



COMUNE DI GIUGLIANO IN CAMPANIA

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICO

Oggetto:

REALIZZAZIONE DI NUOVI LOCULI NEL NUOVO CIMITERO

Elaborato:

RELAZIONE TECNICA

ELABORATO - RE02

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
00					
01					

R.U.P.:
GEOM. GIULIANO VASSALLO

DIRIGENTE:
ING. GIUSEPPE SABINI

progettista :
ARCH. LUCIA GNERRE

consulenti:
**Ing. PASQUALE CERASUOLO
(progettazione strutturale)**

INDICE

- 1. Premessa**
- 2. Richiami geologici, geotecnici e idraulici**
- 3. Sismica**
- 4. Censimento interferenze**
- 5. Architettura e funzionalità dell'intervento**
- 6. Strutture**
 - Descrizione generale del manufatto
 - Indicazioni progettuali relative sito progetto
 - Analisi dei carichi
 - Sintesi dei risultati

1. Premessa

La seguente relazione tecnica riporta lo sviluppo degli studi specialistici e indica requisiti e le prestazioni che devono possedere i principali materiali utilizzati nell'ambito della progettazione preliminare per la realizzazione di nuovi loculi cimiteriali da eseguire nel cimitero di Giugliano in Campania (NA).

In via principale si forniscono le indicazioni in merito alle relazioni specialistiche trattate nei successivi paragrafi:

- a) Richiami Geologici, Geotecnici e Idraulici;
- b) Sismica;
- c) Censimento interferenze;
- d) Architettura e funzionalità dell'intervento proposto;
- e) Strutture;

2. Richiamo geologici, geotecnici e idraulici

La caratterizzazione geologica e geotecnica è stata desunta dalle numerose relazioni geologiche condotte nell'ambito di interventi di realizzazione di opere strutturali realizzate di recente nell'area cimiteriale nonché da specifiche indagini geologiche e geognostiche relative all'area di interesse progettuale del cimitero di Giugliano in Campania (NA), disponibili agli atti dell'Ufficio Tecnico Comunale.

L'area oggetto di studio è ubicata a sud del vecchio cimitero ad una quota altimetrica di circa 95 m.s.l.m.

Dal punto di vista della geologia regionale, il territorio di Giugliano si colloca nella Piana Campana la quale rappresenta un enorme graben plio-quadernario limitato da faglie i cui andamenti principali sono NW-SW (direzione appenninica) lungo il bordo NE della piana, e NE-SW (direzione antiappenninica) lungo i bordi settentrionali e meridionali (M.te Massico e M.ti Lattari). L'area in oggetto è stata influenzata sia dall'attività esplosiva del complesso vulcanico dei Campi Flegrei sia, nei termini più superficiali, da quello del Somma Vesuvio. Ai fini sismici il territorio comunale di Giugliano in Campania (NA) rientra nella zona sismica n.2 secondo l'OPCM 3274 del 20 marzo 2003 e s.m.i..

Dal punto di vista geomorfologico, l'area di studio si presenta sub-pianeggiante e stabile. La circolazione sotterranea è riconducibile al grande flusso idrico la cui alimentazione proviene dalle formazioni calcaree dei monti che bordano la piana campana ed in minima parte dalle acque zenitali.

Essendo l'intera area caratterizzata da pendenze molto basse, ossia dell'ordine dell'1% - 2%, non si riscontra alcuna problematica legata ai fenomeni franosi, né tantomeno disagi connessi ai fenomeni di alluvionamento, in quanto nelle immediate vicinanze dell'area oggetto di studio non vi è la presenza di corsi d'acqua o alvei strada. La totale assenza di problematiche legate al dissesto idrogeologico è confermata dal P.S.A.I.

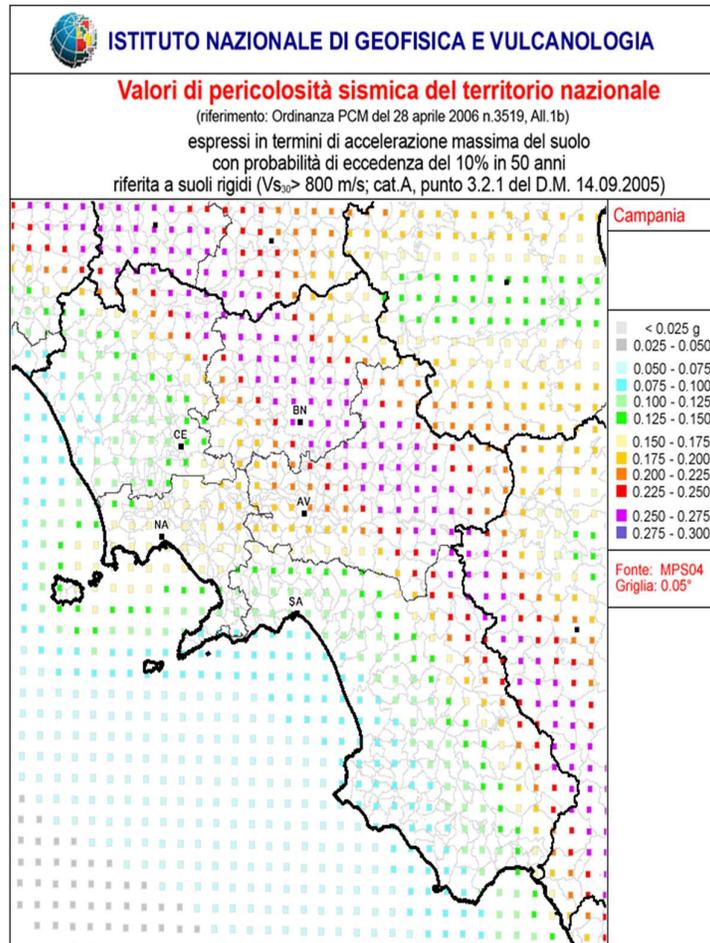
redatto dall'Autorità di Bacino Nord – Occidentale della Campania, che è l'ente pianificatore in materia di difesa del suolo di tutto il territorio comunale in questione, in quanto in tale area non è stata perimetrata alcuna tipologia di rischio.

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche del sottosuolo, tutte le prove eseguite, escludendo il primo metro e mezzo circa di terreno vegetale o di riporto, hanno dapprima intercettato uno strato di terreno mediamente addensato, caratterizzato da sabbie limose, spesso circa 1,00 m, e successivamente un secondo strato, costituito da limo sabbioso sciolto o molto sciolto, con anch'esso uno spessore medio di circa un metro. A partire dai quattro metri circa dal p.c., le stesse prove hanno intercettato poi un secondo strato mediamente addensato, costituito da limo sabbioso, fino ad una profondità di circa 5,00 m, dove a parte un esiguo strato di sabbie sciolte dello spessore medio di un metro, le litologie presenti, costituite prevalentemente da sabbie limose, si presentavano mediamente addensate o addensate fino alla massima profondità di indagine, che nel nostro caso è pari a 10,00 metri.

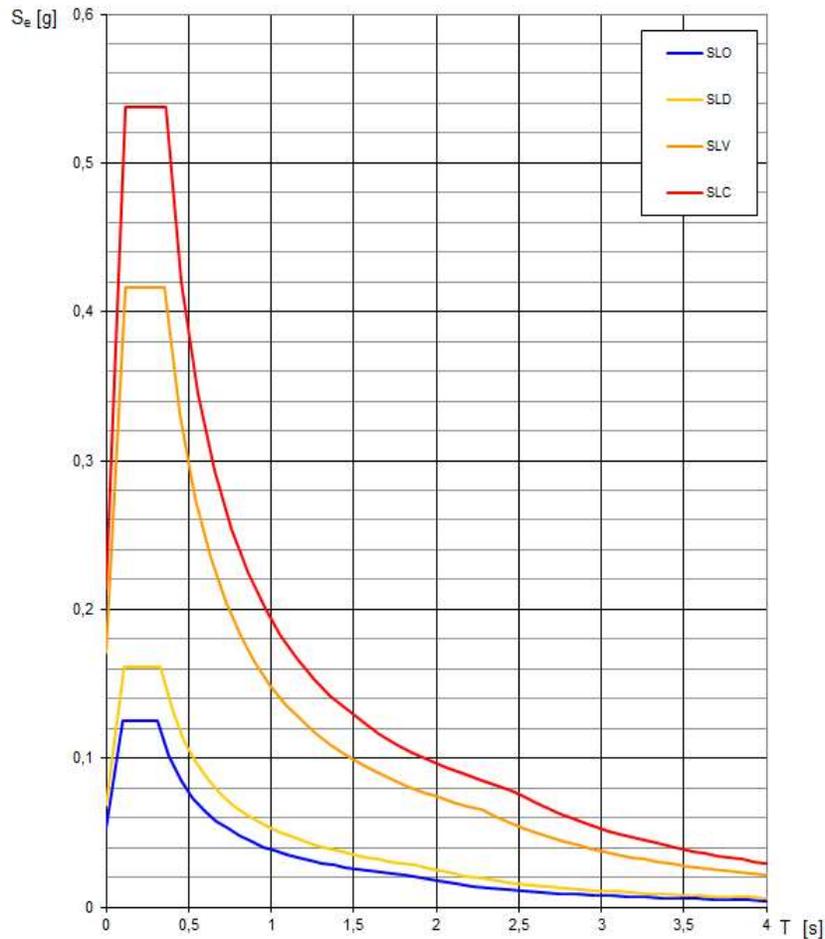
Il risultato dell'indagine sismica ha fornito una categoria del suolo tipo C.

3. Sismica

Secondo la classifica sismica del territorio nazionale, il Comune di Giugliano, ricade in zona sismica categoria 2 con valori di a_g/g compresi tra $0,15 \div 0,20$.



Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



4. Censimento interferenze

La scelta progettuale individuata per la realizzazione dei nuovi loculi cimiteriali è quella di un sistema di inserimento loculi mediante strutture di tipo prefabbricato e membratura di chiusura in cemento armato.

In via principale la soluzione scelta offre un vantaggio di tipo economico e logistico e in via secondaria le interferenze con le opere già realizzate sul sito sono ridotte al minimo. Inoltre vengono sfruttati gli impianti già realizzati ovvero quello relativo all'impianto elettrico e quello relativo allo smaltimento delle acque meteoriche.

La scelta del tipo di fondazione che reggerà le batterie di loculi è quella più idonea per la tipologia di terreno e quella che permette di evitare interferenze con la struttura di fondazione delle cappelle adiacenti.

Pertanto, si prevede per l'inserimento dei nuovi manufatti cimiteriali:

- Spostamento del pozzetto di raccordo dell'impianto di illuminazione ordinaria e di alcuni cavidotti posizionati attualmente lungo il perimetro dell'area e lungo il marciapiedi che verrà demolito per la realizzazione dei loculi di tipologia B;
- Rifacimento parziale della pavimentazione delle aree sulle quali i suddetti loculi dovranno essere collocati;
- Predisposizione dei punti luce per l'alimentazione delle lampade votive;
- Risanamento con intonacatura delle pareti delle cappelle;
- Rimozione dei loculi che sono stati momentaneamente collocati nell'angolo nord-ovest dell'area di interesse;



5. Architettura e funzionalità dell'intervento

La filosofia progettuale seguita si basa sulla ripetizione di una struttura modulare che verrà composta per formare i manufatti destinati alla tumulazione da distribuire lungo il perimetro dell'area.

I nuovi loculi saranno del tipo "a sistemazione laterale" e saranno costituiti da elementi singoli da porsi in opera l'uno sull'altro, fondanti su micropali e completati con setti e soletta di copertura gettati in opera.

La scelta di realizzare una copertura piana che sporga di 30 cm garantisce la necessaria protezione sia dai raggi solari dei nuovi loculi che dai fenomeni di infiltrazioni dovute alle acque meteoriche. Inoltre, formando una cornice con i setti sporgenti, costituisce un elemento di continuità del percorso e conferisce all'insieme la qualità spaziale che si ritiene congrua all'importanza di una struttura cimiteriale pubblica.

La soluzione selezionata risolve il problema della necessità immediata di nuovi loculi, risultando veloce nella sua messa in opera in modo da non far slittare i tempi di lavorazione in modo considerevole. Produce un risultato apprezzabile dal punto di vista estetico inserendosi nel contesto in maniera omogenea.

In ultimo si forniscono le prime indicazioni sui materiali di finitura del manufatto cimiteriale.

Le parti frontali del manufatto cimiteriale saranno rivestite con marmo bardiglio di Carrara di spessore 3,00 cm con faccia vista levigata e lucidata e fissato per mezzo di opportune chiodate.

Tutte le restanti facce del manufatto saranno rivestite in lastre di pietra naturale o marmo dallo spessore di 2 cm.

In corrispondenza di ciascun loculo è previsto arredo cimiteriale composto da porta foto, portafiori e lumino e canalina predisposta a ricevere alimentazione elettrica.

I loculi prefabbricati e relative lastre di chiusura avranno caratteristiche prestazionali conformi a quanto disposto dal regolamento di Polizia Mortuaria D.P.R. 285/90 e Circolare Ministero della Sanità n.24 24-06-93 e successive modifiche e integrazioni. Il materiale utilizzato deve presentare classe di resistenza e classe di esposizione (almeno XC2) tali da garantire per tutta la vita utile l'impermeabilità ai liquidi e ai gas, per tumulazione laterale, di tipo chiuso. Nella posa in opera degli elementi prefabbricati si terrà cura di realizzare una pendenza minima del 2% verso la parete interna, mentre nella parete di fondo sarà ricavato un foro al quale fissare idonea vaschetta in PVC riempita di carbone vegetale per raccolta liquidi cadaverici oltre a tubo portacavi per lampade votive e ganci per il sollevamento e la movimentazione. Inoltre la struttura dovrà essere realizzata in conformità a quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 e dalle Norme UNI EN 13369, nonché prodotto presso stabilimento in possesso dei requisiti di cui alla norma UNI EN ISO 9001 (regime di qualità) e UNI EN ISO 14001 (gestione ambientale) e accompagnato da Attestato di Qualificazione per produzione di componenti prefabbricati in c.a.v. in serie Dichiarata, rilasciato dal Consiglio Superiore

dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale ai sensi dell’art. 9 della Legge 1086/1971 “a luce perpetua”.

5. Strutture

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:

L. 1086 5/11/71

- Norme per la disciplina di opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

Legge 2 Febbraio 1974 n. 64, art. 1 - D.M. 11 Marzo 1988

- Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

D. Min. Infrastrutture e Trasporti 14 settembre 2005

- Norme Tecniche per le Costruzioni.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 Aprile 2006, n. 3519

- “Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”.

D. Min. Infrastrutture e Trasporti 14 gennaio 2008

- Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

Circ. Ministeriale 2 febbraio 2009, n.617

- Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche.

Eurocodice 2

- Progettazione delle strutture di calcestruzzo
Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

Descrizione generale del manufatto

I nuovi manufatti cimiteriali sono composti da una struttura in c.a. in cui sono inseriti i loculi prefabbricati da realizzare.

Nel calcolo si fa riferimento al manufatto “tipo” composto da:

- Platea di fondazione di spessore 50 cm;
- Setti di spina spessore 15 cm;
- Parete retrostante di spessore 15 cm (loculi tipologia B);
- Soletta di copertura di spessore di 15 cm.

In condizioni statiche la struttura è tale da poter considerare il carico permanente e variabile dei loculi prefabbricati applicato direttamente sulla piastra di fondazione, invece, in condizione sismica si considererà il contributo delle singole masse dei medesimi loculi secondo le quote del loro posizionamento.

Caratterizzazione geografica del sito

La costruzione è ubicata nel Comune di Giugliano in Campania al civico Cimitero.

La sua localizzazione geografica è Lat: 40°,934117 e Lon: 14°,193348.

La struttura è realizzata nel sito cimiteriale esistente, in particolare i manufatti si svilupperanno in corrispondenza del muro perimetrale e delle cappelle; inoltre l'altitudine media della zona è 97 m s.l.m. e con una distanza di circa 13 km dalla costa.

La struttura è definibile come struttura a parete, la cui distribuzione in pianta è tale da poter classificare il manufatto come struttura non regolare in pianta e in altezza. Dopo una sintetica descrizione del sito di appartenenza e della tipologia strutturale, si affronta la disamina degli elementi strutturali impiegati.

Le batterie di loculi poggiano su un terreno di scarse qualità geo-meccaniche; il piano di posa del magro delle fondazioni è a quota c.a. - 0,50 m, a tale profondità affiorano terreni a prevalenza di riporto.

Inoltre, la valutazione dei parametri meccanici e di stato della suddetta litologia ha condotto ad uno suolo equivalente ed omogeneo di rigidezza $k_w=0,50 \text{ kg/cm}^3$.

La struttura di fondazione è una piastra di spessore di 50 cm con micropali alla distanza di 3,00 metri l'uno dall'altro. Le strutture portanti verticali sono rappresentate dai setti di spina (sp. 15 cm).

La copertura di spessore 15 cm è una soletta piena armata con $\varnothing 8/20 \times 20''$.

Indicazioni progettuali relative al sito di progetto

Il sito dove sorge l'opera è caratterizzato sulla base di una macrozonizzazione del territorio nazionale, in funzione della tipologia delle azioni da considerare, che impegnano il manufatto nella sua vita utile. La costruzione sorge a una quota di 97 m sul livello del mare e a una distanza di circa 13 km dalla costa. In conformità a tali indicazioni è stato possibile definire le azioni verticali dovute ai sovraccarichi da neve e le azioni orizzontali dovute al sisma e al vento. Secondo la classifica sismica del territorio nazionale, il Comune di Giugliano, ricade in zona sismica categoria 2 con valori di ag/g compresi tra $0,15 \div 0,20$. Per quanto riguarda la caratterizzazione dei carichi da neve, il sito in esame ricade in zona 3, secondo la macrozonazione per la determinazione del carico di neve al suolo, in base alle prescrizioni delle norme. Per quanto riguarda, invece, la caratterizzazione delle azioni orizzontali da vento, secondo i parametri di macrozonazione, il sito ricade in zona 3.

Inoltre nella fase di calcolo sono stati trascurati le azioni della neve e del vento per le ridotte dimensioni del corpo strutturale

Tipologia e caratteristica dei materiali

La struttura in cemento armato sarà realizzata utilizzando i seguenti materiali:

- Calcestruzzo

La classe del calcestruzzo è identificata mediante la resistenza caratteristica a compressione (N/mm^2) misurata dopo 28 gg di maturazione e posto pari a C28/35.

- Acciaio

Gli acciai per armatura sono definiti dai valori caratteristici delle tensioni di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} , del rapporto $(f_t/f_y)_k$ e dal valore caratteristico della deformazione ϵ_{uk} corrispondente alla tensione massima sotto carico. Si assumono barre B450C.

Analisi dei carichi

- Metodi di verifica

Una struttura deve essere verificata per tutti gli stati limite considerati significativi, sia ultimi che di esercizio. In genere le verifiche agli stati limite di esercizio vengono effettuate utilizzando modelli che ipotizzano il comportamento elastico dei materiali, modificato per tener conto della fessurazione del calcestruzzo (sezione parzializzata omogeneizzata).

Il progetto/verifica agli stati limite ultimi si basa su modelli plastici. I metodi di progetto/verifica delle armature, diversi a seconda dei diversi stati limite di pressoflessione e flessione, taglio, torsione e punzonamento, sono basati sulla teoria della tecnica delle costruzioni e conformi ai dettami normativi.

Per tutti gli stati limite occorre preliminarmente cumulare le azioni permanenti e variabili mediante idonee "combinazioni di carico" e disporre i carichi variabili sulla struttura in modo da "massimizzare" l'effetto sfavorevole considerato.

- Azioni Permanenti

Per le parti strutturali e non strutturali le azioni permanenti sono valutate in base alle masse volumiche dei materiali di cui è composta la costruzione e/o alle loro caratteristiche geometriche. Per elementi strutturali e di finitura per edifici si possono applicare i valori di tabella 3.1.I. del NTC.

Nel seguito è sviluppata l'analisi dei carichi dei diversi elementi strutturali, rappresentati in sezione. Per tutti gli elementi, il peso proprio è identificato dal simbolo g_{k0} . La determinazione dei carichi che gravano sulla struttura è effettuata facendo riferimento a un mq. Alcuni dei valori dei pesi dell'unità di volume per i principali materiali strutturali sono stati valutati secondo quanto indicato dalla norma.

Copertura

Carichi strutturali:

soletta (1·1·0,1·25)

2,5kN/m²;

$g_{k0}=2,5\text{kN/m}^2$.

Loculi prefabbricati

Carichi strutturali:

peso proprio stimato

10 kN;
 $gk_0=10$ kN.

Carichi non strutturali:

finiture

1,00kN/m²;
 $gk_{2.3}=1,00$ kN/m².

Azioni Variabili loculi

Le azioni variabili dipendono dalla destinazione d'uso dell'opera, con riferimento al D.P.R. 285/90 art. 76, è possibile definire un carico variabile uniformemente distribuito di 2,5 kN/m² come prescritto dal medesimo articolo: “..... La struttura del loculo e del manufatto, sia che venga costruita interamente in opera o che sia costituita da elementi prefabbricati, deve rispondere ai requisiti richiesti per la resistenza delle strutture edilizie, con particolare riferimento alle disposizioni per la realizzazione delle costruzioni in zone sismiche. Le solette orizzontali devono essere dimensionate per un sovraccarico di almeno 250 chilogrammi/metro quadrato. Le pareti dei loculi, sia verticali che orizzontali, devono avere caratteristiche di impermeabilità ai liquidi ed ai gas ed essere in grado di mantenere nel tempo tali proprietà...”

Azioni Variabili copertura

A favore di sicurezza si assume come azioni variabile eventuali manutenzioni della copertura definite come un carico variabile uniformemente distribuito di 0,50kN/m².

Azioni variabili ambientali e naturali – sisma

Le NTC adottano un approccio prestazionale agli stati limite per la progettazione delle strutture nuove e per la verifica di quelle esistenti. L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una “pericolosità sismica di base”, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche e nell'allegato A alle NTC essa è indicata con un livello di dettaglio accurato, sia in termini geografici che in termini temporali.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per un coefficiente d'uso C_U funzione della classe d'uso. Per costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi (classe d'uso III) [2.4.2 NTC] il coefficiente di uso C_U assume valore di 1,50. La vita nominale V_N è intesa come il numero di anni nel

quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab.2.4.I delle NTC e deve essere precisata nei documenti di progetto. Per strutture oggetto della presente analisi si assume:

$$V_N = 50 \text{ anni}$$

Di conseguenza:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1,5 = 75 \text{anni}$$

Noto il periodo di riferimento, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono, come detto, dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione definita in termini di ordinate dello spettro di risposta in accelerazione $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R .

Nei confronti delle azioni sismiche, gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti. Le NTC prevedono quattro stati limite: due di esercizio, Stato Limite di Operatività (SLO) e Stato Limite di Danno (SLD); e due ultimi: 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 in Tab3.2.I sono:

$$\text{SLO} \rightarrow \text{PVR} = 81\%$$

$$\text{SLD} \rightarrow \text{PVR} = 63\%$$

$$\text{SLV} \rightarrow \text{PVR} = 10\%$$

$$\text{SLC} \rightarrow \text{PVR} = 5\%$$

Noto P_{VR} , il periodo di ritorno dell’azione sismica T_R , espresso in anni è pari a:

$$\text{SLO} \rightarrow T_R = - V_R / \ln(1-PVR) = 50 / \ln(1-0,81) = 63 \text{ anni}$$

$$\text{SLD} \rightarrow T_R = - V_R / \ln(1-PVR) = 50 / \ln(1-0,63) = 75 \text{ anni}$$

$$\text{SLV} \rightarrow T_R = - V_R / \ln(1-PVR) = 50 / \ln(1- 0,10) = 712 \text{anni}$$

$$\text{SLC} \rightarrow T_R = - V_R / \ln(1-PVR) = 50 / \ln(1-0,05) = 1462 \text{ anni}$$

Nota il periodo di ritorno dell'azione sismica, le forme spettrali sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a. a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- b. F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- c. T^* periodo di inizio del tratto a velocità dello spettro in accelerazione orizzontale.

Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Ai fini dell'identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Le velocità equivalente delle onde di taglio è definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Dove: h_i è lo spessore (in metri) dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

V_{si} è la velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato.

Con riferimento alla relazione geologica si desume che il terreno di progetto è di tipo C. Inoltre, il sito dove sorge la struttura è definibile come categoria topografica T1 e pertanto $ST=1,00$.

L'azione sismica di riferimento è definita dai parametri a_g , F_0 , T^* individuati nell'allegato B alle NTC in funzione dei punti del reticolo di riferimento in cui è stata suddivisa l'Italia e del periodo di ritorno dell'azione sismica T_R .

Il manufatto da progettare sorge nel comune di Giugliano e che precisamente le coordinate geografiche del sito sono: Lat: 40°,934117 e Lon: 14°,193348, dalla tabella 1 dell'allegato B alle NTC si ricavano i valori indicati nel prospetto seguente.

Parametri sismici	T_R [anni]	α_g [m/s ²]	F_0 [-]	T^*_c [s]
SLO	45	0,053	2,351	0,309
SLD	75	0,068	2,364	0,328
SLV	712	0,171	2,441	0,357
SLC	1462	0,214	2,510	0,359

Tabella 1 - Parametri sismici

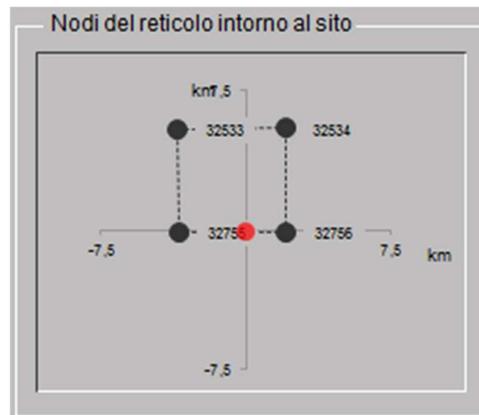


Figure 1- reticolo sismico

Il tipo di costruzione è in c.a. è definita secondo il punto 7.4.3.1 NTC strutture a pareti. In funzione della tipologia strutturale, della classe di duttilità, della regolarità o non in elevazione e del numero di piani è possibile determinare il fattore di struttura q :

$$q = q_0 \cdot k_R$$

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 [7.2.2.NTC] e si assume pari a 0,50.

La struttura in oggetto rientra nella tipologia di struttura a pareti, pertanto progettando in classe di duttilità bassa (CD" B") risulta:

$$q_0 = 3,00 \cdot 1,0 = 3,00.$$

In definitiva, considerando la regolarità strutturale ($k_R=1,00$) e applicando il coefficiente $k_w=0,85$ per prevenire la rottura della parete, il fattore di struttura da utilizzare risulta: $q=2,55$.

Lo spettro di progetto si ricava dallo spettro elastico riducendo le ordinate, sostituendo nelle formule Eq. 3.2.4 η con $1/q$ [3.2.3.5 NTC].

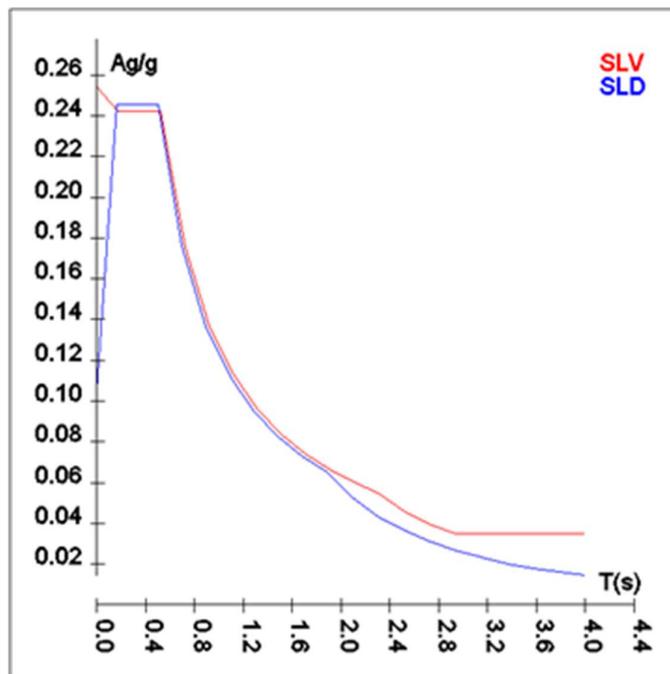


Figure 2 - Spettro di risposta

Il calcolo delle azioni sismiche è stato eseguito in analisi dinamica modale, considerando il comportamento della struttura in regime elastico lineare. Le masse sono applicate nei nodi del modello queste vengono generate attraverso i carichi agenti sulle membrature che collegano i nodi come la massa relativa alla azione di incastro perfetto del carico considerato. La risposta massima di una generica caratteristica E , conseguente alla sovrapposizione dei modi, è valutata con la tecnica della combinazione probabilistica definita CQC (Complete Quadratic Combination - Combinazione Quadratica Completa):

$$E = \sqrt{\sum_{i,j=1,n} \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j}$$

Definizione delle masse sismiche

Le masse relative ai carichi permanenti ed ai carichi variabili da considerare presenti durante l'azione sismica.

- Masse permanenti: $G_{k,j}$ (si considerano tutti i pesi propri ed i carichi permanenti);
- Masse variabili: $\sum \Psi_{E,i} Q_{k,i}$.

In accordo alla normativa sismica gli edifici ubicati ad una altitudine inferiore ai 1000 metri s.l.m. con carichi da neve, si ottiene: $\Psi_{2,i}=0$. Analogamente, anche per i carichi da vento, si ottiene $\Psi_{2,i}=0$.

Combinazioni di carico

La combinazione di carico fondamentale impiegata per gli stati limite ultimi risulta essere [2.5.3 - NTC]:

$$\gamma G_1 + \gamma G_2 + \gamma_p P + \gamma Q_1 + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} + \dots$$

dove:

- G_1 è il peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G_2 è il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P è il valore della forza di precompressione;
- $Q_{k,1}$ è il valore caratteristico dell'azione variabile dominante;
- $Q_{k,i}$ è il valore caratteristico dell'azione variabile non dominante i ;
- γ_{Gj} è il coefficiente parziale per l'azione permanente j ;
- γ_p è il coefficiente parziale per le azioni di precompressione;
- γ_{Qi} è il coefficiente parziale per l'azione variabile i ;

i. ψ_{0i} è il coefficiente di combinazione per l'azione variabile.

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gj} e γ_{Qi} si determinano al punto 2.6.1 tab. 2.6.1 della NTC.

Coeff. parziale di sicurezza		A1 STR
Carichi permanenti γ_{G1}	favorevole	1,0
	sfavorevole	1,3
Carichi permanenti non strutturali γ_{G2}	favorevole	0,0
	sfavorevole	1,5
Carichi variabili γ_{Qi}	favorevole	0,0
	sfavorevole	1,5

Stati limite SLE

Combinazione RARA	$G1+G2+P+\psi01\cdot Qk1+\psi02\cdot Qk2+\psi03\cdot Qk3+....$
Combinazione FREQUENTE	$G1+G2+P+\gamma11\cdot Qk1+\psi12\cdot Qk2+\psi13\cdot Qk3+....$
Combinazione QUASI PERMANENTE	$G1+G2+P+\psi21\cdot Qk1+\psi22\cdot Qk2+\psi023\cdot Qk3+....$

La combinazione impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E è [3.2.4 NTC]:

$$E + G1 + G2 + P + \sum j \psi 2j \cdot Qk j$$

I valori dei coefficienti di combinazione $\psi0-1-2j$ si desumono dalla tabella 2.5.I delle NTC.

Categoria/Azione variabile	$\psi0j$	$\psi1j$	$\psi2j$
Variabili	0,7	0,7	0,6
Manutenzione Copertura	0,2	0,0	0,0

Tabella 2 - valori dei coefficienti di combinazione

Modello di calcolo

Si è proceduto schematizzando la struttura con un'accuratezza sufficiente per gli scopi prefissati, che sono: la determinazione delle sollecitazioni (sforzo normale, taglio e momenti) negli elementi strutturali, la determinazione delle reazioni vincolari e degli spostamenti della struttura.

I calcoli per il dimensionamento della struttura sono stati condotti secondo i criteri della Scienza delle Costruzioni e, in particolare, il dimensionamento delle sezioni è stato condotto con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

Al fine di valutare gli effetti dell'azione sismica si è eseguita un'analisi sismica dinamica lineare.

Per il calcolo delle membrature in cemento armato, le azioni sono state cumulate nel modo più sfavorevole, per ciascuna verifica, considerando tutte le possibili combinazioni di carico e comprendendo tutte le azioni prevedibili sulla costruzione.

Sintesi dei risultati

Tutti gli elementi strutturali in c.a. (setti, copertura e fondazione) sono armati con barre ad aderenza migliorata $\emptyset 12 - 8$ nelle due direzioni principali.