



COMUNE DI PORTOFERRAIO

Provincia di Livorno

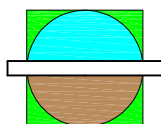


LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE DELLA RETE FOGNARIA E VIABILITA' IN VIA DEL CARBURO - PORTOFERRAIO

PROGETTO ESECUTIVO - 1° LOTTO

Elaborato :		
C	CALCOLI ESECUTIVI DELLE STRUTTURE	Data : Ottobre 2012

Progettazione :



INGG. GOZZINI & C.

STUDIO TECNICO ASSOCIATO
PER L'INGEGNERIA IDRAULICA E AMBIENTALE

56028 San Miniato Basso (PI)
Via E. Pestalozzi, 8
E-mail: gozzini@explorer.it

Il Progettista :

Indice

Indice.....	1
A1 – Relazione di calcolo strutturale	2
A1.1 – Relazione generale illustrativa dell’opera	2
A1.2 – Normativa di riferimento	3
A1.3 – Descrizione del modello strutturale	4
A1.4 – Valutazione della sicurezza e delle prestazioni della struttura	7
A1.4.1. – Vita nominale, classe d’uso e periodo di riferimento	7
A1.4.2 – Analisi dei carichi	8
A1.4.2.5 – Azione sismica	8
A1.4.3. – Combinazione delle azioni	9
A5 – Relazione specialistiche	10
A5.1 – Relazione geologica	10
A5.2 – Relazione sulla modellazione sismica	10

A1 – Relazione di calcolo strutturale

La presente Relazione di calcolo strutturale ha come oggetto la realizzazione di locali tecnici destinati ad ospitare un impianto idrovoro previsto nell'ambito dei lavori di ristrutturazione della rete fognaria di via del Carburo nel comune di Portoferraio (Livorno).

Nel presente paragrafo si riporta la relazione di calcolo strutturale, comprendente:

- relazione generale illustrativa dell'opera, del suo uso, della sua funzione nonché dei criteri normativi di sicurezza specifici della tipologia della costruzione con i quali la struttura progettata deve risultare compatibile (par. A1.1),
- le normative prese a riferimento (par. A1.2),
- la descrizione del modello strutturale, correlato con quello geotecnico, ed i criteri generali di analisi e verifica (par. A1.3),
- la valutazione della sicurezza e delle prestazioni della struttura o di una sua parte, in relazione agli stati limite che si possono verificare (par. A1.4),
- la presentazione e la sintesi dei risultati (par. A1.5).

A1.1 – Relazione generale illustrativa dell'opera

Il locale tecnico che ospita l'impianto idrovoro è costituito principalmente da una vasca interrata di accumulo delle acque, avente pianta quadrata con lato di 8,50 m e due diverse altezze interne, 5,79 m e 4,16 m. La copertura del locale ed è conseguentemente a due quote distinte (+0,63 m e +2,26 m); la parte a quota superiore è carrabile, sulla parte a quota inferiore trovano invece alloggio le pompe che convogliano l'acqua ad una vasca superiore a pianta rettangolare di lati 5,00 m e 9,00 m.

La struttura di fondazione del locale tecnico è costituita da una platea in cemento armato di spessore 50 cm, gettata su strato di calcestruzzo magro dello spessore di 20 cm; la struttura in elevazione è costituita da pareti perimetrali in cemento armato dello spessore di 25 cm. I solai di copertura (praticabili e in parte carrabili) sono costituiti da una soletta in cemento armato dello spessore di 30 cm.

La struttura di fondazione della vasca superiore è costituita da una platea in cemento armato di spessore 50 cm, gettata su strato di calcestruzzo magro dello spessore di 20 cm, mentre le pareti in elevazione sono in cemento armato dello spessore di 50 cm.

Avanti la realizzazione del locale tecnico interrato, viene messa in opera una paratia costituita da pali trivellati in cemento armato di diametro 50 cm ed aventi lunghezza di 13,00 m su 3 lati del locale tecnico e 10,00 m sul quarto lato. In testa ai pali è realizzato una cordolatura di chiusura in cemento armato.

Per ulteriori informazioni sulla geometria del locale tecnico si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

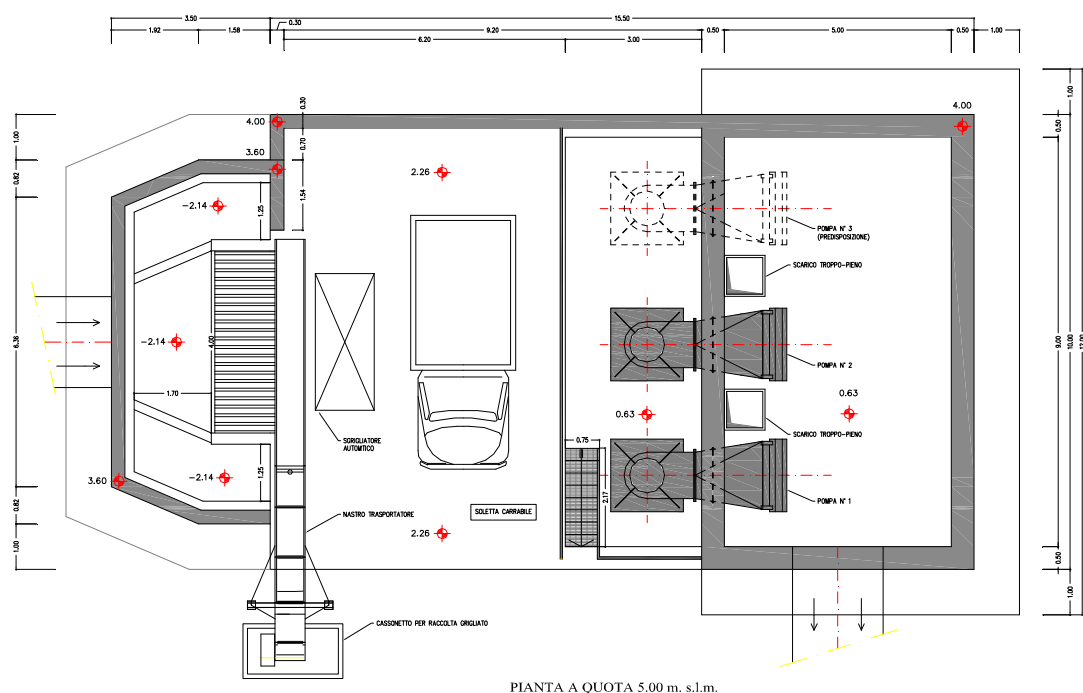


Figura 1 – Pianta della copertura del locale tecnico e della vasca superiore.

A1.2 – Normativa di riferimento

La normativa presa a riferimento è la seguente:

- [1] - Legge 5 novembre 1971, n° 1086: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e da struttura metallica";
- [2] - Legge 2 febbraio 1974, n° 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- [3] – D.M. 18 dicembre 1975: "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia e urbanistica da osservarsi nell'esecuzione di opere di edilizia scolastica";
- [4] - Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008: "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni", pubblicato su Supplemento Ordinario n° 30 alla Gazzetta Ufficiale n.29 del 4 febbraio 2008;
- [5] - Circolare 2 febbraio 2009, n° 617: "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.1.2008;

A1.3 – Descrizione del modello strutturale

Ai fini della valutazione della sicurezza e delle prestazioni della struttura in oggetto sono stati realizzati alcuni modelli delle strutture oggetto di progettazione. In particolare sono stati realizzati modelli della paratia di pali in cemento armato e del locale tecnico interrato a pareti di cemento armato.

La modellazione della paratia è stata effettuata tramite l'ausilio del seguente programma di calcolo:

- *Paratie Plus 2011*, prodotto e commercializzato da *CeAS s.r.l.* (Milano),

mentre per la modellazione del locale tecnico è stato impiegato il seguente programma di calcolo

- *ModeSt ver. 7.24*, prodotto da *Tecnisoft s.a.s.* (Prato),

che fa uso del seguente solutore agli elementi finiti:

- *Xfinest ver. 8.2*, prodotto da *Ce.A.S. S.r.l.* (Milano).

Ai fini della modellazione della paratia, sono state prese in esame le seguenti fasi:

1. *geostatica*: trivellazione dei pali senza variazione della morfologia del terreno,
2. *pre-scavo*: realizzazione del prescavo,
3. *scavo*: realizzazione dello scavo all'interno della paratia, fino alla base della platea,
4. *scavo+carichi*: applicazione dei carichi dovuti al cantiere,
5. *platea*: realizzazione della platea in cemento armato, come fondazione del locale tecnico,
6. *platea+solaio*: realizzazione del solaio di copertura del locale tecnico,
7. *platea+carichi+solaio*: applicazione dei carichi d'esercizio del locale tecnico,
8. *sisma*: applicazione dell'azione sismica.

Nella modellazione del locale interrato, gli elementi strutturali monodimensionali, quali pilastri e travi, sono stati modellati tramite elementi "asta", connessi tra loro e agli elementi "bidimensionali" con i quali sono state modellate le pareti del vano interrato, tramite elementi "nodo". Questi ultimi sono caratterizzati da un grado di vincolo esterno: nel caso in esame, tale grado di vincolo è del tipo "libero" per ogni nodo, eccetto che per i nodi di fondazione in corrispondenza del piede dei pilastri e delle pareti, ai quali è assegnato un grado di vincolo del tipo "El. sew 110001". Il grado di vincolo "libero" consente le traslazioni nelle tre direzioni X, Y e Z e le rotazioni intorno alle tre direzioni X, Y, e Z; il grado di vincolo "El. sew 110001" consente ogni movimento eccetto che le traslazioni in direzione X e Y e la rotazione intorno all'asse Z.

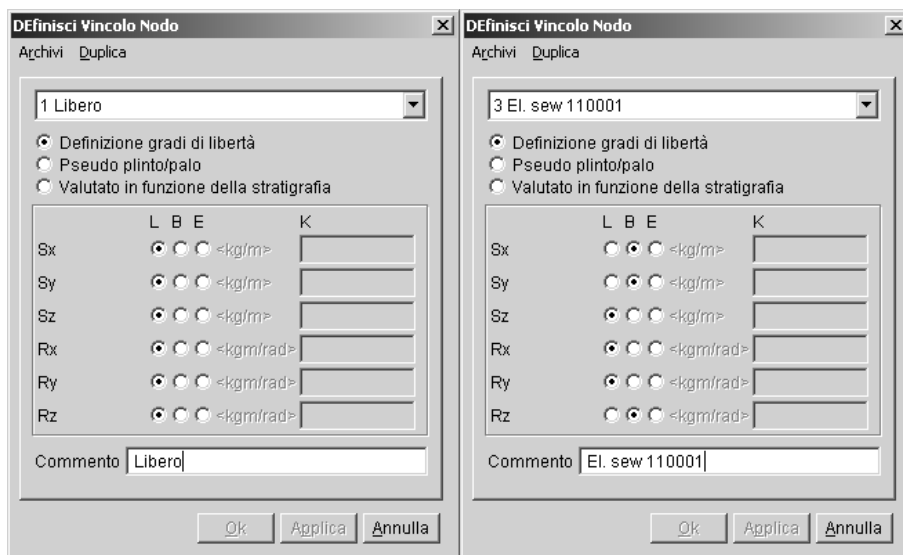


Figura 2 - Finestre del programma di calcolo per la definizione del grado di vincolo "libero" (sin.) e "El. sew 110001" (des.).

Gli elementi "asta" sono descritti principalmente dai seguenti parametri:

- materiale.
- sezione.

Il materiale assegnato a ciascun elemento "asta" che modella i pilastri e le travi è "calcestruzzo". Inoltre gli elementi "asta" sono caratterizzati da grado di vincolo: nel caso in esame, tale grado di vincolo è del tipo "incastro-incastro" per ogni elemento "asta", eccetto che per gli elementi "asta" che modellano le travi di fondazione, ai quali è assegnato un grado di vincolo del tipo "Suolo elastico" con il quale è possibile modellare la trave su suolo elastico, assegnando il valore della costante di Winkler.

Gli elementi "bidimensionali" che modellano le pareti in cemento armato del locale interrato, sono descritti principalmente dai seguenti parametri:

- spessore,
- tipologia,
- materiale.

Per quanto riguarda la tipologia, è stata assegnata la tipologia "flessionale", relativa ad elementi con comportamento sia membranale che flessionale. Il materiale assegnato a ciascun elemento che modella le pareti è "calcestruzzo".

I solai non sono rappresentati nel modello, tuttavia il programma di calcolo permette l'inserimento di elementi "solaio" caratterizzati dai valori dei carichi permanenti strutturali, non strutturali e variabili che vengono ripartiti sugli elementi "asta" entro i quali sono definiti tali solai.

Le caratteristiche del materiale "calcestruzzo" sono riportate nella tabella seguente.

	descrizione	simbolo	valore	u. m.
a)	peso specifico		25,00	kN/m ³
b)	modulo elastico	E	30000	N/mm ²
c)	modulo elastico tangenziale	G	13000	N/mm ²
d)	coefficiente di Poisson	ν	0,1	
e)	coefficiente di dilatazione termica	α	0,00001	

Tabella 1 – Caratteristiche del materiale “calcestruzzo”.

Base model

Codice CA:	NITC-2008
Codice Acciai:	NITC-2008
Non linear:	Impostazioni FSP
Cond. Argille:	Non drenato
Acqua q:	Flownet
Metodo carico Paratie:	Reta= 45 deg
Agente Ka:	Rankine (Coul_d=0)
Resistente Kp:	Rankine (Coul_d=0)

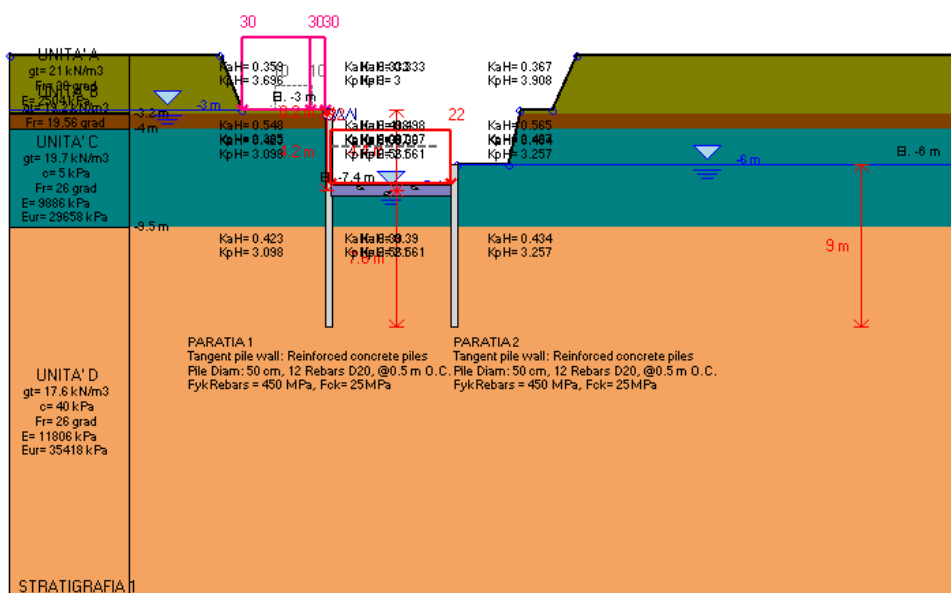


Figura 3 – Schermata di modellazione del programma di calcolo PARATIE PLUS 2011.

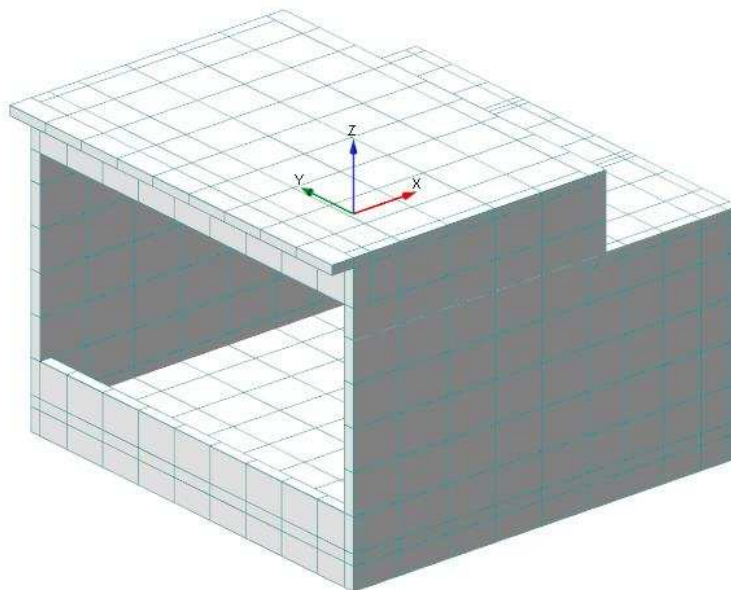


Figura 4 – Vista assonometrica del modello del locale interrato.

A1.4 – Valutazione della sicurezza e delle prestazioni della struttura

Ai fini della valutazione della sicurezza e delle prestazioni della struttura in oggetto si adottano i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite, normati dalla normativa vigente (par. 2.3. del D.M. 14/01/2008)

A1.4.1. – Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento

La vita nominale di una struttura V_N (par. 2.4.1. del D.M. 14/01/2008) è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. La classe d'uso è definita in relazione a conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche. Il periodo di riferimento permette la valutazione delle azioni sismiche ed è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

dove

C_U è il coefficiente d'uso, definito in funzione della classe d'uso (tab. 2.4.II. del D.M. 14/01/2008).

Relativamente al caso in esame, per i parametri sopra descritti sono stati adottati i valori riportati nella tabella seguente:

	descrizione		valore	u. m.
--	-------------	--	--------	-------

a)	vita nominale della struttura (par. 2.4.1. del D.M. 14/01/2008)	V_N	50	anni
b)	classe d'uso (par. 2.4.2. del D.M. 14/01/2008)		II	
c)		C_U	1	
d)	periodo di riferimento per l'azione sismica (par. 2.4.3. del D.M. 14/01/2008)	V_R	50	anni

Tabella 2 – Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento.

A1.4.2 – Analisi dei carichi

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei carichi gravanti sulla struttura in oggetto.

Per quanto riguarda il peso proprio del materiale costituente gli elementi strutturali dell'edificio, ai fini della valutazione della sicurezza e delle prestazioni della struttura, sia in fase di modellazione dello stato di progetto, sia in fase di verifica, sono stati adottati i valori riportati per ciascun materiale al par. A.2 (Relazione sui materiali).

Relativamente alla modellazione del locale interrato, il carico variabile dovuto alla presenza di automezzi sul solaio a quota superiore è stato assunto pari a:

$$Q_{1,k} = 10,00 \text{ kN/m}^2;$$

il peso proprio delle pompe da installare sul solaio a quota inferiore è stato assunto pari a:

$$Q_{2,k} = 75,00 \text{ kN}.$$

Nella modellazione del locale interrato non è stata computata la spinta delle terre in quanto assorbita interamente dalla paratia di pali trivellati in cemento armato. Sono tuttavia state applicate in tale modellazione le spinte derivanti dalla paratia e ricavate dalla modellazione della stessa.

A1.4.2.5 – Azione sismica

Le azioni sismiche di progetto sono valutate in relazione alla “pericolosità sismica di base” descritta al par. A5.3 (Relazione sulla modellazione sismica). Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende inoltre necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale: nel caso in esame, si individuano le seguenti categoria di sottosuolo e categoria topografica (vedi par. A5.1, Relazione geologica):

- categoria di sottosuolo: cat. B
- categoria topografica: cat. T1.

L'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, di cui due orizzontali, indicate con X e Y, e una verticale, indicata con Z, tra loro indipendenti. Nel caso in esame non si prende in considerazione la componente verticale, e le due componenti ortogonali indipendenti X e Y che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta.

Relativamente al caso in esame, nei confronti dell'azione sismica sono stati presi in considerazione gli stati limite seguenti:

- SLD: stato limite di danno,
- SLV: stato limite di salvaguardia della vita.

Lo spettro di progetto per gli stati limite di esercizio $S_d(T)$ è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{v_R} considerata.

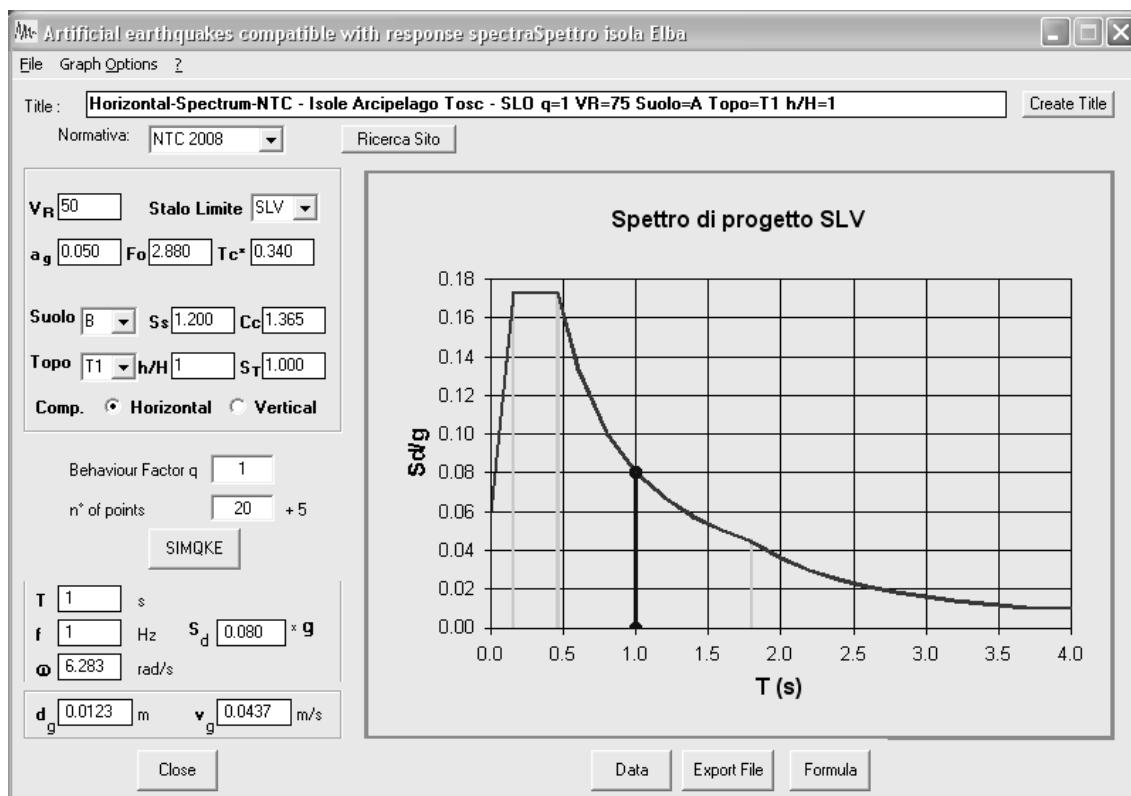


Figura 5 – Spettro di progetto per gli stati limite ultimi (stato limite di salvaguardia della vita).

A1.4.3. – Combinazione delle azioni

Ai fini delle verifiche agli stati limite, sono prese in considerazione le seguenti combinazioni delle azioni sopra descritte:

- combinazione fondamentale, per gli stati limite ultimi (SLU):

$$Q_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \cdot \psi_{Qi} \cdot Q_{ki} ,$$

- combinazione sismica, per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica:

$$Q_d = E + G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n \psi_{2i} \cdot Q_{ki}.$$

Nelle precedenti formule, il simbolo “+” significa “combinato con”, i valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_G e γ_Q e dei coefficienti di combinazione ψ sono riportati in tab. 2.6.I. e in tab. 2.5.I del D.M. 14/01/2008.

A5 – Relazione specialistiche

In questo paragrafo sono riportate le seguenti relazioni specialistiche:

- relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito,
- relazione sulla modellazione sismica e concernente la “pericolosità sismica di base” del sito.

A5.1 – Relazione geologica

La Relazione Geologica è allegata al presente progetto.

A5.2 – Relazione sulla modellazione sismica

L’azione sismica di progetto è definita a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione; questa è definita in funzione dei seguenti parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima attesa in condizioni di campo libero sul sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale,
- $S_e(T)$ ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione, con riferimento alle prefissate probabilità di eccedenza P_{V_R} nel periodo di riferimento V_R .

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento P_{V_R} nel periodo di riferimento, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito,
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,
- T_C^* periodo di inizio del tratto velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori dei suddetti tre parametri sono riportati in allegato alla normativa vigente (D.M. 14/01/2008) in relazione alla posizione sul territorio nazionale. Le coordinate di ubicazione dell'edificio in esame sono riportate nella tabella seguente:

	descrizione	valore	u. m.
a)	latitudine	42,8112	°
b)	longitudine	10,3218	°

Tabella 3 – Coordinate di ubicazione dell'edificio in esame.

I valori dei tre parametri sopra elencati sono riportati, relativamente a tale ubicazione e per ciascuna delle probabilità di superamento P_{V_R} in normativa.

Relativamente al caso in esame, nei confronti dell'azione sismica sono stati presi in considerazione gli stati limite seguenti:

- SLD: stato limite di danno,
- SLV: stato limite di salvaguardia della vita.

A ciascuno dei precedenti stati limite corrisponde la probabilità di superamento P_{V_R} nel periodo di riferimento elencate nella tabella seguente.

	descrizione		valore	u. m.
a)	SLD: stato limite di danno	P_{V_R}	63	%
b)	SLV: stato limite di salvaguardia della vita	P_{V_R}	10	%

Tabella 4 – Probabilità di superamento per ciascuno stato limite.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale.