57				
-20	30	3,78	4,81	8,58	8,81	7,84	9,12	9,77			
	35	5,38	8,89	8,28	10,10	12,20	14,80	17,40	19,00		
	40	8,07	10,40	12,00	18,50	20,00	25,50	38,50	37,80	42,20	
	45	13,2	17,50	22,90	29,80	38,30	48,90	82,30	78,80	97,30	111,04
	10	1,52	1,72	1,83							

	15	1,95	2,23	2,57	2,88						
	20	2,57	2,98	3,42	3,75	4,09					
	25	3,50	4,14	4,90	5,82	8,45	8,81				
-10	30	4,98	8,01	7,19	8,51	10,10	11,70	12,80			
	35	7,47	9,24	11,30	13,80	18,70	20,10	23,70	26,00		
	40	12,0	15,40	19,40	24,10	29,80	37,10	53,20	55,10	61,80	
	45	21,2	27,90	38,50	47,20	80,80	77,30	908,20	124,00	153,00	178,00
	10	1,84	1,81	1,93							
	15	2,19	2,46	2,73	2,91						
	20	3,01	3,44	3,91	4,42	4,66					
	25	4,28	5,02	5,81	8,72	7,71	8,16				
0	30	8,42	7,69	9,19	10,80	12,70	14,80	15,90			
	35	10,2	12,60	15,30	18,80	22,30	28,90	31,70	34,90		
	40	17,5	22,30	28,00	34,80	42,90	53,30	78,40	79,10	88,70	
	45	33,5	44,10	57,40	74,10	94,70	120,00	153,00	174,00	240,00	275,00
	10	1,73	1,87	1,98							
	15	2,40	2,65	2,93	3,12						
	20	3,45	3,90	4,40	4,96	5,23					
10	25	5,17	5,99	6,90	7,95	9,11	9,67				
	30	8,17	9,69	11,40	13,50	15,90	18,50	19,90			
	35	13,8	16,90	20,50	24,80	29,80	35,80	42,30	46,60		
	40	25,5	32,20	40,40	49,90	61,70	76,40	110,00	113,00	127,00	
	45	52,9	69,40	90,90	116,00	148,00	188,00	239,00	303,00	375,00	431,00
	10	1,78	1,89 I	2,01							
	15	2,58	2,821	3,11	3,30						
	20	3,90	4,38	4,92	5,53	5,83					
20	25	6,18	7,12	8,17	9,39	10,70	11,40				
	30	10,4	12,30	14,40	16,90	20,00	23,20	25,00			
	35	18,7	22,80	27,60	33,30	40,00	48,00	56,80	62,50		
	40	37,2	46,90	58,60	72,50	89,30	111,00	158,00	164,00	185,00	
	45	84,0	110,00	143,00	184,00	234,00	297,00	378,00	478,00	592,00	680,00

Tabella: Valutazione del coefficiente di pressione passiva con la teoria di Caquot**Carico uniforme sul terrapieno**

La resistenza indotta da un carico uniformemente distribuito S_q vale:

$$S_q = k_p \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione pari a $H/2$ (essendo il diagramma delle tensioni orizzontali costante per tutta l'altezza). Nella precedente formula k_p è il coefficiente di spinta passiva valutato al paragrafo precedente.

Coesione

La coesione determina un incremento di resistenza pari a:

$$P_c = 2c \times \sqrt{k_p}$$

Tale incremento va a sommarsi direttamente al diagramma principale di spinta.

Metodo dell'equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nel ricercare soluzioni, al problema di verifica o di progetto, che siano compatibili con il solo aspetto statico del problema. In sostanza si ragiona in termini di equilibrio di un corpo rigido, senza preoccuparsi della congruenza cinematica degli spostamenti. I principali schemi di calcolo cui si farà riferimento sono i seguenti:

- Paratia a sbalzo;
- Paratia tirantata ad estremo libero;
- Paratia tirantata ad estremo fisso;

Paratia a sbalzo: calcolo della profondità d'infissione limite

Per paratia non tirantata, la stabilità è assicurata dalla resistenza passiva del terreno che si trova a valle della stessa; dall'equilibrio dei momenti rispetto al centro di rotazione si ottiene:

$$S_m \cdot B_m - R_v \cdot B_v = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

S_m = componente orizzontale della spinta attiva;

B_m = braccio di S_m rispetto ad O centro di rotazione;

R_v = componente orizzontale della resistenza passiva;

B_v = braccio di R_v rispetto ad O centro di rotazione;

ogni termine risulta funzione di t dove t è la profondità del centro di rotazione rispetto al piano di riferimento di valle (piano campagna a valle). La lunghezza necessaria per assicurare l'equilibrio alla traslazione orizzontale si ottiene aumentando t come segue:

$$t' = a \cdot t \quad d = t \cdot (1 + a) \quad \text{dove } a = 0.2 \text{ (Metodo di Blum)}$$

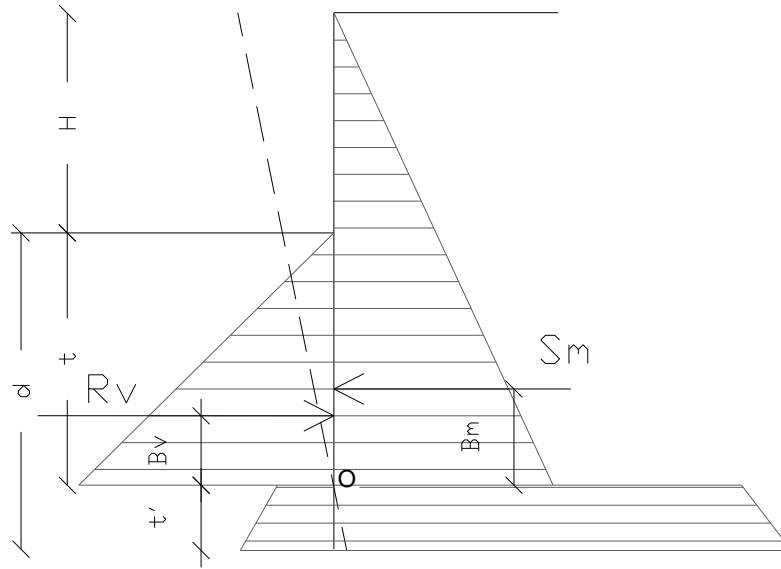


Figura 2: Schema di riferimento per il calcolo dell'equilibrio della paratia

Coefficiente di sicurezza sulla resistenza passiva

La lunghezza d'infissione d come sopra determinata è relativa alla condizione limite di incipiente collasso, tramite un coefficiente F . E' possibile introdurre un margine di sicurezza sulle resistenze passive; la riduzione si effettua come segue:

$$S_m \cdot B_m - \frac{R_v}{F} \cdot B_v = 0$$

Paratia tirantata ad estremo libero: calcolo della profondità d'infissione limite

La stabilità dell'opera è assicurata anche dai tiranti ancorati sulla paratia. Per utilizzare lo schema di calcolo ad estremo libero, la paratia deve essere sufficientemente corta e rigida. La lunghezza di infissione, sarà determinata imponendo l'equilibrio alla rotazione sull'origine del tirante indicato B1

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - R_v \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

S_m = componente orizzontale spinta attiva;

H = altezza terreno da sostenere;

t = profondità di infissione calcolata;

B_m = braccio di S_m rispetto alla base della paratia;

P_m = ordinata del punto di applicazione del tirante a monte;

R_v = componente orizzontale della resistenza passiva;

B_v = braccio di R_v .

Noto t , si determinano S_m ed R_v ed il relativo sforzo del tirante.

Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze passive

La lunghezza d'infissione sarà ulteriormente aumentata per avere margine di sicurezza in condizioni di esercizio tramite il coefficiente di sicurezza F:

$$S_m \cdot (H + t - B_m - t_m) - \frac{R_v}{F} \cdot (H + t - B_v - t_m) = 0$$

Paratia tirantata ad estremo fisso: calcolo della profondità d'infissione limite

Se la sezione più profonda della paratia non trasla e non ruota può essere assimilata ad un incastro, in tal caso la paratia si definisce ad estremo fisso. Un procedimento elaborato da BLUM consente di ricavare la profondità d'infissione ($t+t'$), imponendo le condizioni cinematiche di spostamenti nulli alla base dell'opera ed all'origine del tirante (B1), e le condizioni statiche di momento e taglio nullo alla base della paratia. Si perviene ad una equazione di 5° grado in ($t+t'$) che può essere risolta in modo agevole.

Coefficiente di sicurezza F sulle resistenze

Per aumentare il fattore di sicurezza sono stati introdotti negli sviluppi numerici, valori delle resistenze passive ridotte.

Metodo degli elementi finiti (FEM)

Il metodo degli elementi finiti è il metodo che più di tutti si fonda su basi teoriche solide e razionali. Di fatti tutto il metodo presuppone che il problema sia affrontato tenendo in conto sia l'aspetto statico (e quindi l'equilibrio del problema, sia l'aspetto cinematica (e quindi la congruenza degli spostamenti o meglio delle deformazioni). In questo approccio la paratia è modellata come un insieme di travi, con vincolo di continuità tra loro (elementi beam) vincolati al terreno mediante molle elastiche, la cui rigidezza è valutata in funzione delle proprietà elastiche del terreno. Nella figura che segue è mostrato schematicamente il modello utilizzato per l'analisi ad elementi finiti:

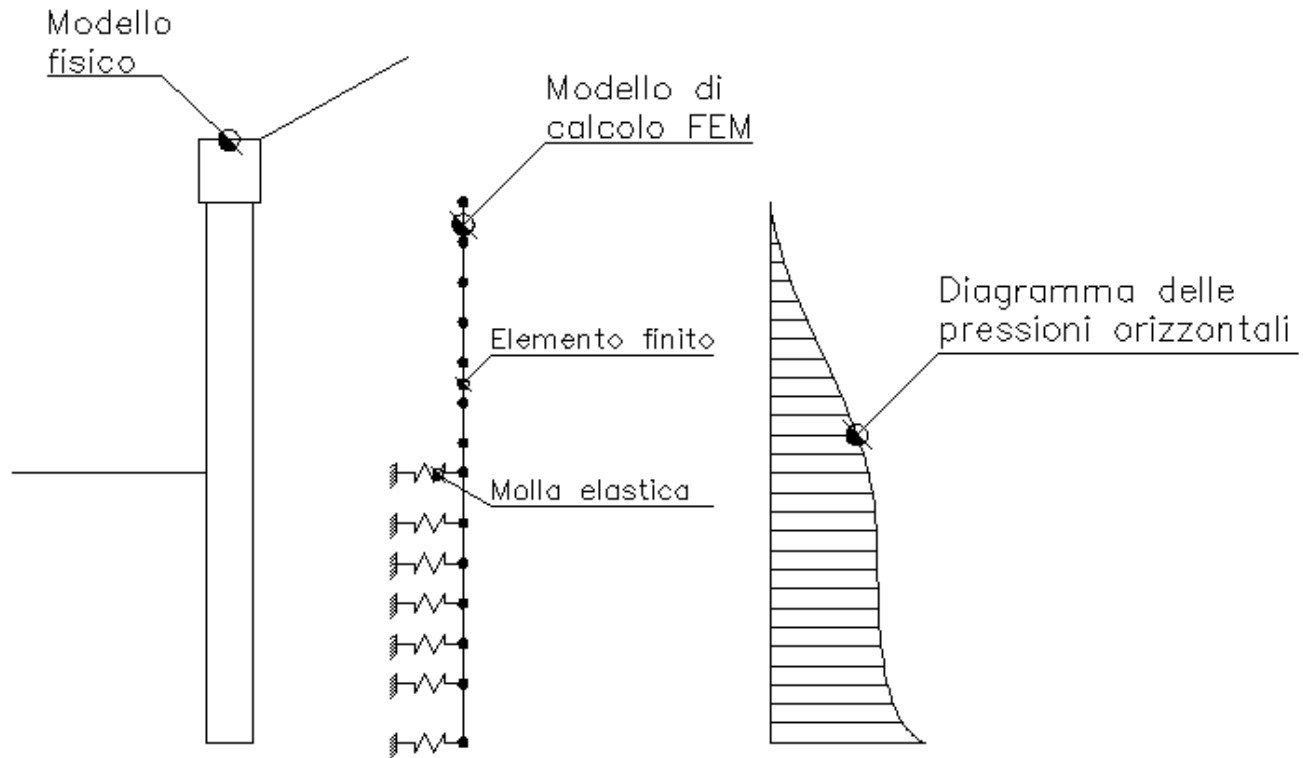


Figura 3: Schematizzazione della paratia ad elementi finiti

Vari aspetti hanno importanza centrale in questo metodo di calcolo. Si riportano nel seguito gli aspetti essenziali.

Calcolo del modulo di rigidezza K_s del terreno

Come già detto in precedenza, il terreno viene schematizzato con delle molle di rigidezza K_s applicate sui nodi dei conci compresi tra il nodo di fondo scavo e l'estremità di infissione. La stima della rigidezza K_s è stata effettuata sulla base della capacità portante delle fondazioni secondo la seguente formula:

$$k_s = A_s + B_s \cdot z^n$$

Dove i simboli hanno il seguente significato:

A_s = costante, calcolata come segue $A_s = C \times (c \times N_c + 0.5 \times G \times B \times N_g)$

B_s = coefficiente funzione della profondità $B_s = C \times G \times N_q$

Z = Profondità in esame

C = 40 nel sistema internazionale SI

n = $\pi \times \tan \phi$

$$N_q = \exp[n \times (\tan^2(45^\circ + \varphi/2))]$$

$$N_c = (N_q - 1) \times \cot \varphi$$

$$N_g = 1.5 \times (N_q - 1) \times \tan \varphi$$

Tiranti

I tiranti vengono schematizzati come elementi elastici, con sezione trasversale di area pari ad A modulo di elasticità E e lunghezza L. Per un tratto di paratia di larghezza unitaria, l'azione dei tiranti inclinati di un angolo β vale:

$$F = \frac{A \cdot E}{S \cdot L} \cdot \cos(\beta)$$

Sifonamento

Il sifonamento è un fenomeno che in una fase iniziale si localizza al piede della paratia, e poi rapidamente si estende nell'intorno del volume resistente. Si verifica quando, per una elevata pressione idrodinamica o di infiltrazione, si annullano le pressioni passive efficaci, con la conseguente perdita di resistenza del terreno. Si assume di norma un fattore di sicurezza $F_{sif} = 3.5-4$ Indicando con:

i_c = Gradiente Idraulico critico;

i_e = Gradiente Idraulico in condizioni di esercizio;

Il margine di sicurezza è definito come rapporto tra i_c ed i_e , se $i_e < i_c$ la paratia è stabile.

Verifica delle sezioni e calcolo armature

Il calcolo delle armature e le verifiche a presso-flessione e taglio della paratia soggetta alle sollecitazioni N, M e T, si effettuano sulla sezione maggiormente sollecitata. Le sollecitazioni di calcolo sono ottenute come prodotto tra le sollecitazioni ottenute con un calcolo a metro lineare e l'interasse tra i pali (o larghezza dei setti se la paratia è costituita da setti):

$$N_d = N' \cdot i; M_d = M' \cdot i; T_d = T' \cdot i$$

Dove M' , M' , T' rappresentano il momento il taglio e lo sforzo normale relativi ad una striscia unitaria di calcolo mentre i è l'interasse tra i pali per paratia costituita da pali o micropali (o larghezza setti per paratia costituita da setti).

Archivio materiali**CONGLOMERATI**

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29380.7	19.6	11.1	1	2.2
2	C25/30	30	30861.5	24.5	13.9	1.2	2.5
3	C28/35	35	31675.5	27.5	15.6	1.3	2.7
4	C40/50	50	34539	39.2	19.4	1.5	3.1
5	C30/37	37	20000	30	17,5	1,4	2,9

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniz.	β1*β2 finale
1	B450C	196133	441.3	383.7	529.6	441.3	.075	.0675	1	0,5
2	FeB44k	196133	421.7	366.7	529.6	366.7	.05	.04	1	0,5
3	S500s	196133	500	434,8	550	470	.05	.04	1	0,5

GEOMETRIA SEZIONE

Sezione	Circolare Barre
Calcestruzzo	C28/35
Acciaio	B450C
Nome	Circolare Barre 800
Diametro	0,8 m
Disposizione	Singola fila
Interasse Longitudinale	0,8 m

Dati generali FEM

Massimo spostamento lineare terreno	2 cm
Fattore tollezanza spostamento	0,03 cm
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	10
Fattore riduzione molla fondo scavo	1
Profondità infissione iniziale	15 m
Incremento profondità infissione	0,2 m
Numero di elementi	36
Numero nodo di fondo scavo	16

Stratigrafia

Fase: 1

Nr.	Peso specifico [kN/m ³]	Peso specifico saturo [kN/m ³]	Coesione [kN/m ²]	Ancolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m ²]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	19,0	21,0	20,0	17,0	1,0	1961,0	10,0	10,0	9,0	5,0	RIPORTO
2	19,0	21,0	20,0	19,0	1,0	1961,0	10,0	10,0	2,0	5,0	DETRITO
3	20,0	22,0	40,0	20,0	1,0	3922,0	13,33	13,33	3,5	5,0	FORMAZIONE ALTERATA
4	21,0	23,0	60,0	25,0	1,0	5883,0	16,67	16,67	15,0	5,0	FORMAZIONE COMPATTA

Calcolo coefficienti sismici

Dati generali

Descrizione zona

Latitudine

43,1728 [°]

Longitudine

13,7389 [°]

Dati opera

Tipo opera

Opere ordinarie

Classe d'uso

II

Vita nominale

50 [anni]

Vita di riferimento

50 [anni]

Parametri sismici su un sito di riferimento

Categoria sottosuolo

C

Categoria topografica

T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec ²]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	30	0,480	2,420	0,280
SLD	50	0,620	2,460	0,290
SLV	475	1,790	2,460	0,320
SLC	975	2,340	2,510	0,320

Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: Paratia

Altezza paratia

24,000[m]

Spostamento ammissibile

0,020[m]

SL	Amax [m/sec ²]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0,720	0,600	0,029	0,014
SLD	0,930	0,600	0,037	0,019
SLV	2,561	0,600	0,102	0,051
SLC	3,137	0,600	0,125	0,063

Analisi Paratia

Profondità massima di infissione

15,2 [m]

Fase: 1 Analisi geotecni ca Fase: 1 - Combinazione: 1**Altezza scavo****6 [m]**

Tipo:

S.L.U. [STR]

Nome:

A1+M1+R1 (SLU - STR)

Coefficienti sismici:

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

15,20 [m]

Pressione massima terreno

51,02 [kPa]

Momento massimo

297,20 [kNm/m]

Taglio massimo

107,23 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m ³]
0,40	3,19	26,32	-0,22	-2,20	1,9018	--
0,80	2,97	35,49	-1,05	-3,17	1,8085	--
1,20	2,74	44,65	-2,36	-4,04	1,7152	--
1,60	2,51	53,81	-3,97	-5,22	1,6219	--
2,00	2,28	62,97	-6,04	-6,11	1,5287	--
2,40	2,05	72,13	-8,49	-6,77	1,4356	--
2,80	1,83	81,29	-11,28	-9,09	1,3427	--
3,20	27,72	90,46	-14,93	-18,80	1,2500	--
3,60	30,76	99,62	-22,44	-30,94	1,1577	--
4,00	33,80	108,78	-34,82	-44,41	1,0658	--
4,40	36,84	116,94	-52,60	-59,18	0,9746	--
4,80	39,87	126,10	-76,25	-75,09	0,8845	--
5,20	42,91	135,26	-106,28	-92,26	0,7960	--
5,60	45,95	144,43	-143,20	-107,23	0,7096	--
6,00	48,99	153,59	-186,09	-96,60	0,6261	14154,71
6,72	--	170,74	-256,01	-46,91	0,4850	14154,71
7,45	-51,02	186,89	-289,96	-10,00	0,3604	14154,71
8,17	-36,04	203,04	-297,20	16,09	0,2546	14154,71
8,90	-23,80	220,19	-285,55	33,55	0,1681	14154,71
9,62	-16,55	241,34	-261,27	45,39	0,1003	16494,74
10,34	-8,18	264,49	-228,42	51,71	0,0496	16494,74
11,07	-4,17	288,64	-190,99	54,62	0,0139	30034,18
11,79	2,80	318,79	-151,45	52,59	-0,0093	30034,18
12,51	6,76	348,93	-113,39	47,70	-0,0225	30034,18
13,24	8,47	380,08	-78,87	41,56	-0,0282	30034,18
13,96	8,61	410,23	-48,78	34,78	-0,0287	30034,18
14,69	15,92	442,38	-23,61	23,75	-0,0259	61523,96
15,41	13,19	481,53	-6,42	14,20	-0,0214	61523,96
16,13	10,15	520,68	3,86	6,85	-0,0165	61523,96
16,86	7,23	559,83	8,82	1,62	-0,0118	61523,96
17,58	4,64	598,98	9,99	-1,74	-0,0075	61523,96
18,30	2,45	638,13	8,73	-3,51	-0,0040	61523,96
19,03	0,59	677,28	6,19	-3,94	-0,0010	61523,96
19,75	-1,01	716,43	3,34	-3,21	0,0016	61523,96
20,48	-2,48	754,58	1,02	-1,41	0,0040	61523,96

Fase: 1 - Combinazione: 2**Altezza scavo**

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

6 [m]

S.L.U. [GEO]

A2+M2+R1(SLU - GEO)

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,3
4	Spinta sismica x	1,3
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

15,20 [m]

Pressione massima terreno

70,19 [kPa]

Momento massimo

469,27 [kNm/m]

Taglio massimo

155,33 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m ³]
0,40	2,84	26,32	-0,28	-1,74	3,3906	--
0,80	2,63	36,49	-0,92	-2,90	3,2296	--
1,20	2,43	45,65	-2,05	-3,79	3,0686	--
1,60	2,23	54,81	-3,52	-4,58	2,9076	--
2,00	2,03	63,97	-5,33	-6,95	2,7467	--
2,40	26,98	74,13	-8,01	-16,65	2,5859	--
2,80	30,96	83,29	-14,68	-28,65	2,4253	--
3,20	34,95	92,46	-26,16	-42,31	2,2651	--
3,60	38,94	101,62	-43,13	-57,80	2,1053	--
4,00	42,93	111,78	-66,22	-74,97	1,9465	--
4,40	46,92	120,94	-96,24	-93,67	1,7890	--
4,80	50,91	130,10	-133,65	-114,11	1,6334	--
5,20	54,90	140,26	-179,25	-136,11	1,4806	--
5,60	58,89	149,43	-233,67	-155,33	1,3314	--
6,00	62,88	158,59	-295,79	-141,03	1,1869	9729,37
6,72	--	175,74	-397,86	-74,73	0,9413	9729,37
7,45	-70,19	192,89	-451,96	-23,93	0,7214	9729,37
8,17	-51,65	210,04	-469,27	13,45	0,5308	9729,37
8,90	-36,08	227,19	-459,54	39,73	0,3709	9729,37
9,62	-25,22	251,34	-430,78	57,88	0,2409	10469,44
10,34	-14,57	275,49	-388,89	69,13	0,1391	10469,44
11,07	-11,90	301,64	-338,85	77,43	0,0629	18929,43
11,79	-1,68	334,79	-282,81	78,64	0,0089	18929,43
12,51	5,02	367,93	-225,89	75,01	-0,0265	18929,43
13,24	8,91	401,08	-171,60	68,56	-0,0471	18929,43
13,96	10,65	434,23	-121,97	60,30	-0,0562	18929,43
14,69	20,12	471,38	-78,32	46,30	-0,0573	35096,22
15,41	18,65	515,53	-44,81	32,80	-0,0531	35096,22
16,13	16,11	559,68	-21,07	21,13	-0,0459	35096,22
16,86	13,05	603,83	-5,78	11,69	-0,0372	35096,22
17,58	9,84	647,98	2,68	4,57	-0,0280	35096,22
18,30	6,66	692,13	5,99	-0,25	-0,0190	35096,22
19,03	3,61	737,28	5,80	-2,86	-0,0103	35096,22
19,75	0,68	781,43	3,73	-3,36	-0,0019	35096,22
20,48	-2,16	825,58	1,30	-1,80	0,0061	35096,22

Fase: 1 - Combinazione: 3**Altezza scavo**

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

6 [m]

S.L.E. [STR]

A1+M1+R1 (SLE - STR)

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

15,20 [m]

Pressione massima terreno

51,02 [kPa]

Momento massimo

297,20 [kNm/m]

Taglio massimo

107,23 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m ³]
0,40	3,19	26,32	-0,22	-2,20	1,9018	--
0,80	2,97	35,49	-1,05	-3,17	1,8085	--
1,20	2,74	44,65	-2,36	-4,04	1,7152	--
1,60	2,51	53,81	-3,97	-5,22	1,6219	--
2,00	2,28	62,97	-6,04	-6,11	1,5287	--
2,40	2,05	72,13	-8,49	-6,77	1,4356	--
2,80	1,83	81,29	-11,28	-9,09	1,3427	--
3,20	27,72	90,46	-14,93	-18,80	1,2500	--
3,60	30,76	99,62	-22,44	-30,94	1,1577	--
4,00	33,80	108,78	-34,82	-44,41	1,0658	--
4,40	36,84	116,94	-52,60	-59,18	0,9746	--
4,80	39,87	126,10	-76,25	-75,09	0,8845	--
5,20	42,91	135,26	-106,28	-92,26	0,7960	--
5,60	45,95	144,43	-143,20	-107,23	0,7096	--
6,00	48,99	153,59	-186,09	-96,60	0,6261	14154,71
6,72	--	170,74	-256,01	-46,91	0,4850	14154,71
7,45	-51,02	186,89	-289,96	-10,00	0,3604	14154,71
8,17	-36,04	203,04	-297,20	16,09	0,2546	14154,71
8,90	-23,80	220,19	-285,55	33,55	0,1681	14154,71
9,62	-16,55	241,34	-261,27	45,39	0,1003	16494,74
10,34	-8,18	264,49	-228,42	51,71	0,0496	16494,74
11,07	-4,17	288,64	-190,99	54,62	0,0139	30034,18
11,79	2,80	318,79	-151,45	52,59	-0,0093	30034,18
12,51	6,76	348,93	-113,39	47,70	-0,0225	30034,18
13,24	8,47	380,08	-78,87	41,56	-0,0282	30034,18
13,96	8,61	410,23	-48,78	34,78	-0,0287	30034,18
14,69	15,92	442,38	-23,61	23,75	-0,0259	61523,96
15,41	13,19	481,53	-6,42	14,20	-0,0214	61523,96
16,13	10,15	520,68	3,86	6,85	-0,0165	61523,96
16,86	7,23	559,83	8,82	1,62	-0,0118	61523,96
17,58	4,64	598,98	9,99	-1,74	-0,0075	61523,96
18,30	2,45	638,13	8,73	-3,51	-0,0040	61523,96
19,03	0,59	677,28	6,19	-3,94	-0,0010	61523,96
19,75	-1,01	716,43	3,34	-3,21	0,0016	61523,96
20,48	-2,48	754,58	1,02	-1,41	0,0040	61523,96

Risultati analisi strutturale**Fase: 1 Risultati analisi strutturale**

Fase: 1 - Combinazione: 1

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barr e Diamet ro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Fless.
0,40	Circolare Barre 800	21,06	-0,17	-1,76	6Ø18	21,06	-212,72	1235,05	Verificata
0,80	Circolare Barre 800	28,39	-0,84	-2,54	6Ø18	28,38	-214,93	255,03	Verificata
1,20	Circolare Barre 800	35,72	-1,89	-3,24	6Ø18	35,71	-217,14	114,86	Verificata
1,60	Circolare Barre 800	43,05	-3,18	-4,17	6Ø18	43,04	-219,35	69,02	Verificata
2,00	Circolare Barre 800	50,38	-4,83	-4,89	6Ø18	50,38	-221,55	45,83	Verificata
2,40	Circolare Barre 800	57,71	-6,79	-5,42	6Ø18	57,71	-223,76	32,95	Verificata
2,80	Circolare Barre 800	65,03	-9,02	-7,27	6Ø18	65,04	-225,95	25,05	Verificata
3,20	Circolare Barre 800	72,36	-11,94	-15,04	6Ø18	72,37	-228,13	19,10	Verificata
3,60	Circolare Barre 800	79,69	-17,95	-24,75	6Ø18	79,70	-230,32	12,83	Verificata
4,00	Circolare Barre 800	87,02	-27,86	-35,53	6Ø18	87,02	-232,50	8,35	Verificata
4,40	Circolare Barre 800	93,55	-42,08	-47,34	6Ø18	93,55	-234,44	5,57	Verificata
4,80	Circolare Barre 800	100,88	-61,00	-60,07	6Ø18	100,88	-236,61	3,88	Verificata
5,20	Circolare Barre 800	108,21	-85,03	-73,81	6Ø18	108,20	-238,78	2,81	Verificata
5,60	Circolare Barre 800	115,54	-114,56	-85,78	6Ø18	115,53	-240,94	2,10	Verificata
6,00	Circolare Barre 800	122,87	-148,87	-77,28	6Ø18	122,86	-243,10	1,63	Verificata
6,72	Circolare Barre 800	136,59	-204,81	-37,53	6Ø18	136,60	-247,14	1,21	Verificata
7,45	Circolare Barre 800	149,51	-231,97	-8,00	6Ø18	149,51	-250,91	1,08	Verificata
8,17	Circolare Barre 800	162,43	-237,76	12,87	6Ø18	162,43	-254,68	1,07	Verificata
8,90	Circolare Barre 800	176,15	-228,44	26,84	6Ø18	176,14	-258,66	1,13	Verificata
9,62	Circolare Barre 800	193,07	-209,01	36,31	6Ø18	193,06	-263,54	1,26	Verificata
10,34	Circolare Barre 800	211,59	-182,73	41,37	6Ø18	211,59	-268,87	1,47	Verificata
11,07	Circolare Barre 800	230,91	-152,79	43,69	6Ø18	230,90	-274,38	1,80	Verificata
11,79	Circolare Barre 800	255,03	-121,16	42,07	6Ø18	255,02	-281,23	2,32	Verificata
12,51	Circolare Barre 800	279,15	-90,71	38,16	6Ø18	279,15	-288,01	3,18	Verificata
13,24	Circolare Barre 800	304,07	-63,09	33,25	6Ø18	304,06	-294,95	4,67	Verificata
13,96	Circolare Barre 800	328,19	-39,03	27,82	6Ø18	328,19	-301,64	7,73	Verificata
14,69	Circolare Barre 800	353,91	-18,89	19,00	6Ø18	353,91	-308,68	16,34	Verificata
15,41	Circolare Barre 800	385,23	-5,13	11,36	6Ø18	385,23	-316,66	61,68	Verificata
16,13	Circolare Barre 800	416,55	3,09	5,48	6Ø18	416,55	324,10	104,92	Verificata
16,86	Circolare Barre 800	447,87	7,06	1,30	6Ø18	447,87	331,52	46,97	Verificata
17,58	Circolare Barre 800	479,19	8,00	-1,39	6Ø18	479,18	338,91	42,39	Verificata
18,30	Circolare Barre 800	510,51	6,99	-2,81	6Ø18	510,50	346,28	49,56	Verificata
19,03	Circolare Barre 800	541,83	4,95	-3,15	6Ø18	541,82	353,62	71,38	Verificata
19,75	Circolare Barre 800	573,15	2,67	-2,56	6Ø18	573,15	360,92	135,03	Verificata
20,48	Circolare Barre 800	603,67	0,82	-1,13	6Ø18	603,66	367,89	450,53	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio	Verifica a taglio	Angolo inclinazione punti [°]
0,40	3,50E-03	-2,01E-02	-29,23	21,508	Calcestruzzo=864,73 Staffe=268,17	490,27	Verificata	21,80
0,80	3,50E-03	-1,99E-02	-29,14	21,508	Calcestruzzo=865,54 Staffe=268,17	341,27	Verificata	21,80
1,20	3,50E-03	-1,97E-02	-29,05	21,508	Calcestruzzo=866,35 Staffe=268,17	267,78	Verificata	21,80
1,60	3,50E-03	-1,95E-02	-28,96	21,508	Calcestruzzo=891,95 Staffe=266,35	213,79	Verificata	21,80
2,00	3,50E-03	-1,93E-02	-28,86	21,508	Calcestruzzo=892,78 Staffe=266,35	182,52	Verificata	21,80
2,40	3,50E-03	-1,91E-02	-28,75	21,508	Calcestruzzo=893,60 Staffe=266,35	164,97	Verificata	21,80
2,80	3,50E-03	-1,89E-02	-28,66	21,508	Calcestruzzo=894,43 Staffe=266,35	123,05	Verificata	21,80
3,20	3,50E-03	-1,87E-02	-28,57	21,508	Calcestruzzo=895,26 Staffe=266,35	59,51	Verificata	21,80
3,60	3,50E-03	-1,85E-02	-28,48	21,508	Calcestruzzo=896,09 Staffe=266,35	36,20	Verificata	21,80
4,00	3,50E-03	-1,83E-02	-28,38	21,508	Calcestruzzo=896,92 Staffe=266,35	25,24	Verificata	21,80
4,40	3,50E-03	-1,82E-02	-28,29	21,508	Calcestruzzo=897,66 Staffe=266,35	18,96	Verificata	21,80
4,80	3,50E-03	-1,80E-02	-28,19	21,508	Calcestruzzo=898,49 Staffe=266,35	14,96	Verificata	21,80
5,20	3,50E-03	-1,78E-02	-28,10	21,508	Calcestruzzo=899,32 Staffe=266,35	12,18	Verificata	21,80
5,60	3,50E-03	-1,77E-02	-28,01	21,508	Calcestruzzo=924,24 Staffe=264,47	10,77	Verificata	21,80
6,00	3,50E-03	-1,75E-02	-27,91	21,508	Calcestruzzo=925,09 Staffe=264,47	11,97	Verificata	21,80
6,72	3,50E-03	-1,72E-02	-27,73	21,508	Calcestruzzo=926,69 Staffe=264,47	24,69	Verificata	21,80
7,45	3,50E-03	-1,69E-02	-27,57	21,508	Calcestruzzo=928,19 Staffe=264,47	116,08	Verificata	21,80
8,17	3,50E-03	-1,66E-02	-27,40	21,508	Calcestruzzo=929,69 Staffe=264,47	72,24	Verificata	21,80
8,90	3,50E-03	-1,63E-02	-27,22	21,508	Calcestruzzo=931,28 Staffe=264,47	34,70	Verificata	21,80
9,62	3,50E-03	-1,60E-02	-27,01	21,508	Calcestruzzo=956,57 Staffe=262,55	26,35	Verificata	21,80
10,34	3,50E-03	-1,57E-02	-26,76	21,508	Calcestruzzo=958,78 Staffe=262,55	23,18	Verificata	21,80
11,07	3,50E-03	-1,53E-02	-26,52	21,508	Calcestruzzo=961,08 Staffe=262,55	22,00	Verificata	21,80
11,79	3,50E-03	-1,49E-02	-26,20	21,508	Calcestruzzo=963,95 Staffe=262,55	22,91	Verificata	21,80
12,51	3,50E-03	-1,45E-02	-25,90	21,508	Calcestruzzo=966,82 Staffe=262,55	25,34	Verificata	21,80
13,24	3,50E-03	-1,41E-02	-25,59	21,508	Calcestruzzo=992,35 Staffe=260,58	29,85	Verificata	21,80
13,96	3,50E-03	-1,37E-02	-25,28	21,508	Calcestruzzo=995,29 Staffe=260,58	35,77	Verificata	21,80
14,69	3,50E-03	-1,34E-02	-24,96	21,508	Calcestruzzo=998,42 Staffe=260,58	52,55	Verificata	21,80
15,41	3,50E-03	-1,30E-02	-24,63	21,508	Calcestruzzo=1023,85 Staffe=258,56	90,12	Verificata	21,80

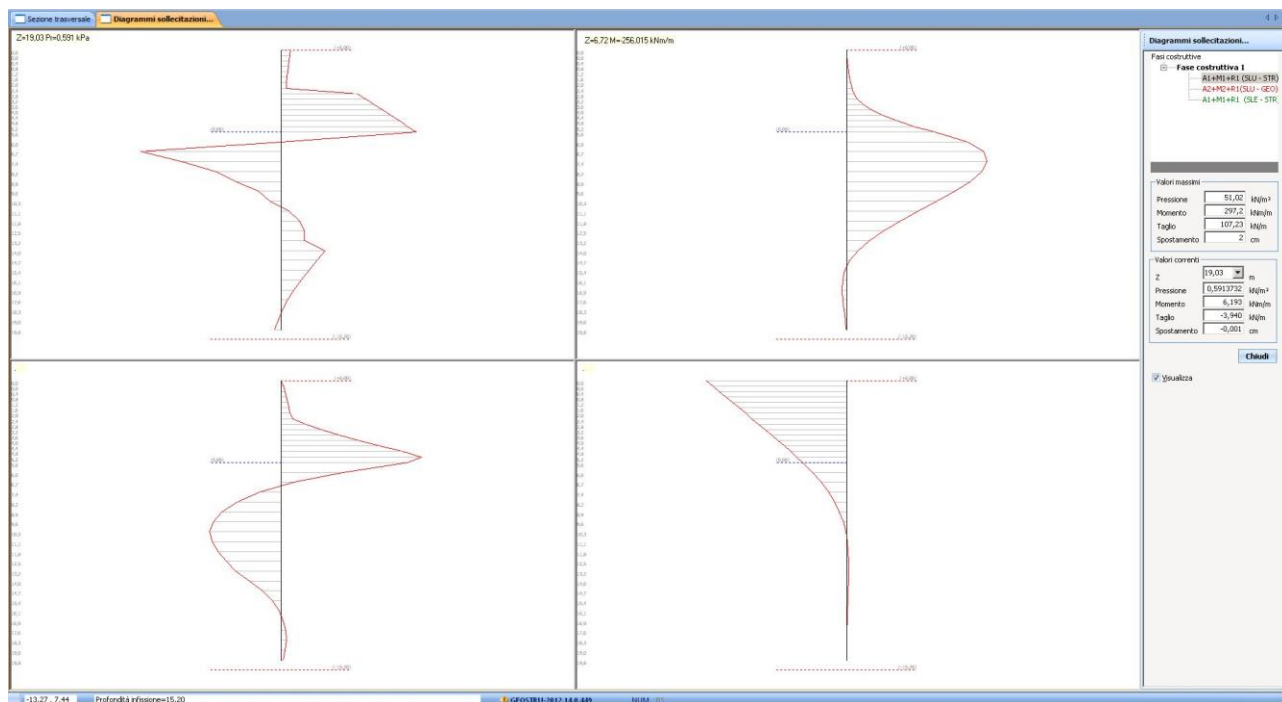
16,13	3,50E-03	-1,27E-02	24,35	21,5Ø8	Calcestruzzo=1027,74 Staffe=258,56	187,43	Verificata	21,80
16,86	3,50E-03	-1,24E-02	24,08	21,5Ø8	Calcestruzzo=1031,64 Staffe=258,56	796,12	Verificata	21,80
17,58	3,50E-03	-1,22E-02	23,80	21,5Ø8	Calcestruzzo=1035,54 Staffe=258,56	743,25	Verificata	21,80
18,30	3,50E-03	-1,19E-02	23,52	21,5Ø8	Calcestruzzo=1039,44 Staffe=258,56	370,00	Verificata	21,80
19,03	3,50E-03	-1,16E-02	23,24	21,5Ø8	Calcestruzzo=1064,06 Staffe=256,52	337,62	Verificata	21,80
19,75	3,50E-03	-1,14E-02	22,96	21,5Ø8	Calcestruzzo=1068,03 Staffe=256,52	416,46	Verificata	21,80
20,48	3,50E-03	-1,11E-02	22,66	21,5Ø8	Calcestruzzo=1071,91 Staffe=256,52	950,14	Verificata	21,80

Fase: 1 - Combinazione: 3

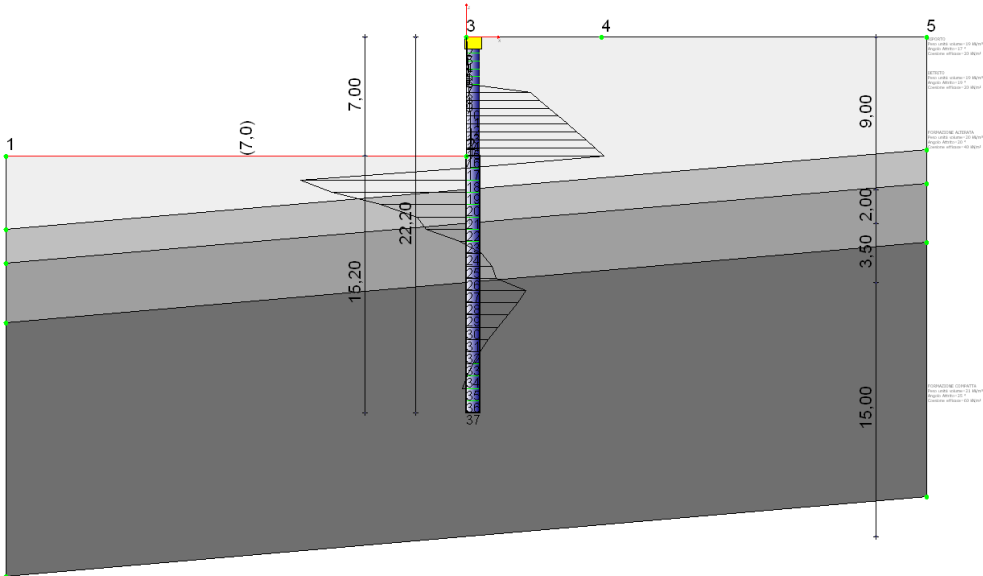
Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Fless.
0,40	Circolare Barre 800	21,06	-0,17	-1,76	6Ø18	21,06	-212,72	1235,05	Verificata
0,80	Circolare Barre 800	28,39	-0,84	-2,54	6Ø18	28,38	-214,93	255,03	Verificata
1,20	Circolare Barre 800	35,72	-1,89	-3,24	6Ø18	35,71	-217,14	114,86	Verificata
1,60	Circolare Barre 800	43,05	-3,18	-4,17	6Ø18	43,04	-219,35	69,02	Verificata
2,00	Circolare Barre 800	50,38	-4,83	-4,89	6Ø18	50,38	-221,55	45,83	Verificata
2,40	Circolare Barre 800	57,71	-6,79	-5,42	6Ø18	57,71	-223,76	32,95	Verificata
2,80	Circolare Barre 800	65,03	-9,02	-7,27	6Ø18	65,04	-225,95	25,05	Verificata
3,20	Circolare Barre 800	72,36	-11,94	-15,04	6Ø18	72,37	-228,13	19,10	Verificata
3,60	Circolare Barre 800	79,69	-17,95	-24,75	6Ø18	79,70	-230,32	12,83	Verificata
4,00	Circolare Barre 800	87,02	-27,86	-35,53	6Ø18	87,02	-232,50	8,35	Verificata
4,40	Circolare Barre 800	93,55	-42,08	-47,34	6Ø18	93,55	-234,44	5,57	Verificata
4,80	Circolare Barre 800	100,88	-61,00	-60,07	6Ø18	100,88	-236,61	3,88	Verificata
5,20	Circolare Barre 800	108,21	-85,03	-73,81	6Ø18	108,20	-238,78	2,81	Verificata
5,60	Circolare Barre 800	115,54	-114,56	-85,78	6Ø18	115,53	-240,94	2,10	Verificata
6,00	Circolare Barre 800	122,87	-148,87	-77,28	6Ø18	122,86	-243,10	1,63	Verificata
6,72	Circolare Barre 800	136,59	-204,81	-37,53	6Ø18	136,60	-247,14	1,21	Verificata
7,45	Circolare Barre 800	149,51	-231,97	-8,00	6Ø18	149,51	-250,91	1,08	Verificata
8,17	Circolare Barre 800	162,43	-237,76	12,87	6Ø18	162,43	-254,68	1,07	Verificata
8,90	Circolare Barre 800	176,15	-228,44	26,84	6Ø18	176,14	-258,66	1,13	Verificata
9,62	Circolare Barre 800	193,07	-209,01	36,31	6Ø18	193,06	-263,54	1,26	Verificata
10,34	Circolare Barre 800	211,59	-182,73	41,37	6Ø18	211,59	-268,87	1,47	Verificata
11,07	Circolare Barre 800	230,91	-152,79	43,69	6Ø18	230,90	-274,38	1,80	Verificata
11,79	Circolare Barre 800	255,03	-121,16	42,07	6Ø18	255,02	-281,23	2,32	Verificata
12,51	Circolare Barre 800	279,15	-90,71	38,16	6Ø18	279,15	-288,01	3,18	Verificata
13,24	Circolare Barre 800	304,07	-63,09	33,25	6Ø18	304,06	-294,95	4,67	Verificata
13,96	Circolare Barre 800	328,19	-39,03	27,82	6Ø18	328,19	-301,64	7,73	Verificata
14,69	Circolare Barre 800	353,91	-18,89	19,00	6Ø18	353,91	-308,68	16,34	Verificata
15,41	Circolare Barre 800	385,23	-5,13	11,36	6Ø18	385,23	-316,66	61,68	Verificata
16,13	Circolare Barre 800	416,55	3,09	5,48	6Ø18	416,55	324,10	104,92	Verificata
16,86	Circolare Barre 800	447,87	7,06	1,30	6Ø18	447,87	331,52	46,97	Verificata
17,58	Circolare Barre 800	479,19	8,00	-1,39	6Ø18	479,18	338,91	42,39	Verificata
18,30	Circolare Barre 800	510,51	6,99	-2,81	6Ø18	510,50	346,28	49,56	Verificata
19,03	Circolare Barre 800	541,83	4,95	-3,15	6Ø18	541,82	353,62	71,38	Verificata
19,75	Circolare Barre 800	573,15	2,67	-2,56	6Ø18	573,15	360,92	135,03	Verificata
20,48	Circolare Barre 800	603,67	0,82	-1,13	6Ø18	603,66	367,89	450,53	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio	Verifica a taglio	Angolo inclinazione punteroni [°]
0,40	3,50E-03	-2,01E-02	-29,23	21,5Ø8	Calcestruzzo=864,73 Staffe=268,17	490,27	Verificata	21,80
0,80	3,50E-03	-1,99E-02	-29,14	21,5Ø8	Calcestruzzo=865,54 Staffe=268,17	341,27	Verificata	21,80
1,20	3,50E-03	-1,97E-02	-29,05	21,5Ø8	Calcestruzzo=866,35 Staffe=268,17	267,78	Verificata	21,80
1,60	3,50E-03	-1,95E-02	-28,96	21,5Ø8	Calcestruzzo=891,95 Staffe=266,35	213,79	Verificata	21,80
2,00	3,50E-03	-1,93E-02	-28,86	21,5Ø8	Calcestruzzo=892,78 Staffe=266,35	182,52	Verificata	21,80
2,40	3,50E-03	-1,91E-02	-28,75	21,5Ø8	Calcestruzzo=893,60 Staffe=266,35	164,97	Verificata	21,80
2,80	3,50E-03	-1,89E-02	-28,66	21,5Ø8	Calcestruzzo=894,43 Staffe=266,35	123,05	Verificata	21,80
3,20	3,50E-03	-1,87E-02	-28,57	21,5Ø8	Calcestruzzo=895,26 Staffe=266,35	59,51	Verificata	21,80
3,60	3,50E-03	-1,85E-02	-28,48	21,5Ø8	Calcestruzzo=896,09 Staffe=266,35	36,20	Verificata	21,80
4,00	3,50E-03	-1,83E-02	-28,38	21,5Ø8	Calcestruzzo=896,92 Staffe=266,35	25,24	Verificata	21,80
4,40	3,50E-03	-1,82E-02	-28,29	21,5Ø8	Calcestruzzo=897,66 Staffe=266,35	18,96	Verificata	21,80
4,80	3,50E-03	-1,80E-02	-28,19	21,5Ø8	Calcestruzzo=898,49 Staffe=266,35	14,96	Verificata	21,80
5,20	3,50E-03	-1,78E-02	-28,10	21,5Ø8	Calcestruzzo=899,32 Staffe=266,35	12,18	Verificata	21,80
5,60	3,50E-03	-1,77E-02	-28,01	21,5Ø8	Calcestruzzo=924,24 Staffe=264,47	10,77	Verificata	21,80
6,00	3,50E-03	-1,75E-02	-27,91	21,5Ø8	Calcestruzzo=925,09 Staffe=264,47	11,97	Verificata	21,80
6,72	3,50E-03	-1,72E-02	-27,73	21,5Ø8	Calcestruzzo=926,69 Staffe=264,47	24,69	Verificata	21,80
7,45	3,50E-03	-1,69E-02	-27,57	21,5Ø8	Calcestruzzo=928,19 Staffe=264,47	116,08	Verificata	21,80
8,17	3,50E-03	-1,66E-02	-27,40	21,5Ø8	Calcestruzzo=929,69 Staffe=264,47	72,24	Verificata	21,80
8,90	3,50E-03	-1,63E-02	-27,22	21,5Ø8	Calcestruzzo=931,28 Staffe=264,47	34,70	Verificata	21,80
9,62	3,50E-03	-1,60E-02	-27,01	21,5Ø8	Calcestruzzo=956,57 Staffe=262,55	26,35	Verificata	21,80
10,34	3,50E-03	-1,57E-02	-26,76	21,5Ø8	Calcestruzzo=958,78 Staffe=262,55	23,18	Verificata	21,80
11,07	3,50E-03	-1,53E-02	-26,52	21,5Ø8	Calcestruzzo=961,08 Staffe=262,55	22,00	Verificata	21,80
11,79	3,50E-03	-1,49E-02	-26,20	21,5Ø8	Calcestruzzo=963,95 Staffe=262,55	22,91	Verificata	21,80
12,51	3,50E-03	-1,45E-02	-25,90	21,5Ø8	Calcestruzzo=966,82 Staffe=262,55	25,34	Verificata	21,80
13,24	3,50E-03	-1,41E-02	-25,59	21,5Ø8	Calcestruzzo=992,35	29,85	Verificata	21,80

					Staffe=260,58			
13,96	3,50E-03	-1,37E-02	-25,28	21,508	Calcestruzzo=995,29 Staffe=260,58	35,77	Verificata	21,80
14,69	3,50E-03	-1,34E-02	-24,96	21,508	Calcestruzzo=998,42 Staffe=260,58	52,55	Verificata	21,80
15,41	3,50E-03	-1,30E-02	-24,63	21,508	Calcestruzzo=1023,85 Staffe=258,56	90,12	Verificata	21,80
16,13	3,50E-03	-1,27E-02	24,35	21,508	Calcestruzzo=1027,74 Staffe=258,56	187,43	Verificata	21,80
16,86	3,50E-03	-1,24E-02	24,08	21,508	Calcestruzzo=1031,64 Staffe=258,56	796,12	Verificata	21,80
17,58	3,50E-03	-1,22E-02	23,80	21,508	Calcestruzzo=1035,54 Staffe=258,56	743,25	Verificata	21,80
18,30	3,50E-03	-1,19E-02	23,52	21,508	Calcestruzzo=1039,44 Staffe=258,56	370,00	Verificata	21,80
19,03	3,50E-03	-1,16E-02	23,24	21,508	Calcestruzzo=1064,06 Staffe=256,52	337,62	Verificata	21,80
19,75	3,50E-03	-1,14E-02	22,96	21,508	Calcestruzzo=1068,03 Staffe=256,52	416,46	Verificata	21,80
20,48	3,50E-03	-1,11E-02	22,66	21,508	Calcestruzzo=1071,91 Staffe=256,52	950,14	Verificata	21,80



PARATIA CON SCAVO DI 6,00 metri
ALTEZZA PARATIA 24,00 metri



Archivio materiali**CONGLOMERATI**

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29380.7	19.6	11.1	1	2.2
2	C25/30	30	30861.5	24.5	13.9	1.2	2.5
3	C28/35	35	31675.5	27.5	15.6	1.3	2.7
4	C40/50	50	34539	39.2	19.4	1.5	3.1
5	C30/37	37	20000	30	17,5	1,4	2,9

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniz.	β1*β2 finale
1	B450C	196133	441.3	383.7	529.6	441.3	.075	.0675	1	0,5
2	FeB44k	196133	421.7	366.7	529.6	366.7	.05	.04	1	0,5
3	S500s	196133	500	434,8	550	470	.05	.04	1	0,5

GEOMETRIA SEZIONE

Sezione	Circolare Barre
Calcestruzzo	C28/35
Acciaio	B450C
Nome	Circolare Barre 800
Diametro	0,8 m
Disposizione	Singola fila
Interasse Longitudinale	0,8 m

Dati generali FEM

Massimo spostamento lineare terreno	2 cm
Fattore tollezanza spostamento	0,03 cm
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	10
Fattore riduzione molla fondo scavo	1
Profondità infissione iniziale	15 m
Incremento profondità infissione	0,2 m
Numero di elementi	36
Numero nodo di fondo scavo	16

Stratigrafia**Fase: 1**

Nr.	Peso specifico [kN/m ³]	Peso specifico saturo [kN/m ³]	Coesione [kN/m ²]	Ancolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m ²]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	19,0	21,0	20,0	17,0	1,0	1961,0	10,0	10,0	9,0	5,0	RIPORTO
2	19,0	21,0	20,0	19,0	1,0	1961,0	10,0	10,0	2,0	5,0	DETRITO
3	20,0	22,0	40,0	20,0	1,0	3922,0	13,33	13,33	3,5	5,0	FORMAZIONE ALTERATA
4	21,0	23,0	60,0	25,0	1,0	5883,0	16,67	16,67	15,0	5,0	FORMAZIONE COMPATTA

Calcolo coefficienti sismici**Dati generali**

Descrizione zona

Latitudine

43,1728 [°]

Longitudine

13,7389 [°]

Dati opera

Tipo opera

Opere ordinarie

Classe d'uso

II

Vita nominale

50 [anni]

Vita di riferimento

50 [anni]

Parametri sismici su un sito di riferimento

Categoria sottosuolo

C

Categoria topografica

T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec ²]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	30	0,480	2,420	0,280
SLD	50	0,620	2,460	0,290
SLV	475	1,790	2,460	0,320
SLC	975	2,340	2,510	0,320

Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: Paratia

Altezza paratia

24,000[m]

Spostamento ammissibile

0,020[m]

SL	Amax [m/sec ²]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0,720	0,600	0,029	0,014
SLD	0,930	0,600	0,037	0,019
SLV	2,561	0,600	0,102	0,051
SLC	3,137	0,600	0,125	0,063

Analisi Paratia

Profondità massima di infissione

15,2 [m]

Fase: 1 Analisi geotecni ca Fase: 1 - Combinazione: 1**Altezza scavo****7 [m]**

Tipo:

S.L.U. [STR]

Nome:

A1+M1+R1 (SLU - STR)

Coefficienti sismici:

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5

4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	15,20 [m]
Pressione massima terreno	73,60 [kPa]
Momento massimo	469,82 [kNm/m]
Taglio massimo	157,21 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m ³]
0,47	0,27	27,35	-0,03	-0,01	3,2613	--
0,93	0,53	38,54	-0,11	-0,32	3,0907	--
1,40	0,80	48,73	-0,16	-0,77	2,9200	--
1,87	1,06	59,92	-0,54	-1,57	2,7494	--
2,33	1,33	70,10	-1,22	-2,43	2,5788	--
2,80	1,60	81,29	-2,38	-5,25	2,4082	--
3,27	28,53	91,48	-4,89	-16,76	2,2377	--
3,73	32,61	102,67	-12,74	-31,98	2,0674	--
4,20	36,69	112,86	-27,64	-49,10	1,8974	--
4,67	40,76	123,05	-50,52	-68,08	1,7282	--
5,13	44,84	134,24	-82,26	-89,02	1,5605	--
5,60	48,91	144,43	-123,79	-111,79	1,3950	--
6,07	52,99	155,61	-175,97	-136,56	1,2330	--
6,53	57,07	165,80	-239,71	-157,21	1,0758	--
7,00	61,14	176,99	-313,09	-138,62	0,9253	14154,71
7,72	--	193,14	-413,43	-65,96	0,7093	14154,71
8,45	-73,60	209,29	-461,18	-11,95	0,5200	14154,71
9,17	-59,47	227,44	-469,82	30,59	0,3605	16494,74
9,90	-38,21	250,59	-447,68	58,25	0,2317	16494,74
10,62	-21,78	273,74	-405,52	75,09	0,1321	16494,74
11,34	-17,72	299,89	-351,17	87,44	0,0590	30034,18
12,07	-2,69	330,04	-287,88	89,39	0,0090	30034,18
12,79	6,66	361,19	-223,18	84,57	-0,0222	30034,18
13,51	11,58	391,34	-161,97	76,19	-0,0386	30034,18
14,24	13,28	421,49	-106,82	65,73	-0,0442	30034,18
14,96	26,31	457,64	-59,24	47,50	-0,0428	61523,96
15,69	22,94	497,79	-24,86	30,90	-0,0373	61523,96
16,41	18,47	537,94	-2,50	17,53	-0,0300	61523,96
17,13	13,84	578,09	10,19	7,51	-0,0225	61523,96
17,86	9,57	617,24	15,63	0,59	-0,0156	61523,96
18,58	5,90	657,39	16,05	-3,68	-0,0096	61523,96
19,30	2,86	697,54	13,38	-5,75	-0,0046	61523,96
20,03	0,35	737,69	9,22	-6,01	-0,0006	61523,96
20,75	-1,79	776,84	4,87	-4,71	0,0029	61523,96
21,48	-3,72	816,99	1,46	-2,02	0,0060	61523,96

Fase: 1 - Combinazione: 2**Altezza scavo**

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

7 [m]

S.L.U. [GEO]

A2+M2+R1(SLU - GEO)

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,3
4	Spinta sismica x	1,3
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

15,20 [m]

Pressione massima terreno

100,79 [kPa]

Momento massimo

735,40 [kNm/m]

Taglio massimo

221,86 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m ³]
0,47	0,24	28,35	-0,09	0,12	5,7795	--
0,93	0,47	39,54	-0,19	-0,24	5,4831	--
1,40	0,71	49,73	-0,15	-0,71	5,1867	--
1,87	0,95	60,92	-0,42	-3,44	4,8904	--
2,33	25,64	72,10	-2,01	-14,30	4,5940	--
2,80	30,76	83,29	-8,84	-28,69	4,2978	--
3,27	35,89	94,48	-22,27	-45,45	4,0018	--
3,73	41,02	105,67	-43,62	-64,59	3,7064	--
4,20	46,14	115,86	-73,71	-86,01	3,4123	--
4,67	51,27	127,05	-113,84	-110,22	3,1203	--
5,13	56,40	138,24	-165,20	-136,30	2,8314	--
5,60	61,52	149,43	-228,78	-164,94	2,5471	--
6,07	66,65	160,61	-305,79	-196,03	2,2691	--
6,53	71,78	171,80	-397,31	-221,86	1,9995	--
7,00	76,91	181,99	-500,83	-196,74	1,7409	9729,37
7,72	--	199,14	-643,22	-100,39	1,3676	9729,37
8,45	-100,79	216,29	-715,90	-26,94	1,0360	9729,37
9,17	-78,61	235,44	-735,40	29,61	0,7508	10469,44
9,90	-53,78	260,59	-713,97	68,53	0,5137	10469,44
10,62	-33,83	285,74	-664,36	94,66	0,3232	10469,44
11,34	-33,35	313,89	-595,84	117,90	0,1762	18929,43
12,07	-12,91	348,04	-510,50	127,25	0,0682	18929,43
12,79	1,18	381,19	-418,40	126,39	-0,0062	18929,43
13,51	10,06	414,34	-326,92	119,11	-0,0531	18929,43
14,24	14,85	447,49	-240,70	107,60	-0,0785	18929,43
14,96	30,84	488,64	-162,82	86,13	-0,0879	35096,22
15,69	30,31	533,79	-100,47	64,19	-0,0864	35096,22
16,41	27,41	578,94	-54,01	44,35	-0,0781	35096,22
17,13	23,20	624,09	-21,91	27,56	-0,0661	35096,22
17,86	18,44	670,24	-1,96	14,20	-0,0526	35096,22
18,58	13,60	715,39	8,32	4,36	-0,0388	35096,22
19,30	8,93	760,54	11,47	-2,10	-0,0254	35096,22
20,03	4,49	805,69	9,95	-5,36	-0,0128	35096,22
20,75	0,28	850,84	6,07	-5,56	-0,0008	35096,22
21,48	-3,79	896,99	2,04	-2,82	0,0108	35096,22

Fase: 1 - Combinazione: 3**Altezza scavo**

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

7 [m]

S.L.E. [STR]

A1+M1+R1 (SLE - STR)

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

15,20 [m]

Pressione massima terreno

73,60 [kPa]

Momento massimo

469,82 [kNm/m]

Taglio massimo

157,21 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,47	0,27	27,35	-0,03	-0,01	3,2613	--
0,93	0,53	38,54	-0,11	-0,32	3,0907	--
1,40	0,80	48,73	-0,16	-0,77	2,9200	--
1,87	1,06	59,92	-0,54	-1,57	2,7494	--
2,33	1,33	70,10	-1,22	-2,43	2,5788	--
2,80	1,60	81,29	-2,38	-5,25	2,4082	--
3,27	28,53	91,48	-4,89	-16,76	2,2377	--
3,73	32,61	102,67	-12,74	-31,98	2,0674	--
4,20	36,69	112,86	-27,64	-49,10	1,8974	--

4,67	40,76	123,05	-50,52	-68,08	1,7282	--
5,13	44,84	134,24	-82,26	-89,02	1,5605	--
5,60	48,91	144,43	-123,79	-111,79	1,3950	--
6,07	52,99	155,61	-175,97	-136,56	1,2330	--
6,53	57,07	165,80	-239,71	-157,21	1,0758	--
7,00	61,14	176,99	-313,09	-138,62	0,9253	14154,71
7,72	--	193,14	-413,43	-65,96	0,7093	14154,71
8,45	-73,60	209,29	-461,18	-11,95	0,5200	14154,71
9,17	-59,47	227,44	-469,82	30,59	0,3605	16494,74
9,90	-38,21	250,59	-447,68	58,25	0,2317	16494,74
10,62	-21,78	273,74	-405,52	75,09	0,1321	16494,74
11,34	-17,72	299,89	-351,17	87,44	0,0590	30034,18
12,07	-2,69	330,04	-287,88	89,39	0,0090	30034,18
12,79	6,66	361,19	-223,18	84,57	-0,0222	30034,18
13,51	11,58	391,34	-161,97	76,19	-0,0386	30034,18
14,24	13,28	421,49	-106,82	65,73	-0,0442	30034,18
14,96	26,31	457,64	-59,24	47,50	-0,0428	61523,96
15,69	22,94	497,79	-24,86	30,90	-0,0373	61523,96
16,41	18,47	537,94	-2,50	17,53	-0,0300	61523,96
17,13	13,84	578,09	10,19	7,51	-0,0225	61523,96
17,86	9,57	617,24	15,63	0,59	-0,0156	61523,96
18,58	5,90	657,39	16,05	-3,68	-0,0096	61523,96
19,30	2,86	697,54	13,38	-5,75	-0,0046	61523,96
20,03	0,35	737,69	9,22	-6,01	-0,0006	61523,96
20,75	-1,79	776,84	4,87	-4,71	0,0029	61523,96
21,48	-3,72	816,99	1,46	-2,02	0,0060	61523,96

Risultati analisi strutturale**Fase: 1 Risultati analisi strutturale**

Fase: 1 - Combinazione: 1

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Fless.
0,47	Circolare Barre 800	21,88	-0,02	-0,01	6Ø18	21,89	-212,97	8999,84	Verificata
0,93	Circolare Barre 800	30,83	-0,09	-0,26	6Ø18	30,82	-215,67	2387,36	Verificata
1,40	Circolare Barre 800	38,98	-0,13	-0,61	6Ø18	38,99	-218,13	1656,93	Verificata
1,87	Circolare Barre 800	47,93	-0,43	-1,26	6Ø18	47,93	-220,82	511,46	Verificata
2,33	Circolare Barre 800	56,08	-0,97	-1,94	6Ø18	56,09	-223,27	229,63	Verificata
2,80	Circolare Barre 800	65,03	-1,91	-4,20	6Ø18	65,04	-225,95	118,46	Verificata
3,27	Circolare Barre 800	73,19	-3,91	-13,41	6Ø18	73,18	-228,37	58,41	Verificata
3,73	Circolare Barre 800	82,14	-10,19	-25,59	6Ø18	82,14	-231,05	22,67	Verificata
4,20	Circolare Barre 800	90,29	-22,11	-39,28	6Ø18	90,29	-233,47	10,56	Verificata
4,67	Circolare Barre 800	98,44	-40,42	-54,47	6Ø18	98,44	-235,89	5,84	Verificata
5,13	Circolare Barre 800	107,39	-65,81	-71,21	6Ø18	107,40	-238,54	3,62	Verificata
5,60	Circolare Barre 800	115,54	-99,03	-89,43	6Ø18	115,53	-240,94	2,43	Verificata
6,07	Circolare Barre 800	124,49	-140,77	-109,24	6Ø18	124,48	-243,58	1,73	Verificata
6,53	Circolare Barre 800	132,64	-191,77	-125,77	6Ø18	132,65	-245,98	1,28	Verificata
7,00	Circolare Barre 800	141,59	-250,47	-110,90	7Ø18	141,60	-275,30	1,10	Verificata
7,72	Circolare Barre 800	154,51	-330,74	-52,77	9Ø18	154,52	-331,57	1,00	Verificata
8,45	Circolare Barre 800	167,43	-368,94	-9,56	11Ø18	167,43	-393,46	1,07	Verificata
9,17	Circolare Barre 800	181,95	-375,85	24,47	11Ø18	181,95	-397,34	1,06	Verificata
9,90	Circolare Barre 800	200,47	-358,14	46,60	10Ø18	200,46	-373,12	1,04	Verificata
10,62	Circolare Barre 800	218,99	-324,42	60,08	9Ø18	218,99	-348,92	1,08	Verificata
11,34	Circolare Barre 800	239,91	-280,93	69,95	7Ø18	239,92	-300,55	1,07	Verificata
12,07	Circolare Barre 800	264,03	-230,30	71,51	6Ø18	264,04	-283,76	1,23	Verificata
12,79	Circolare Barre 800	288,95	-178,54	67,65	6Ø18	288,95	-290,76	1,63	Verificata
13,51	Circolare Barre 800	313,07	-129,57	60,95	6Ø18	313,08	-297,45	2,30	Verificata
14,24	Circolare Barre 800	337,19	-85,46	52,59	6Ø18	337,20	-304,11	3,56	Verificata
14,96	Circolare Barre 800	366,11	-47,40	38,00	6Ø18	366,10	-312,02	6,58	Verificata
15,69	Circolare Barre 800	398,23	-19,89	24,72	6Ø18	398,23	-319,75	16,08	Verificata
16,41	Circolare Barre 800	430,35	-2,00	14,02	6Ø18	430,35	-327,37	163,77	Verificata
17,13	Circolare Barre 800	462,47	8,15	6,01	6Ø18	462,47	334,97	41,09	Verificata
17,86	Circolare Barre 800	493,79	12,50	0,47	6Ø18	493,79	342,35	27,38	Verificata
18,58	Circolare Barre 800	525,91	12,84	-2,95	6Ø18	525,91	349,89	27,25	Verificata
19,30	Circolare Barre 800	558,03	10,71	-4,60	6Ø18	558,03	357,41	33,38	Verificata
20,03	Circolare Barre 800	590,15	7,38	-4,81	6Ø18	590,16	364,81	49,46	Verificata
20,75	Circolare Barre 800	621,47	3,90	-3,77	6Ø18	621,46	371,95	95,41	Verificata
21,48	Circolare Barre 800	653,59	1,17	-1,62	6Ø18	653,59	379,24	324,23	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruz- zo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio	Verifica a taglio	Angolo inclinazione puntoni [°]
0,47	3,50E-03	-2,00E-02	-29,22	21,5Ø8	Calcestruzzo=864,83 Staffe=268,17	151038,42	Verificata	21,80
0,93	3,50E-03	-1,98E-02	-29,11	21,5Ø8	Calcestruzzo=865,81 Staffe=268,17	3386,08	Verificata	21,80
1,40	3,50E-03	-1,96E-02	-29,01	21,5Ø8	Calcestruzzo=891,49 Staffe=266,35	1451,04	Verificata	21,80
1,87	3,50E-03	-1,93E-02	-28,89	21,5Ø8	Calcestruzzo=892,50 Staffe=266,35	710,11	Verificata	21,80
2,33	3,50E-03	-1,91E-02	-28,78	21,5Ø8	Calcestruzzo=893,42 Staffe=266,35	460,51	Verificata	21,80
2,80	3,50E-03	-1,89E-02	-28,66	21,5Ø8	Calcestruzzo=894,43 Staffe=266,35	212,94	Verificata	21,80
3,27	3,50E-03	-1,87E-02	-28,56	21,5Ø8	Calcestruzzo=895,36 Staffe=266,35	66,79	Verificata	21,80
3,73	3,50E-03	-1,85E-02	-28,44	21,5Ø8	Calcestruzzo=896,37 Staffe=266,35	35,04	Verificata	21,80
4,20	3,50E-03	-1,83E-02	-28,33	21,5Ø8	Calcestruzzo=897,29 Staffe=266,35	22,84	Verificata	21,80
4,67	3,50E-03	-1,80E-02	-28,22	21,5Ø8	Calcestruzzo=898,21 Staffe=266,35	16,49	Verificata	21,80
5,13	3,50E-03	-1,78E-02	-28,11	21,5Ø8	Calcestruzzo=899,23 Staffe=266,35	12,63	Verificata	21,80
5,60	3,50E-03	-1,77E-02	-28,01	21,5Ø8	Calcestruzzo=924,24 Staffe=264,47	10,33	Verificata	21,80
6,07	3,50E-03	-1,75E-02	-27,89	21,5Ø8	Calcestruzzo=925,28 Staffe=264,47	8,47	Verificata	21,80
6,53	3,50E-03	-1,73E-02	-27,78	21,5Ø8	Calcestruzzo=926,23 Staffe=264,47	7,36	Verificata	21,80
7,00	3,50E-03	-1,56E-02	-26,72	21,5Ø8	Calcestruzzo=950,44 Staffe=262,55	8,57	Verificata	21,80
7,72	3,50E-03	-1,45E-02	-25,89	21,5Ø8	Calcestruzzo=951,98 Staffe=262,55	18,04	Verificata	21,80
8,45	3,50E-03	-1,28E-02	-24,39	21,5Ø8	Calcestruzzo=996,74 Staffe=258,56	104,29	Verificata	21,80
9,17	3,50E-03	-1,26E-02	-24,24	21,5Ø8	Calcestruzzo=998,55 Staffe=258,56	40,81	Verificata	21,80
9,90	3,50E-03	-1,32E-02	-24,80	21,5Ø8	Calcestruzzo=979,73 Staffe=260,58	21,03	Verificata	21,80
10,62	3,50E-03	-1,37E-02	-25,27	21,5Ø8	Calcestruzzo=981,99 Staffe=260,58	16,35	Verificata	21,80
11,34	3,50E-03	-1,45E-02	-25,86	21,5Ø8	Calcestruzzo=984,54 Staffe=260,58	14,07	Verificata	21,80
12,07	3,50E-03	-1,47E-02	-26,09	21,5Ø8	Calcestruzzo=965,02 Staffe=262,55	13,50	Verificata	21,80
12,79	3,50E-03	-1,43E-02	-25,77	21,5Ø8	Calcestruzzo=990,51 Staffe=260,58	14,64	Verificata	21,80
13,51	3,50E-03	-1,40E-02	-25,47	21,5Ø8	Calcestruzzo=993,45 Staffe=260,58	16,30	Verificata	21,80
14,24	3,50E-03	-1,36E-02	-25,17	21,5Ø8	Calcestruzzo=996,39	18,95	Verificata	21,80

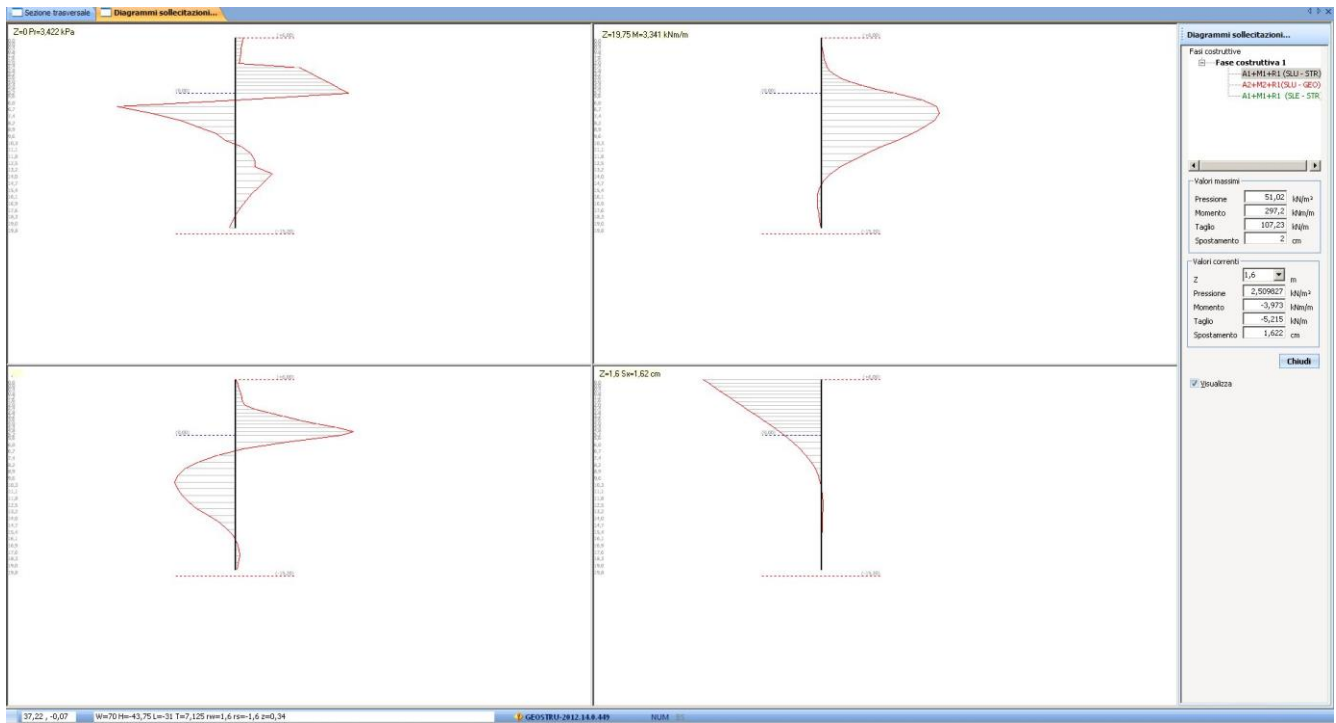
					Staffe=260,58			
14,96	3,50E-03	-1,32E-02	-24,80	21,508	Calcestruzzo=999,91 Staffe=260,58	26,31	Verificata	21,80
15,69	3,50E-03	-1,29E-02	-24,51	21,508	Calcestruzzo=1025,47 Staffe=258,56	41,49	Verificata	21,80
16,41	3,50E-03	-1,26E-02	-24,23	21,508	Calcestruzzo=1029,46 Staffe=258,56	73,41	Verificata	21,80
17,13	3,50E-03	-1,23E-02	23,95	21,508	Calcestruzzo=1033,46 Staffe=258,56	171,95	Verificata	21,80
17,86	3,50E-03	-1,20E-02	23,67	21,508	Calcestruzzo=1037,36 Staffe=258,56	2212,36	Verificata	21,80
18,58	3,50E-03	-1,18E-02	23,38	21,508	Calcestruzzo=1041,36 Staffe=258,56	353,35	Verificata	21,80
19,30	3,50E-03	-1,15E-02	23,09	21,508	Calcestruzzo=1066,11 Staffe=256,52	231,64	Verificata	21,80
20,03	3,50E-03	-1,12E-02	22,79	21,508	Calcestruzzo=1070,19 Staffe=256,52	222,72	Verificata	21,80
20,75	3,50E-03	-1,10E-02	22,50	21,508	Calcestruzzo=1074,17 Staffe=256,52	284,91	Verificata	21,80
21,48	3,50E-03	-1,07E-02	22,19	21,508	Calcestruzzo=1078,24 Staffe=256,52	667,22	Verificata	21,80

Fase: 1 - Combinazione: 3

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Fless.
0,47	Circolare Barre 800	21,88	-0,02	-0,01	6Ø18	21,89	-212,97	8999,84	Verificata
0,93	Circolare Barre 800	30,83	-0,09	-0,26	6Ø18	30,82	-215,67	2387,36	Verificata
1,40	Circolare Barre 800	38,98	-0,13	-0,61	6Ø18	38,99	-218,13	1656,93	Verificata
1,87	Circolare Barre 800	47,93	-0,43	-1,26	6Ø18	47,93	-220,82	511,46	Verificata
2,33	Circolare Barre 800	56,08	-0,97	-1,94	6Ø18	56,09	-223,27	229,63	Verificata
2,80	Circolare Barre 800	65,03	-1,91	-4,20	6Ø18	65,04	-225,95	118,46	Verificata
3,27	Circolare Barre 800	73,19	-3,91	-13,41	6Ø18	73,18	-228,37	58,41	Verificata
3,73	Circolare Barre 800	82,14	-10,19	-25,59	6Ø18	82,14	-231,05	22,67	Verificata
4,20	Circolare Barre 800	90,29	-22,11	-39,28	6Ø18	90,29	-233,47	10,56	Verificata
4,67	Circolare Barre 800	98,44	-40,42	-54,47	6Ø18	98,44	-235,89	5,84	Verificata
5,13	Circolare Barre 800	107,39	-65,81	-71,21	6Ø18	107,40	-238,54	3,62	Verificata
5,60	Circolare Barre 800	115,54	-99,03	-89,43	6Ø18	115,53	-240,94	2,43	Verificata
6,07	Circolare Barre 800	124,49	-140,77	-109,24	6Ø18	124,48	-243,58	1,73	Verificata
6,53	Circolare Barre 800	132,64	-191,77	-125,77	6Ø18	132,65	-245,98	1,28	Verificata
7,00	Circolare Barre 800	141,59	-250,47	-110,90	7Ø18	141,60	-275,30	1,10	Verificata
7,72	Circolare Barre 800	154,51	-330,74	-52,77	9Ø18	154,52	-331,57	1,00	Verificata
8,45	Circolare Barre 800	167,43	-368,94	-9,56	11Ø18	167,43	-393,46	1,07	Verificata
9,17	Circolare Barre 800	181,95	-375,85	24,47	11Ø18	181,95	-397,34	1,06	Verificata
9,90	Circolare Barre 800	200,47	-358,14	46,60	10Ø18	200,46	-373,12	1,04	Verificata
10,62	Circolare Barre 800	218,99	-324,42	60,08	9Ø18	218,99	-348,92	1,08	Verificata
11,34	Circolare Barre 800	239,91	-280,93	69,95	7Ø18	239,92	-300,55	1,07	Verificata
12,07	Circolare Barre 800	264,03	-230,30	71,51	6Ø18	264,04	-283,76	1,23	Verificata
12,79	Circolare Barre 800	288,95	-178,54	67,65	6Ø18	288,95	-290,76	1,63	Verificata
13,51	Circolare Barre 800	313,07	-129,57	60,95	6Ø18	313,08	-297,45	2,30	Verificata
14,24	Circolare Barre 800	337,19	-85,46	52,59	6Ø18	337,20	-304,11	3,56	Verificata
14,96	Circolare Barre 800	366,11	-47,40	38,00	6Ø18	366,10	-312,02	6,58	Verificata
15,69	Circolare Barre 800	398,23	-19,89	24,72	6Ø18	398,23	-319,75	16,08	Verificata
16,41	Circolare Barre 800	430,35	-2,00	14,02	6Ø18	430,35	-327,37	163,77	Verificata
17,13	Circolare Barre 800	462,47	8,15	6,01	6Ø18	462,47	334,97	41,09	Verificata
17,86	Circolare Barre 800	493,79	12,50	0,47	6Ø18	493,79	342,35	27,38	Verificata
18,58	Circolare Barre 800	525,91	12,84	-2,95	6Ø18	525,91	349,89	27,25	Verificata
19,30	Circolare Barre 800	558,03	10,71	-4,60	6Ø18	558,03	357,41	33,38	Verificata
20,03	Circolare Barre 800	590,15	7,38	-4,81	6Ø18	590,16	364,81	49,46	Verificata
20,75	Circolare Barre 800	621,47	3,90	-3,77	6Ø18	621,46	371,95	95,41	Verificata
21,48	Circolare Barre 800	653,59	1,17	-1,62	6Ø18	653,59	379,24	324,23	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio	Verifica a taglio	Angolo inclinazione punti [°]
0,47	3,50E-03	-2,00E-02	-29,22	21,5Ø8	Calcestruzzo=864,83 Staffe=268,17	151038,4 2	Verificata	21,80
0,93	3,50E-03	-1,98E-02	-29,11	21,5Ø8	Calcestruzzo=865,81 Staffe=268,17	3386,08	Verificata	21,80
1,40	3,50E-03	-1,96E-02	-29,01	21,5Ø8	Calcestruzzo=891,49 Staffe=266,35	1451,04	Verificata	21,80
1,87	3,50E-03	-1,93E-02	-28,89	21,5Ø8	Calcestruzzo=892,50 Staffe=266,35	710,11	Verificata	21,80
2,33	3,50E-03	-1,91E-02	-28,78	21,5Ø8	Calcestruzzo=893,42 Staffe=266,35	460,51	Verificata	21,80
2,80	3,50E-03	-1,89E-02	-28,66	21,5Ø8	Calcestruzzo=894,43 Staffe=266,35	212,94	Verificata	21,80
3,27	3,50E-03	-1,87E-02	-28,56	21,5Ø8	Calcestruzzo=895,36 Staffe=266,35	66,79	Verificata	21,80
3,73	3,50E-03	-1,85E-02	-28,44	21,5Ø8	Calcestruzzo=896,37 Staffe=266,35	35,04	Verificata	21,80
4,20	3,50E-03	-1,83E-02	-28,33	21,5Ø8	Calcestruzzo=897,29 Staffe=266,35	22,84	Verificata	21,80
4,67	3,50E-03	-1,80E-02	-28,22	21,5Ø8	Calcestruzzo=898,21 Staffe=266,35	16,49	Verificata	21,80
5,13	3,50E-03	-1,78E-02	-28,11	21,5Ø8	Calcestruzzo=899,23 Staffe=266,35	12,63	Verificata	21,80
5,60	3,50E-03	-1,77E-02	-28,01	21,5Ø8	Calcestruzzo=924,24 Staffe=264,47	10,33	Verificata	21,80
6,07	3,50E-03	-1,75E-02	-27,89	21,5Ø8	Calcestruzzo=925,28 Staffe=264,47	8,47	Verificata	21,80
6,53	3,50E-03	-1,73E-02	-27,78	21,5Ø8	Calcestruzzo=926,23 Staffe=264,47	7,36	Verificata	21,80
7,00	3,50E-03	-1,56E-02	-26,72	21,5Ø8	Calcestruzzo=950,44 Staffe=262,55	8,57	Verificata	21,80
7,72	3,50E-03	-1,45E-02	-25,89	21,5Ø8	Calcestruzzo=951,98 Staffe=262,55	18,04	Verificata	21,80
8,45	3,50E-03	-1,28E-02	-24,39	21,5Ø8	Calcestruzzo=996,74 Staffe=258,56	104,29	Verificata	21,80
9,17	3,50E-03	-1,26E-02	-24,24	21,5Ø8	Calcestruzzo=998,55 Staffe=258,56	40,81	Verificata	21,80
9,90	3,50E-03	-1,32E-02	-24,80	21,5Ø8	Calcestruzzo=979,73 Staffe=260,58	21,03	Verificata	21,80
10,62	3,50E-03	-1,37E-02	-25,27	21,5Ø8	Calcestruzzo=981,99 Staffe=260,58	16,35	Verificata	21,80
11,34	3,50E-03	-1,45E-02	-25,86	21,5Ø8	Calcestruzzo=984,54 Staffe=260,58	14,07	Verificata	21,80
12,07	3,50E-03	-1,47E-02	-26,09	21,5Ø8	Calcestruzzo=965,02 Staffe=262,55	13,50	Verificata	21,80
12,79	3,50E-03	-1,43E-02	-25,77	21,5Ø8	Calcestruzzo=990,51 Staffe=260,58	14,64	Verificata	21,80
13,51	3,50E-03	-1,40E-02	-25,47	21,5Ø8	Calcestruzzo=993,45 Staffe=260,58	16,30	Verificata	21,80
14,24	3,50E-03	-1,36E-02	-25,17	21,5Ø8	Calcestruzzo=996,39	18,95	Verificata	21,80

					Staffe=260,58			
14,96	3,50E-03	-1,32E-02	-24,80	21,5Ø8	Calcestruzzo=999,91 Staffe=260,58	26,31	Verificata	21,80
15,69	3,50E-03	-1,29E-02	-24,51	21,5Ø8	Calcestruzzo=1025,4 7 Staffe=258,56	41,49	Verificata	21,80
16,41	3,50E-03	-1,26E-02	-24,23	21,5Ø8	Calcestruzzo=1029,4 6 Staffe=258,56	73,41	Verificata	21,80
17,13	3,50E-03	-1,23E-02	23,95	21,5Ø8	Calcestruzzo=1033,4 6 Staffe=258,56	171,95	Verificata	21,80
17,86	3,50E-03	-1,20E-02	23,67	21,5Ø8	Calcestruzzo=1037,3 6 Staffe=258,56	2212,36	Verificata	21,80
18,58	3,50E-03	-1,18E-02	23,38	21,5Ø8	Calcestruzzo=1041,3 6 Staffe=258,56	353,35	Verificata	21,80
19,30	3,50E-03	-1,15E-02	23,09	21,5Ø8	Calcestruzzo=1066,1 1 Staffe=256,52	231,64	Verificata	21,80
20,03	3,50E-03	-1,12E-02	22,79	21,5Ø8	Calcestruzzo=1070,1 9 Staffe=256,52	222,72	Verificata	21,80
20,75	3,50E-03	-1,10E-02	22,50	21,5Ø8	Calcestruzzo=1074,1 7 Staffe=256,52	284,91	Verificata	21,80
21,48	3,50E-03	-1,07E-02	22,19	21,5Ø8	Calcestruzzo=1078,2 4 Staffe=256,52	667,22	Verificata	21,80



Archivio materiali**CONGLOMERATI**

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29380.7	19.6	11.1	1	2.2
2	C25/30	30	30861.5	24.5	13.9	1.2	2.5
3	C28/35	35	31675.5	27.5	15.6	1.3	2.7
4	C40/50	50	34539	39.2	19.4	1.5	3.1
5	C30/37	37	20000	30	17,5	1,4	2,9

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniz.	β1*β2 finale
1	B450C	196133	441.3	383.7	529.6	441.3	.075	.0675	1	0,5
2	FeB44k	196133	421.7	366.7	529.6	366.7	.05	.04	1	0,5
3	S500s	196133	500	434,8	550	470	.05	.04	1	0,5

GEOMETRIA SEZIONE

Sezione
Calcestruzzo
Acciaio
Nome
Diametro
Disposizione
Interasse Longitudinale

Circolare Barre
C28/35
B450C
Circolare Barre 800
0,8 m
Singola fila
0,8 m

Dati generali FEM

Massimo spostamento lineare terreno 2 cm
Fattore tollezanza spostamento 0,03 cm
Tipo analisi Lineare
Massimo numero di iterazioni 10
Fattore riduzione molla fondo scavo 1
Profondità infissione iniziale 15 m
Incremento profondità infissione 0,2 m
Numero di elementi 36
Numero nodo di fondo scavo 16

Stratigrafia

Fase: 1

Nr.	Peso specifico [kN/m ³]	Peso specifico saturo [kN/m ³]	Coesione [kN/m ²]	Ancolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m ²]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	19,0	21,0	20,0	17,0	1,0	1961,0	10,0	10,0	9,0	5,0	RIPORTO
2	19,0	21,0	20,0	19,0	1,0	1961,0	10,0	10,0	2,0	5,0	DETRITO
3	20,0	22,0	40,0	20,0	1,0	3922,0	13,33	13,33	3,5	5,0	FORMAZIONE ALTERATA
4	21,0	23,0	60,0	25,0	1,0	5883,0	16,67	16,67	15,0	5,0	FORMAZIONE COMPATTA

Calcolo coefficienti sismici**Dati generali**

Descrizione zona
Latitudine

43,1728 [°]

Longitudine 13,7389 [°]

Dati opera

Tipo opera	Opere ordinarie
Classe d'uso	II
Vita nominale	50 [anni]
Vita di riferimento	50 [anni]

Parametri sismici su un sito di riferimento

Categoria sottosuolo	C
Categoria topografica	T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec ²]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	30	0,480	2,420	0,280
SLD	50	0,620	2,460	0,290
SLV	475	1,790	2,460	0,320
SLC	975	2,340	2,510	0,320

Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: Paratia

Altezza paratia	24,000[m]
Spostamento ammissibile	0,020[m]

SL	Amax [m/sec ²]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0,720	0,600	0,029	0,014
SLD	0,930	0,600	0,037	0,019
SLV	2,561	0,600	0,102	0,051
SLC	3,137	0,600	0,125	0,063

Analisi Paratia

Profondità massima di infissione

15,2 [m]

Fase: 1 Analisi geotecni ca Fase: 1 - Combinazione: 1**Altezza scavo**

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

8 [m]

S.L.U. [STR]

A1+M1+R1 (SLU - STR)

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

15,20 [m]

Pressione massima terreno

120,04 [kPa]

Momento massimo

765,19 [kNm/m]

Taglio massimo

217,45 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m ³]
0,53	4,26	29,38	-0,60	-3,60	5,7844	--
1,07	3,95	41,59	-2,50	-5,62	5,4539	--
1,60	3,65	53,81	-5,43	-7,53	5,1234	--
2,13	3,35	66,02	-9,41	-9,48	4,7931	--
2,67	3,04	78,24	-14,41	-13,24	4,4632	--
3,20	28,86	90,46	-21,47	-26,72	4,1338	--
3,73	32,91	102,67	-35,67	-44,47	3,8052	--
4,27	36,96	113,89	-59,27	-64,13	3,4779	--
4,80	41,01	126,10	-93,49	-85,76	3,1528	--
5,33	45,06	138,32	-139,26	-109,81	2,8312	--
5,87	49,11	150,53	-197,89	-135,95	2,5145	--

6,40	53,16	162,75	-270,41	-164,45	2,2051	--
6,93	57,21	174,96	-358,13	-194,90	1,9054	--
7,47	61,26	187,18	-462,06	-217,45	1,6185	--
8,00	65,31	199,40	-578,03	-181,99	1,3483	14154,71
8,72	--	215,55	-709,78	-76,55	1,0151	14154,71
9,45	-120,04	235,70	-765,19	9,30	0,7278	16494,74
10,17	-80,84	258,84	-758,46	67,83	0,4901	16494,74
10,90	-49,79	281,99	-709,37	106,33	0,3019	16494,74
11,62	-48,07	312,14	-632,41	139,81	0,1600	30034,18
12,34	-17,89	342,29	-531,21	152,76	0,0596	30034,18
13,07	1,83	372,44	-420,64	151,44	-0,0061	30034,18
13,79	13,22	402,59	-311,03	141,03	-0,0440	30034,18
14,51	37,78	433,74	-208,95	114,86	-0,0614	61523,96
15,24	39,89	473,89	-125,81	85,99	-0,0648	61523,96
15,96	36,76	515,04	-63,57	59,38	-0,0598	61523,96
16,69	30,93	555,19	-20,60	36,99	-0,0503	61523,96
17,41	24,16	596,34	6,18	19,50	-0,0393	61523,96
18,13	17,56	637,49	20,29	6,79	-0,0285	61523,96
18,86	11,71	677,64	25,21	-1,68	-0,0190	61523,96
19,58	6,84	718,79	23,99	-6,63	-0,0111	61523,96
20,30	2,92	758,94	19,19	-8,74	-0,0047	61523,96
21,03	-0,24	800,09	12,86	-8,57	0,0004	61523,96
21,75	-2,87	841,24	6,66	-6,49	0,0047	61523,96
22,48	-5,23	881,39	1,96	-2,71	0,0085	61523,96

Fase: 1 - Combinazione: 2**Altezza scavo**

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

8 [m]

S.L.U. [GEO]

A2+M2+R1(SLU - GEO)

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,3
4	Spinta sismica x	1,3
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

15,20 [m]

Pressione massima terreno

141,82 [kPa]

Momento massimo

1063,20 [kNm/m]

Taglio massimo

288,05 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m ³]
0,53	3,78	29,38	-0,62	-2,82	9,0770	--
1,07	3,51	42,59	-2,32	-4,91	8,5765	--
1,60	3,24	54,81	-4,91	-6,43	8,0762	--
2,13	2,97	67,02	-8,43	-10,59	7,5760	--
2,67	30,65	80,24	-14,15	-24,98	7,0761	--
3,20	35,97	92,46	-27,54	-44,15	6,5767	--
3,73	41,29	105,67	-51,09	-66,46	6,0784	--
4,27	46,61	117,89	-86,50	-91,16	5,5820	--
4,80	51,92	130,10	-135,17	-118,65	5,0888	--
5,33	57,24	143,32	-198,51	-149,27	4,6005	--
5,87	62,56	155,53	-278,20	-182,66	4,1193	--
6,40	67,88	167,75	-375,59	-219,04	3,6483	--
6,93	73,20	180,96	-492,45	-257,94	3,1907	--

7,47	78,52	193,18	-630,00	-288,05	2,7509	--
8,00	83,84	206,40	-783,60	-248,44	2,3337	9729,37
8,72	--	222,55	-963,44	-119,93	1,8130	9729,37
9,45	-141,82	244,70	-1050,25	-17,91	1,3546	10469,44
10,17	-100,99	269,84	-1063,20	55,18	0,9646	10469,44
10,90	-67,42	294,99	-1023,27	107,26	0,6440	10469,44
11,62	-73,87	327,14	-945,63	158,75	0,3903	18929,43
12,34	-37,55	360,29	-830,73	185,92	0,1984	18929,43
13,07	-11,53	393,44	-696,16	194,27	0,0609	18929,43
13,79	5,82	426,59	-555,54	189,76	-0,0308	18929,43
14,51	30,13	460,74	-418,19	168,78	-0,0859	35096,22
15,24	39,75	506,89	-296,03	140,01	-0,1133	35096,22
15,96	42,45	553,04	-194,69	109,28	-0,1210	35096,22
16,69	40,57	599,19	-115,59	79,91	-0,1156	35096,22
17,41	35,94	645,34	-57,74	53,90	-0,1024	35096,22
18,13	29,90	692,49	-18,73	32,26	-0,0852	35096,22
18,86	23,37	738,64	4,62	15,35	-0,0666	35096,22
19,58	16,90	784,79	15,73	3,12	-0,0481	35096,22
20,30	10,75	830,94	17,98	-4,67	-0,0306	35096,22
21,03	5,00	877,09	14,61	-8,29	-0,0143	35096,22
21,75	-0,42	924,24	8,61	-7,99	0,0012	35096,22
22,48	-5,64	970,39	2,83	-3,90	0,0161	35096,22

Fase: 1 - Combinazione: 3**Altezza scavo**

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

8 [m]

S.L.E. [STR]

A1+M1+R1 (SLE - STR)

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

15,20 [m]

Pressione massima terreno

120,04 [kPa]

Momento massimo

765,19 [kNm/m]

Taglio massimo

217,45 [kN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m ³]
0,53	4,26	29,38	-0,60	-3,60	5,7844	--
1,07	3,95	41,59	-2,50	-5,62	5,4539	--
1,60	3,65	53,81	-5,43	-7,53	5,1234	--
2,13	3,35	66,02	-9,41	-9,48	4,7931	--
2,67	3,04	78,24	-14,41	-13,24	4,4632	--
3,20	28,86	90,46	-21,47	-26,72	4,1338	--
3,73	32,91	102,67	-35,67	-44,47	3,8052	--
4,27	36,96	113,89	-59,27	-64,13	3,4779	--
4,80	41,01	126,10	-93,49	-85,76	3,1528	--
5,33	45,06	138,32	-139,26	-109,81	2,8312	--
5,87	49,11	150,53	-197,89	-135,95	2,5145	--
6,40	53,16	162,75	-270,41	-164,45	2,2051	--

6,93	57,21	174,96	-358,13	-194,90	1,9054	--
7,47	61,26	187,18	-462,06	-217,45	1,6185	--
8,00	65,31	199,40	-578,03	-181,99	1,3483	14154,71
8,72	--	215,55	-709,78	-76,55	1,0151	14154,71
9,45	-120,04	235,70	-765,19	9,30	0,7278	16494,74
10,17	-80,84	258,84	-758,46	67,83	0,4901	16494,74
10,90	-49,79	281,99	-709,37	106,33	0,3019	16494,74
11,62	-48,07	312,14	-632,41	139,81	0,1600	30034,18
12,34	-17,89	342,29	-531,21	152,76	0,0596	30034,18
13,07	1,83	372,44	-420,64	151,44	-0,0061	30034,18
13,79	13,22	402,59	-311,03	141,03	-0,0440	30034,18
14,51	37,78	433,74	-208,95	114,86	-0,0614	61523,96
15,24	39,89	473,89	-125,81	85,99	-0,0648	61523,96
15,96	36,76	515,04	-63,57	59,38	-0,0598	61523,96
16,69	30,93	555,19	-20,60	36,99	-0,0503	61523,96
17,41	24,16	596,34	6,18	19,50	-0,0393	61523,96
18,13	17,56	637,49	20,29	6,79	-0,0285	61523,96
18,86	11,71	677,64	25,21	-1,68	-0,0190	61523,96
19,58	6,84	718,79	23,99	-6,63	-0,0111	61523,96
20,30	2,92	758,94	19,19	-8,74	-0,0047	61523,96
21,03	-0,24	800,09	12,86	-8,57	0,0004	61523,96
21,75	-2,87	841,24	6,66	-6,49	0,0047	61523,96
22,48	-5,23	881,39	1,96	-2,71	0,0085	61523,96

Risultati analisi strutturale**Fase: 1 Risultati analisi strutturale**

Fase: 1 - Combinazione: 1

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barr e Diamet ro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Fless.
0,53	Circolare Barre 800	23,50	-0,48	-2,88	6Ø18	23,51	-213,46	442,20	Verificata
1,07	Circolare Barre 800	33,27	-2,00	-4,50	6Ø18	33,28	-216,40	108,18	Verificata
1,60	Circolare Barre 800	43,05	-4,34	-6,03	6Ø18	43,04	-219,35	50,51	Verificata
2,13	Circolare Barre 800	52,82	-7,53	-7,59	6Ø18	52,81	-222,29	29,53	Verificata
2,67	Circolare Barre 800	62,59	-11,53	-10,59	6Ø18	62,60	-225,22	19,54	Verificata
3,20	Circolare Barre 800	72,36	-17,18	-21,37	6Ø18	72,37	-228,13	13,28	Verificata
3,73	Circolare Barre 800	82,14	-28,54	-35,58	6Ø18	82,14	-231,05	8,10	Verificata
4,27	Circolare Barre 800	91,11	-47,42	-51,31	6Ø18	91,11	-233,72	4,93	Verificata
4,80	Circolare Barre 800	100,88	-74,79	-68,61	6Ø18	100,88	-236,61	3,16	Verificata
5,33	Circolare Barre 800	110,65	-111,41	-87,85	6Ø18	110,65	-239,50	2,15	Verificata
5,87	Circolare Barre 800	120,43	-158,31	-108,76	6Ø18	120,43	-242,38	1,53	Verificata
6,40	Circolare Barre 800	130,20	-216,33	-131,56	6Ø18	130,20	-245,26	1,13	Verificata
6,93	Circolare Barre 800	139,97	-286,51	-155,92	8Ø18	139,97	-299,60	1,05	Verificata
7,47	Circolare Barre 800	149,74	-369,65	-173,96	11Ø18	149,74	-388,73	1,05	Verificata
8,00	Circolare Barre 800	159,52	-462,42	-145,59	14Ø18	159,53	-468,33	1,01	Verificata
8,72	Circolare Barre 800	172,44	-567,82	-61,24	18Ø18	172,43	-574,05	1,01	Verificata
9,45	Circolare Barre 800	188,56	-612,15	7,44	20Ø18	188,56	-629,98	1,03	Verificata
10,17	Circolare Barre 800	207,08	-606,77	54,27	19Ø18	207,08	-608,29	1,00	Verificata
10,90	Circolare Barre 800	225,60	-567,50	85,06	18Ø18	225,60	-586,22	1,03	Verificata
11,62	Circolare Barre 800	249,72	-505,93	111,85	15Ø18	249,72	-517,86	1,02	Verificata
12,34	Circolare Barre 800	273,84	-424,97	122,21	12Ø18	273,84	-444,53	1,05	Verificata
13,07	Circolare Barre 800	297,96	-336,51	121,15	8Ø18	297,95	-341,40	1,01	Verificata
13,79	Circolare Barre 800	322,07	-248,82	112,83	6Ø18	322,07	-299,95	1,21	Verificata
14,51	Circolare Barre 800	346,99	-167,16	91,89	6Ø18	347,00	-306,79	1,84	Verificata
15,24	Circolare Barre 800	379,11	-100,65	68,79	6Ø18	379,11	-315,21	3,13	Verificata
15,96	Circolare Barre 800	412,03	-50,86	47,50	6Ø18	412,04	-323,03	6,35	Verificata
16,69	Circolare Barre 800	444,15	-16,48	29,59	6Ø18	444,15	-330,64	20,07	Verificata
17,41	Circolare Barre 800	477,07	4,94	15,60	6Ø18	477,07	338,41	68,49	Verificata
18,13	Circolare Barre 800	509,99	16,23	5,43	6Ø18	509,99	346,16	21,33	Verificata
18,86	Circolare Barre 800	542,11	20,16	-1,35	6Ø18	542,12	353,69	17,54	Verificata
19,58	Circolare Barre 800	575,03	19,19	-5,31	6Ø18	575,03	361,35	18,83	Verificata
20,30	Circolare Barre 800	607,15	15,35	-6,99	6Ø18	607,16	368,69	24,02	Verificata
21,03	Circolare Barre 800	640,07	10,29	-6,86	6Ø18	640,07	376,18	36,56	Verificata
21,75	Circolare Barre 800	672,99	5,33	-5,19	6Ø18	672,99	383,63	72,02	Verificata
22,48	Circolare Barre 800	705,11	1,57	-2,17	6Ø18	705,11	390,86	249,27	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza taglio	Verifica a taglio	Angolo inclinazione punti [°]
0,53	3,50E-03	-2,00E-02	-29,20	21,5Ø8	Calcestruzzo=865,00 Staffe=268,17	300,64	Verificata	21,80
1,07	3,50E-03	-1,97E-02	-29,08	21,5Ø8	Calcestruzzo=866,08 Staffe=268,17	192,52	Verificata	21,80
1,60	3,50E-03	-1,95E-02	-28,96	21,5Ø8	Calcestruzzo=891,95 Staffe=266,35	147,98	Verificata	21,80
2,13	3,50E-03	-1,92E-02	-28,82	21,5Ø8	Calcestruzzo=893,05 Staffe=266,35	117,73	Verificata	21,80
2,67	3,50E-03	-1,89E-02	-28,69	21,5Ø8	Calcestruzzo=894,16 Staffe=266,35	84,45	Verificata	21,80
3,20	3,50E-03	-1,87E-02	-28,57	21,5Ø8	Calcestruzzo=895,26 Staffe=266,35	41,89	Verificata	21,80
3,73	3,50E-03	-1,85E-02	-28,44	21,5Ø8	Calcestruzzo=896,37 Staffe=266,35	25,20	Verificata	21,80
4,27	3,50E-03	-1,82E-02	-28,32	21,5Ø8	Calcestruzzo=897,38 Staffe=266,35	17,49	Verificata	21,80
4,80	3,50E-03	-1,80E-02	-28,19	21,5Ø8	Calcestruzzo=898,49 Staffe=266,35	13,10	Verificata	21,80
5,33	3,50E-03	-1,78E-02	-28,07	21,5Ø8	Calcestruzzo=899,59 Staffe=266,35	10,24	Verificata	21,80
5,87	3,50E-03	-1,76E-02	-27,95	21,5Ø8	Calcestruzzo=924,81 Staffe=264,47	8,50	Verificata	21,80
6,40	3,50E-03	-1,73E-02	-27,81	21,5Ø8	Calcestruzzo=925,94 Staffe=264,47	7,04	Verificata	21,80
6,93	3,50E-03	-1,53E-02	-26,49	21,5Ø8	Calcestruzzo=950,25 Staffe=262,55	6,09	Verificata	21,80
7,47	3,50E-03	-1,29E-02	-24,57	21,5Ø8	Calcestruzzo=994,54 Staffe=258,56	5,72	Verificata	21,80
8,00	3,50E-03	-1,16E-02	-23,23	21,5Ø8	Calcestruzzo=1015,53 Staffe=256,52	6,98	Verificata	21,80
8,72	3,50E-03	-1,02E-02	-21,49	21,5Ø8	Calcestruzzo=1035,63 Staffe=254,46	16,91	Verificata	21,80
9,45	3,50E-03	-9,53E-03	-20,53	21,5Ø8	Calcestruzzo=1037,72 Staffe=254,46	139,46	Verificata	21,80
10,17	3,50E-03	-9,72E-03	-20,80	21,5Ø8	Calcestruzzo=1040,11 Staffe=254,46	19,17	Verificata	21,80
10,90	3,50E-03	-9,91E-03	-21,08	21,5Ø8	Calcestruzzo=1042,50 Staffe=254,46	12,26	Verificata	21,80
11,62	3,50E-03	-1,05E-02	-21,91	21,5Ø8	Calcestruzzo=1026,98 Staffe=256,52	9,18	Verificata	21,80
12,34	3,50E-03	-1,15E-02	-23,04	21,5Ø8	Calcestruzzo=1030,04 Staffe=256,52	8,43	Verificata	21,80
13,07	3,50E-03	-1,35E-02	-25,03	21,5Ø8	Calcestruzzo=991,61 Staffe=260,58	8,18	Verificata	21,80
13,79	3,50E-03	-1,38E-02	-25,36	21,5Ø8	Calcestruzzo=994,55 Staffe=260,58	8,81	Verificata	21,80
14,51	3,50E-03	-1,35E-02	-25,05	21,5Ø8	Calcestruzzo=997,58 Staffe=260,58	10,86	Verificata	21,80
15,24	3,50E-03	-1,31E-02	-24,68	21,5Ø8	Calcestruzzo=1001,49 Staffe=260,58	14,56	Verificata	21,80
15,96	3,50E-03	-1,28E-02	-24,39	21,5Ø8	Calcestruzzo=1027,18 Staffe=258,56	21,62	Verificata	21,80
16,69	3,50E-03	-1,25E-02	-24,11	21,5Ø8	Calcestruzzo=1031,18	34,85	Verificata	21,80

					Staffe=258,56			
17,41	3,50E-03	-1,22E-02	23,82	21,5Ø8	Calcestruzzo=1035,28 Staffe=258,56	66,37	Verificata	21,80
18,13	3,50E-03	-1,19E-02	23,53	21,5Ø8	Calcestruzzo=1039,37 Staffe=258,56	191,29	Verificata	21,80
18,86	3,50E-03	-1,16E-02	23,23	21,5Ø8	Calcestruzzo=1064,09 Staffe=256,52	790,95	Verificata	21,80
19,58	3,50E-03	-1,14E-02	22,94	21,5Ø8	Calcestruzzo=1068,27 Staffe=256,52	201,37	Verificata	21,80
20,30	3,50E-03	-1,11E-02	22,63	21,5Ø8	Calcestruzzo=1072,35 Staffe=256,52	153,33	Verificata	21,80
21,03	3,50E-03	-1,09E-02	22,32	21,5Ø8	Calcestruzzo=1076,53 Staffe=256,52	157,03	Verificata	21,80
21,75	3,50E-03	-1,06E-02	22,01	21,5Ø8	Calcestruzzo=1080,71 Staffe=256,52	208,13	Verificata	21,80
22,48	3,50E-03	-1,04E-02	21,70	21,5Ø8	Calcestruzzo=1104,47 Staffe=254,46	509,83	Verificata	21,80

Fase: 1 - Combinazione: 3

Z [m]	Nome sezione	N [kN]	M [kNm]	T [kN]	Nr.Barre Diametro	Nu [kN]	Mu [kNm]	Cond. Verifica Flessione	Ver. Fless.
0,53	Circolare Barre 800	23,50	-0,48	-2,88	6Ø18	23,51	-213,46	442,20	Verificata
1,07	Circolare Barre 800	33,27	-2,00	-4,50	6Ø18	33,28	-216,40	108,18	Verificata
1,60	Circolare Barre 800	43,05	-4,34	-6,03	6Ø18	43,04	-219,35	50,51	Verificata
2,13	Circolare Barre 800	52,82	-7,53	-7,59	6Ø18	52,81	-222,29	29,53	Verificata
2,67	Circolare Barre 800	62,59	-11,53	-10,59	6Ø18	62,60	-225,22	19,54	Verificata
3,20	Circolare Barre 800	72,36	-17,18	-21,37	6Ø18	72,37	-228,13	13,28	Verificata
3,73	Circolare Barre 800	82,14	-28,54	-35,58	6Ø18	82,14	-231,05	8,10	Verificata
4,27	Circolare Barre 800	91,11	-47,42	-51,31	6Ø18	91,11	-233,72	4,93	Verificata
4,80	Circolare Barre 800	100,88	-74,79	-68,61	6Ø18	100,88	-236,61	3,16	Verificata
5,33	Circolare Barre 800	110,65	-111,41	-87,85	6Ø18	110,65	-239,50	2,15	Verificata
5,87	Circolare Barre 800	120,43	-158,31	-108,76	6Ø18	120,43	-242,38	1,53	Verificata
6,40	Circolare Barre 800	130,20	-216,33	-131,56	6Ø18	130,20	-245,26	1,13	Verificata
6,93	Circolare Barre 800	139,97	-286,51	-155,92	8Ø18	139,97	-299,60	1,05	Verificata
7,47	Circolare Barre 800	149,74	-369,65	-173,96	11Ø18	149,74	-388,73	1,05	Verificata
8,00	Circolare Barre 800	159,52	-462,42	-145,59	14Ø18	159,53	-468,33	1,01	Verificata
8,72	Circolare Barre 800	172,44	-567,82	-61,24	18Ø18	172,43	-574,05	1,01	Verificata
9,45	Circolare Barre 800	188,56	-612,15	7,44	20Ø18	188,56	-629,98	1,03	Verificata
10,17	Circolare Barre 800	207,08	-606,77	54,27	19Ø18	207,08	-608,29	1,00	Verificata
10,90	Circolare Barre 800	225,60	-567,50	85,06	18Ø18	225,60	-586,22	1,03	Verificata
11,62	Circolare Barre 800	249,72	-505,93	111,85	15Ø18	249,72	-517,86	1,02	Verificata
12,34	Circolare Barre 800	273,84	-424,97	122,21	12Ø18	273,84	-444,53	1,05	Verificata
13,07	Circolare Barre 800	297,96	-336,51	121,15	8Ø18	297,95	-341,40	1,01	Verificata
13,79	Circolare Barre 800	322,07	-248,82	112,83	6Ø18	322,07	-299,95	1,21	Verificata
14,51	Circolare Barre 800	346,99	-167,16	91,89	6Ø18	347,00	-306,79	1,84	Verificata
15,24	Circolare Barre 800	379,11	-100,65	68,79	6Ø18	379,11	-315,21	3,13	Verificata
15,96	Circolare Barre 800	412,03	-50,86	47,50	6Ø18	412,04	-323,03	6,35	Verificata
16,69	Circolare Barre 800	444,15	-16,48	29,59	6Ø18	444,15	-330,64	20,07	Verificata
17,41	Circolare Barre 800	477,07	4,94	15,60	6Ø18	477,07	338,41	68,49	Verificata
18,13	Circolare Barre 800	509,99	16,23	5,43	6Ø18	509,99	346,16	21,33	Verificata
18,86	Circolare Barre 800	542,11	20,16	-1,35	6Ø18	542,12	353,69	17,54	Verificata
19,58	Circolare Barre 800	575,03	19,19	-5,31	6Ø18	575,03	361,35	18,83	Verificata
20,30	Circolare Barre 800	607,15	15,35	-6,99	6Ø18	607,16	368,69	24,02	Verificata
21,03	Circolare Barre 800	640,07	10,29	-6,86	6Ø18	640,07	376,18	36,56	Verificata
21,75	Circolare Barre 800	672,99	5,33	-5,19	6Ø18	672,99	383,63	72,02	Verificata
22,48	Circolare Barre 800	705,11	1,57	-2,17	6Ø18	705,11	390,86	249,27	Verificata

Z [m]	Def.Max calcestruzzo	Def.Max acciaio	Asse neutro [cm]	Passo staffe [cm]	Resistenza taglio kN	Misura sicurezza a taglio	Verifica a taglio	Angolo inclinazione punti [°]
0,53	3,50E-03	-2,00E-02	-29,20	21,508	Calcestruzzo=865,00 Staffe=268,17	300,64	Verificata	21,80
1,07	3,50E-03	-1,97E-02	-29,08	21,508	Calcestruzzo=866,08 Staffe=268,17	192,52	Verificata	21,80
1,60	3,50E-03	-1,95E-02	-28,96	21,508	Calcestruzzo=891,95 Staffe=266,35	147,98	Verificata	21,80
2,13	3,50E-03	-1,92E-02	-28,82	21,508	Calcestruzzo=893,05 Staffe=266,35	117,73	Verificata	21,80
2,67	3,50E-03	-1,89E-02	-28,69	21,508	Calcestruzzo=894,16 Staffe=266,35	84,45	Verificata	21,80
3,20	3,50E-03	-1,87E-02	-28,57	21,508	Calcestruzzo=895,26 Staffe=266,35	41,89	Verificata	21,80
3,73	3,50E-03	-1,85E-02	-28,44	21,508	Calcestruzzo=896,37 Staffe=266,35	25,20	Verificata	21,80
4,27	3,50E-03	-1,82E-02	-28,32	21,508	Calcestruzzo=897,38 Staffe=266,35	17,49	Verificata	21,80
4,80	3,50E-03	-1,80E-02	-28,19	21,508	Calcestruzzo=898,49 Staffe=266,35	13,10	Verificata	21,80
5,33	3,50E-03	-1,78E-02	-28,07	21,508	Calcestruzzo=899,59 Staffe=266,35	10,24	Verificata	21,80
5,87	3,50E-03	-1,76E-02	-27,95	21,508	Calcestruzzo=924,81 Staffe=264,47	8,50	Verificata	21,80
6,40	3,50E-03	-1,73E-02	-27,81	21,508	Calcestruzzo=925,94 Staffe=264,47	7,04	Verificata	21,80
6,93	3,50E-03	-1,53E-02	-26,49	21,508	Calcestruzzo=950,25 Staffe=262,55	6,09	Verificata	21,80
7,47	3,50E-03	-1,29E-02	-24,57	21,508	Calcestruzzo=994,54 Staffe=258,56	5,72	Verificata	21,80
8,00	3,50E-03	-1,16E-02	-23,23	21,508	Calcestruzzo=1015,53 Staffe=256,52	6,98	Verificata	21,80
8,72	3,50E-03	-1,02E-02	-21,49	21,508	Calcestruzzo=1035,63 Staffe=254,46	16,91	Verificata	21,80
9,45	3,50E-03	-9,53E-03	-20,53	21,508	Calcestruzzo=1037,72 Staffe=254,46	139,46	Verificata	21,80
10,17	3,50E-03	-9,72E-03	-20,80	21,508	Calcestruzzo=1040,11 Staffe=254,46	19,17	Verificata	21,80
10,90	3,50E-03	-9,91E-03	-21,08	21,508	Calcestruzzo=1042,50 Staffe=254,46	12,26	Verificata	21,80
11,62	3,50E-03	-1,05E-02	-21,91	21,508	Calcestruzzo=1026,98 Staffe=256,52	9,18	Verificata	21,80
12,34	3,50E-03	-1,15E-02	-23,04	21,508	Calcestruzzo=1030,04 Staffe=256,52	8,43	Verificata	21,80
13,07	3,50E-03	-1,35E-02	-25,03	21,508	Calcestruzzo=991,61 Staffe=260,58	8,18	Verificata	21,80
13,79	3,50E-03	-1,38E-02	-25,36	21,508	Calcestruzzo=994,55 Staffe=260,58	8,81	Verificata	21,80
14,51	3,50E-03	-1,35E-02	-25,05	21,508	Calcestruzzo=997,58 Staffe=260,58	10,86	Verificata	21,80
15,24	3,50E-03	-1,31E-02	-24,68	21,508	Calcestruzzo=1001,49 Staffe=260,58	14,56	Verificata	21,80
15,96	3,50E-03	-1,28E-02	-24,39	21,508	Calcestruzzo=1027,18 Staffe=258,56	21,62	Verificata	21,80

16,69	3,50E-03	-1,25E-02	-24,11	21,508	Calcestruzzo=1031,18 Staffe=258,56	34,85	Verificata	21,80
17,41	3,50E-03	-1,22E-02	23,82	21,508	Calcestruzzo=1035,28 Staffe=258,56	66,37	Verificata	21,80
18,13	3,50E-03	-1,19E-02	23,53	21,508	Calcestruzzo=1039,37 Staffe=258,56	191,29	Verificata	21,80
18,86	3,50E-03	-1,16E-02	23,23	21,508	Calcestruzzo=1064,09 Staffe=256,52	790,95	Verificata	21,80
19,58	3,50E-03	-1,14E-02	22,94	21,508	Calcestruzzo=1068,27 Staffe=256,52	201,37	Verificata	21,80
20,30	3,50E-03	-1,11E-02	22,63	21,508	Calcestruzzo=1072,35 Staffe=256,52	153,33	Verificata	21,80
21,03	3,50E-03	-1,09E-02	22,32	21,508	Calcestruzzo=1076,53 Staffe=256,52	157,03	Verificata	21,80
21,75	3,50E-03	-1,06E-02	22,01	21,508	Calcestruzzo=1080,71 Staffe=256,52	208,13	Verificata	21,80
22,48	3,50E-03	-1,04E-02	21,70	21,508	Calcestruzzo=1104,47 Staffe=254,46	509,83	Verificata	21,80

Il Progettista
(ing. Enrico Gara)