



PREMESSA	2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO	2
DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO	3
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE	3
MATERIALI UTILIZZATI	4
ANALISI DEI CARICHI – CALCOLO DELLE SPINTE	5
MODELLAZIONE SISMICA.....	7
VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI DELLA STRUTTURA.....	11
MODELLO DI CALCOLO.....	13
ORIGINI E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO.....	14
AFFIDABILITA' E VALIDAZIONE DEL CODICE DI CALCOLO	14
VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITA'	15



PREMESSA

L'intervento strutturale in esame rientra nell'ambito del progetto di Riqualificazione Urbana del lungomare "Esercito Italiano", consistente nella realizzazione di un percorso, che va dalla base del Palazzo Ducale fino alla via Radogni, suddiviso in cinque spazi nematicamente definiti.

Nello spazio denominato "area Lido" è previsto l'arretramento dei muri che fungono da parapetto; l'attuale muro perimetrale viene arretrato e diviso in tre parti (MURO 1). Questo sarà realizzato in c.a., caratterizzato da una geometria "a mensola" con fondazione diretta.

Un secondo muro (MURO 2) sarà realizzato nel porto alla radice del molo esterno, andando a creare una piazza di forma semicircolare.

A differenza del muro 1, il MURO 2 sarà realizzato semplicemente in calcestruzzo, andando a creare un muro cosiddetto "a gravità".

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"
- **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".

DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

Come anticipato nella premessa, l'intervento in esame riguarda la realizzazione di un muro di contenimento, suddiviso in tre distinti tratti ma con la stessa geometria, come si evince dagli elaborati grafici di progetto.

La struttura è stata progettata, quindi, per sostenere un terrapieno fino all'altezza di circa 2,60 metri.

Considerato che la struttura sarà esposta alla corrosione delle armature indotta da cloruri derivanti dall'acqua di mare, sarà utilizzato un calcestruzzo di tipo C35/45 con classe di esposizione XS3, in conformità alle norme UNI 11104/2004.



DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO

L'area oggetto di intervento ricade nel territorio comunale di Giovinazzo (BA), per cui ricade in **zona sismica 3**, secondo la classificazione sismica prevista dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008.

In seguito alle indagini geognostiche svolte dal geol. Antonio De Napoli, è stata determinata la seguente successione stratigrafica, a partire dal manto stradale:

- **Strato 1:** spessore medio 3 metri, correlabile con terreno di riporto compatto, caratterizzato da blocchi e ghiaia di natura calcarea, passante a roccia calcarea;
- **Strato 2:** spessore di circa 1 metro, correlabile a calcari a medio-alta fratturazione;
- **Strato 3:** spessore inferiore ai 4 metri, correlabile a calcari a media fratturazione;
- **Strato 4:** spessore superiore ai 10 metri, correlabile a calcari con grado di fratturazione medio-basso.

Come si evince dalla stratigrafia su indicata, il substrato evidenzia una disomogeneità strutturale che tende progressivamente a ridursi con l'aumentare della profondità, migliorando progressivamente le caratteristiche geomeccaniche del sito.

Pertanto, considerato che la struttura di fondazione sarà soggetta alle mareggiate, si è ritenuto opportuno fondare il muro in corrispondenza del **secondo strato**, caratterizzato da calcari con velocità medie pari a circa 1400 m/s.

Da ciò ne consegue che la categoria del suolo di fondazione, così come prescritto nella tab. 3.2.II del DM 14.01.2008, è la **categoria A**, trattandosi di formazione omogenea e litoide caratterizzata da un valore di $V_{s,30} > 800$ m/s.

Infine, nel caso in esame, la configurazione topografica superficiale è pianeggiante, pertanto rientra nella **categoria T1**.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Dal punto di vista geotecnico, sono state considerate le caratteristiche meccaniche relative al secondo orizzonte sismico, ricavate dalle indagini geognostiche effettuate in sito dal geol. Antonio De Napoli e di seguito riportate:

- Litologia: calcare
- Compattezza: medio-bassa
- Peso specifico: 2010 kg/mc
- Angolo di attrito: 37°
- Angolo di attrito terreno-fondazione: 24°
- Coesione: 0,00 kg/cm^q
- Categoria suolo di fondazione: **A**
- Categoria topografica: **T1**



MATERIALI UTILIZZATI

MURO 1

Considerata l'esposizione della struttura agli spruzzi marini ed alle maree, cui corrisponde la classe di esposizione ambientale **XS3** (cfr. norme UNI 11104:2004), per la realizzazione del muro in c.a. è previsto l'uso del calcestruzzo tipo C35/45, con le seguenti caratteristiche:

- Cemento: tipo CEM II/A-LL 32,5 R conforme a UNI EN 197/1
- Aggregati: obbligo di marcatura CE conforme a UNI EN 12620
- Acqua: conforme a UNI EN 1008
- Additivi: conforme a UNI 7101
- classe di esposizione: XS3
- classe di resistenza: C35/45
- classe di consistenza: S3
- diametro inerte max: 32 mm
- rapporto acqua/cemento max: 0,45
- contenuto cemento: min 360 kg/mc
- copriferro minimo 45 mm

CARATTERISTICHE MECCANICHE CLS C35/45

- Modulo elastico $E = 340771 \text{ kg/cmq}$
- Resistenza caratteristica cubica a compressione $R_{ck} = 450 \text{ daN/cm}^2$
- Resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck} = 350 \text{ daN/cm}^2$
- Coefficiente parziale di sicurezza per stati limite ultimi $\gamma_c = 1,5$
- Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata $\alpha_{cc} = 0,85$
- Resistenza di calcolo $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 198 \text{ daN/cm}^2$

Per quanto riguarda invece le armature metalliche, queste saranno costituite da acciaio saldabile e qualificato secondo le procedure di cui ai punti 11.3.1.2 11.3.2 del D.M. 2008:

Tipo acciaio **B450C**

$f_v \text{ nom} = 450 \text{ N/mm}^2$ – Tensione nominale di snervamento

$f_t \text{ nom} = 540 \text{ N/mm}^2$ – Tensione nominale di rottura

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ – Tensione caratteristica di snervamento

$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$ – Tensione caratteristica di rottura

t aderenza 2.6 N/mm^2



All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili e pieghe. E' tollerata una ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto. Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

MURO 2

A differenza del MURO 1, che sarà realizzato in c.a., il MURO 2 sarà del tipo "a gravità", pertanto sarà realizzato con solo calcestruzzo di tipo C 25/30, senza alcun tipo di armatura.

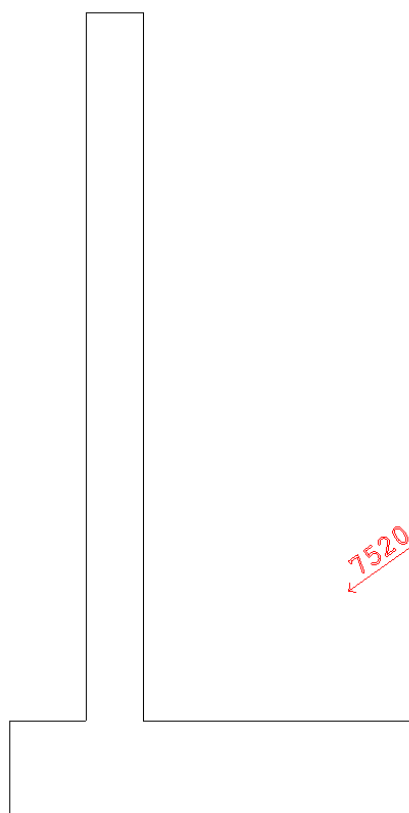
ANALISI DEI CARICHI – CALCOLO DELLE SPINTE

Per quanto riguarda i carichi agenti sul muro, questi derivano direttamente dal terrapieno in corrispondenza del setto di elevazione in c.a.

Considerato che il terrapieno sarà realizzato con rilevato in misto granulare di idonea pezzatura, simile al terreno di riporto già esistente (le cui caratteristiche sono riportate nella relazione geologica), opportunamente compattato, per calcolare la spinta risultante sul muro sono stati considerati i seguenti parametri:

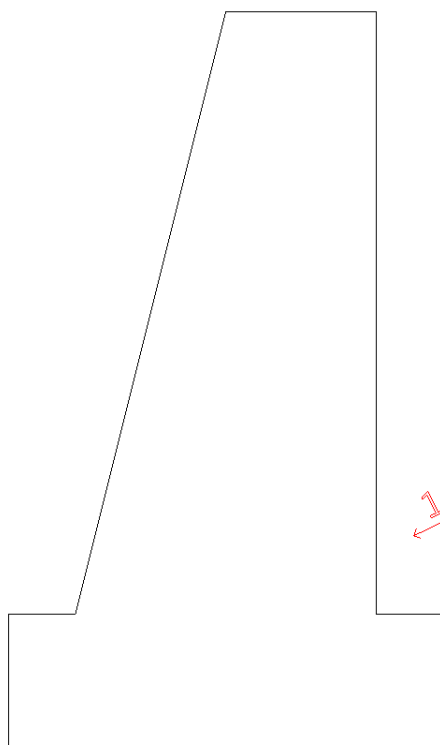
- Angolo di attrito: 21°
- Angolo attrito terreno-muro: 14°
- Spessore: a partire dal piano di posa della fondazione (cfr. elaborati grafici)
- Peso specifico: 1750 kg/mc
- Coesione: 0,00 kg/cm²

Dai dati sopra riportati, si ricavano le seguenti spinte risultanti, rappresentate nelle figure seguenti:



7520 kg

MURO 1



1943 kg

MURO 2

Per una dettagliata descrizione delle modalità di calcolo delle spinte agenti sul muro in c.a. si rimanda ai tabulati di calcolo.



MODELLAZIONE SISMICA

Le valutazioni della "pericolosità sismica di base" debbono derivare da studi condotti a livello nazionale, su dati aggiornati, con procedure trasparenti e metodologie validate. I dati utilizzati per le valutazioni devono essere resi pubblici, in modo che sia possibile la riproduzione dell'intero processo.

La "pericolosità sismica di base", nel seguito chiamata semplicemente pericolosità sismica, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti: in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km); per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

La disponibilità di informazioni così puntuali e dettagliate, in particolare il riferimento a più probabilità di superamento, consente ad un tempo di: a) adottare, nella progettazione e verifica delle costruzioni, valori dell'azione sismica meglio correlati alla pericolosità sismica del sito, alla vita nominale della costruzione e all'uso cui essa è destinata, consentendo così significative economie e soluzioni più agevoli del problema progettuale, specie nel caso delle costruzioni esistenti; b) trattare le problematiche di carattere tecnico-amministrativo connesse alla pericolosità sismica adottando una classificazione sismica riferibile anche a porzioni territoriali dei singoli comuni.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- **a_g** accelerazione orizzontale massima del terreno;
- **F_o** 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.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno TR considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50 esimo percentile ed attribuendo a:

- a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica,



- F_0 e T^*c i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC .

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione,
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Tale operazione deve essere possibile per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limite considerati dalle NTC; a tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

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

Qualora la attuale pericolosità sismica su reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e alla P_{VR} fissate, il valore del generico parametro $p(ag, F_0, T^*c)$ ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \right]^{-1}$$

nella quale:

- p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato;
- T_{R1} , T_{R2} sono i periodi di ritorno più prossimi a T_R per i quali si dispone dei valori p_1 e p_2 del generico parametro p .

I valori dei parametri ag, F_0, T^*c relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell' **ALLEGATO B al DM 14-01-2008**. Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri $p(ag, F_0, T^*c)$ di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$



nella quale:

- p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame;
- p_i è il valore del parametro di interesse nell' i -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo punto della maglia suddetta.

Si è scelto che le prestazioni attese in caso di azione sismica siano verificate per eventi sismici aventi probabilità di superamento in 50 anni utilizzando come domanda sismica gli spettri elastici di cui al D.M. 14.01.2008 con i seguenti parametri.

Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0,029	2,432	0,227
Danno (SLD)	50	0,036	2,477	0,284
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,090	2,599	0,447
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,122	2,618	0,506
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Parametri a_g, F_0, T_c^*

Le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche si sono verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi, individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO)**
- **Stato Limite di Danno (SLD)**

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:



Stati Limite PVR:		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 14 gennaio 2008 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale \geq **50 anni**
- Classe d'Uso = **II**
- Categoria del suolo = **A**
- Coefficiente Topografico = **T1**;
- Latitudine e longitudine del sito oggetto di edificazione:
 - Longitudine Est (Grd): 16,675
 - Latitudine Nord (Grd): 41,190

Tali valori sono stati utilizzati da apposita procedura informatizzata sviluppata dalla STS s.r.l., che, a partire dalle coordinate del sito oggetto di intervento, fornisce i parametri di pericolosità sismica da considerare ai fini del calcolo strutturale, riportati nei tabulati di calcolo.



VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI DELLA STRUTTURA

Per la progettazione del muro in c.a. in esame, sono state condotte le verifiche nei confronti degli Stati Limite, così come prescritto al par. 6.5. delle NTC 2008, ovvero:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)
 - Stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
 - Scorrimento sul piano di posa;
 - Collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno;
 - Ribaltamento;
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Tutte le verifiche di cui sopra sono state effettuate secondo l' **Approccio 1**, considerando quindi la doppia combinazione di seguito riportata:

- Combinazione 1: A1+M1+R1
- Combinazione 2: A3+M2+R2

Per quanto riguarda invece le verifiche agli SLE, gli spostamenti dell'opera in c.a. e del terreno sono valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera, anche a seguito di modifiche indotte sul regime delle acque sotterranee.

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

La verifica al ribaltamento si effettua come equilibrio alla rotazione di un corpo rigido sollecitato da un sistema di forze, ciascuna delle quali definita da un'intensità, una direzione e un punto di applicazione.

Le forze che sono state prese in conto nell'analisi possono essere, in generale così individuate:

- Spinta attiva complessiva del terrapieno a monte.
- Spinta passiva complessiva del terrapieno a valle.
- Spinta idrostatica dell'acqua della falda a monte, a valle e sul fondo.
- Forze esplicite applicate sul muro in testa, sulla mensola a valle e sulla mensola di fondazione a valle.
- Forze massime attivabili nei tiranti per moto di ribaltamento.
- Forze di pretensione dei tiranti.
- Peso proprio del muro composto con l'eventuale componente sismica.
- Peso proprio della parte di terrapieno solidale con il muro composto con l'eventuale componente sismica.

Di ciascuna di queste forze è stato calcolato il momento, ribaltante o stabilizzante, rispetto ad un punto che è quello più in basso dell'estremità esterna della mensola di fondazione a valle. In presenza di dente di fondazione disposto a valle, il punto di equilibrio è quello più esterno al di sotto del dente.



Ai fini del calcolo del momento stabilizzante o ribaltante, esso per ciascuna forza è ottenuto dal prodotto dell'intensità della forza per la distanza minima tra la linea d'azione della forza e il punto di rotazione.

Qualora tale singolo momento abbia un effetto ribaltante verrà conteggiato nel momento ribaltante complessivo, qualora invece abbia un effetto stabilizzante farà parte del momento stabilizzante complessivo. Può quindi accadere che il momento ribaltante sia pari a 0, e ciò fisicamente significa che incrementando qualunque forza, ma mantenendone la linea d'azione, il muro non andrà mai in ribaltamento.

Il coefficiente di sicurezza al ribaltamento è dato dal rapporto tra il momento stabilizzante complessivo e quello ribaltante. La verifica viene effettuata per tutte le combinazioni di carico previste.

Per la valutazioni di tipo numerico si rimanda ai tabulati di calcolo.

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

La verifica allo scorrimento è effettuata come equilibrio alla traslazione di un corpo rigido, sollecitato dalle stesse forze prese in esame nel caso della verifica a ribaltamento, tranne per il fatto che per i tiranti il sistema di forze è quello che si innesca per moto di traslazione. Ciascuna forza ha una componente parallela al piano di scorrimento del muro, che a seconda della direzione ha un effetto stabilizzante o instabilizzante, e una componente ad esso normale che, se di compressione, genera una reazione di attrito che si oppone allo scorrimento. Una ulteriore parte dell'azione stabilizzante è costituita dall'eventuale forza di adesione che si suscita tra il terreno e la fondazione.

In presenza di dente di fondazione, la linea di scorrimento non è più quella di base della fondazione, ma è una linea che attraversa il terreno sotto la fondazione, e che congiunge il vertice basso interno del dente con l'estremo della mensola di fondazione opposta. In tal caso quindi l'attrito e l'adesione sono quelli interni del terreno. In questo caso viene conteggiato pure il peso della parte di terreno sottostante alla fondazione che nel moto di scorrimento rimane solidale con il muro.

Il coefficiente di sicurezza allo scorrimento è dato dal rapporto tra l'azione stabilizzante complessiva e quella instabilizzante. La verifica viene effettuata per tutte le combinazioni di carico previste.

CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Nel caso di fondazione diretta, si assume quale carico limite che provoca la rottura del terreno di fondazione quello espresso dalla formula di Brinch-Hansen. Tale formula fornisce il valore della pressione media limite sulla superficie d'impronta della fondazione, eventualmente parzializzata in base all'eccentricità. Esiste un tipo di pressione limite a lungo termine, in condizioni drenate, e un altro a breve termine in eventuali condizioni non drenate.



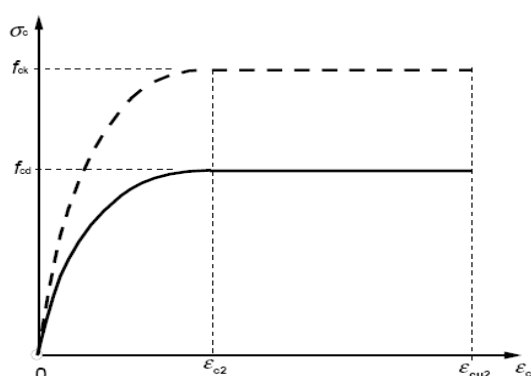
MODELLO DI CALCOLO

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 14/01/2008.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 14/01/08 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009, n. 617 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

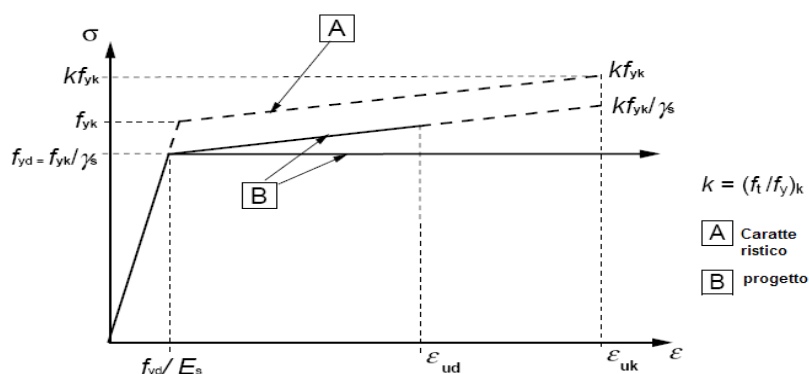
La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



Legame costitutivo di progetto parabola-rettangolo per il calcestruzzo.

Il valore ϵ_{cu2} nel caso di analisi non lineari sarà valutato in funzione dell'effettivo grado di confinamento esercitato dalle staffe sul nucleo di calcestruzzo.



Legame costitutivo di progetto elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

(legame rigido plastico per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e elastico lineare per quelle di classe 3 e 4)

Il modello di calcolo utilizzato risulta rappresentativo della realtà fisica per la configurazione finale anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.



ORIGINI E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO

Le analisi e le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU ed SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 14.01.2008 come in dettaglio specificato negli allegati tabulati di calcolo. L'analisi delle sollecitazioni è stata effettuata in campo elastico lineare, per l'analisi sismica si è effettuata un'analisi dinamica modale.

software utilizzato: CDSWin versione 2014 con licenza chiave n° 32239:

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

Via Tre Torri n°11 – Compl. Tre Torri

95030 Sant'Agata li Battiati (CT).

AFFIDABILITA' E VALIDAZIONE DEL CODICE DI CALCOLO

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l., a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova, liberamente consultabili all'indirizzo:

<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>

Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio.

I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi.



VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITA'

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Si è inoltre controllato che le reazioni vincolari diano valori in equilibrio con i carichi applicati, in particolare per i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche si è provveduto a confrontarli con valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato esito positivo.