

COMUNE DI CALTAVUTURO

Provincia Regionale di Palermo
REGIONE SICILIANA

Titolo progetto

PROGETTO DEI LAVORI DI ADEGUAMENTO
DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI, RIFACIMENTO
DEL FONDO E AMPLIAMENTO DEL RETTANGOLO
DI GIOCO DEL CAMPO SPORTIVO COMUNALE

Titolo elaborato

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO
STRUTTURE



N. Elab.

2.5

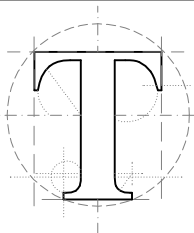


DATA

gennaio 2017

Tipo di prestazione

PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO



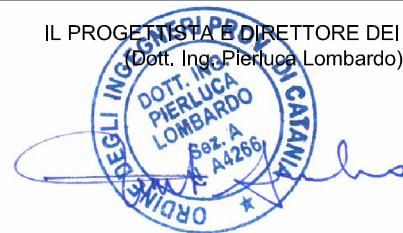
Technoside s.r.l.
SERVIZI DI INGEGNERIA

via Madonna di Fatima 14
95030 Gravina di Catania

tel 095.7500609
fax 095.8360370

info@technoside.it
www.technoside.it

IL PROGETTISTA E DIRETTORE DEI LAVORI
(Dott. Ing. Pierluca Lombardo)



AGGIORNAMENTI

REV.	CAUSALE
00	1° emissione
01	Variante

visto il R.U.P.

REDATTO:

VERIFICATO:

APPROVATO:

Il presente documento è proprietà della Technoside s.r.l.
E' vietata ogni riproduzione non autorizzata ai sensi di legge

1. Premessa

La presente relazione tecnica illustrativa e di calcolo descrive le opere strutturali da eseguirsi ai fini del progetto di adeguamento alla vigente normativa del campo sportivo del Comune di Caltavuturo (PA).

Le opere strutturali contemplate nel progetto di cui in epigrafe consistono in:

- opere di contenimento delle terre a delimitazione del campo da gioco realizzate mediante muri su fondazione diretta del tipo a mensola (3 tipologie di altezza variabile da 2.00m a 5.00m, denominate tipo 1 – tipo 3);
- opere di contenimento delle terre realizzate mediante paratie distinte per altezza ed ubicazione (2 tipologie di altezza compresa tra 5.50m e 7.00 m);
- tre corpi scala in c.a. strutturalmente indipendenti ed asserviti dal punto di vista funzionale alle tribune riservate agli spettatori realizzati mediante soletta piena in c.a. di spessore 18 cm, poggiante su spallette anch'esse in c.a. di spessore 20 cm e fondazione a platea di spessore 20 cm;
- una piastra di fondazione per un serbatoio idrico di capacità 10.000 litri avente dimensioni 3.00x3.00 m e spessore 30 cm;
- realizzazione del nuovo corpo spogliatoi
- realizzazione dell'ampliamento della tribuna ad ovest del campo sportivo.

2. Normativa di riferimento

Nella redazione del progetto di verifica sono state prese in esame le prescrizioni della vigente normativa tecnica ed in particolare quelle di seguito elencate.

2.1 Azioni sulle strutture e norma di dettaglio per la zona sismica

- **D.M. 14 gennaio 2008** - Norme tecniche per le costruzioni
- **Circolare del 2 febbraio 2009 n. 617** - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008

2.2 Referenze tecniche

- **UNI EN 206-1/2001** - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
- **Linee Guida sul calcestruzzo strutturale**, Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (febbraio 2008)
- **UNI ENV 1992-1-1** Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.
- **UNI EN 1998 - 1** – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni
- **UNI EN 1998 - 5** – Fondazioni ed opere di sostegno
- **Legge 5.11.1971 n. 1086** – Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso e a struttura metallica.
- **Legge 2.02.1974 n. 64** – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

3. Materiali impiegati

ACCIAIO PER C.A.

Le barre di armatura ad aderenza migliorata sono in acciaio di tipo B450C ed hanno le seguenti caratteristiche meccaniche:

- modulo elastico $E = 210000 \text{ MPa}$
- tensione di rottura $f_{ts} = 540 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento caratteristica $f_{ys} = 450 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento di calcolo $f_{yd} = 391.3 \text{ MPa}$
- coefficiente parziale del materiale $\gamma_s = 1.15$

CONGLOMERATO PER OPERE IN FONDAZIONE ED IN ELEVAZIONE

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato nel rispetto delle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (febbraio 2008) e della norma UNI EN 206-1:2006 riportate sinteticamente in tabella 1. Pertanto, dovrà rispondere ai seguenti requisiti minimi:

Calcestruzzo per opere in fondazione (classe di esposizione XC2)

- rapporto acqua/cemento $a/c \leq 0.60$
- classe di resistenza minima C25/30
- dosaggio cemento $\geq 300 \text{ kg/mc}$
- dimensione massima dell'aggregato (consigliata) $\leq 30 \text{ mm}$
- ricoprimento $\geq 25 \text{ mm}$
- copriferro $\geq 40 \text{ mm}$

Calcestruzzo per opere in elevazione protette dalla pioggia (classe di esposizione XC3)

- rapporto acqua/cemento $a/c \leq 0.55$
- classe di resistenza minima C28/35
- dosaggio cemento $\geq 320 \text{ kg/mc}$
- dimensione massima dell'aggregato (consigliata) 30 mm
- ricoprimento $\geq 25 \text{ mm}$
- copriferro $\geq 40 \text{ mm}$

Calcestruzzo per opere in elevazione esposte alla pioggia (classe di esposizione XC4)

- rapporto acqua/cemento $a/c \leq 0.50$
- classe di resistenza minima C32/40
- classe di consistenza S4
- dosaggio cemento $\geq 340 \text{ kg/mc}$
- dimensione massima dell'aggregato (consigliata) $\leq 30 \text{ mm}$
- ricoprimento $\geq 30 \text{ mm}$
- copriferro $\geq 45 \text{ mm}$

Tabella 1. Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali secondo norma UNI 11104:2004 e UNI EN 206-1:2006

Class e	Descrizione ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Ricoprim. minimo (mm)
1. Assenza di rischio di corrosione o attacco					
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	15
2. Corrosione indotta da carbonatazione					
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	15
XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	25
XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	25
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	30
3. Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare					
XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	45
XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenete cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	45
XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	45
4. Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare					
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	45
XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersi in acqua.	0,45	C 35/45	45
XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle marea.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	45
5. Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti					
XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	30
XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	45
XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	30
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai Sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	45

In progetto le superfici di conglomerato fuori terra sono protette mediante un rivestimento realizzato con intonaco tradizionale, spritz-beton o rivestimento in pietra ad eccezione delle strutture in elevazione dei corpi scala.

Pertanto si prevede l'impiego di un calcestruzzo di classe **C28/35** che soddisfa i requisiti richiesti in termini di durabilità per tutte le opere in progetto con esclusione delle sole strutture in elevazione dei corpi scala; in termini di proprietà meccanica il materiale ha le seguenti caratteristiche:

Classe	28 / 35
- resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} = 28,0$ MPa
- resistenza cubica caratteristica	$R_{ck} = 35,0$ MPa
- resistenza media a compressione (par. 11.2.10.1)	$f_{cm} = 36,0$ MPa
- modulo elastico (par. 11.2.10.3)	$E = 32308$ MPa
- resistenza di calcolo a compressione (par. 4.1.2.1.1.1)	$f_{cd} = 15,87$ MPa
- resistenza media a trazione (par. 11.2.10.2)	$f_{ctm} = 2,77$ MPa
- resistenza caratteristica a trazione (par. 11.2.10.2)	$f_{ctk} = 1,94$ MPa
- resistenza di calcolo a trazione (par. 4.1.2.1.1.2)	$f_{ctd} = 1,29$ MPa
- resistenza caratteristica di aderenza (par. 4.1.2.1.1.4)	$f_{bk} = 4,36$ MPa
- resistenza di calcolo di aderenza (par. 4.1.2.1.1.4)	$f_{bd} = 2,90$ MPa
- coefficiente parziale del materiale	$\gamma_c = 1,5$

Per le strutture in elevazione dei corpi scala e delle tribune si prevede l'impiego di un calcestruzzo di classe **C32/40** che soddisfa i requisiti richiesti in termini di durabilità relativi alla classe di esposizione XC4; in termini di proprietà meccanica il materiale ha le seguenti caratteristiche:

Classe	32 / 40
- resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} = 32,0$ MPa
- resistenza cubica caratteristica	$R_{ck} = 40,0$ MPa
- resistenza media a compressione (par. 11.2.10.1)	$f_{cm} = 40,0$ MPa
- modulo elastico (par. 11.2.10.3)	$E = 33346$ MPa
- resistenza di calcolo a compressione (par. 4.1.2.1.1.1)	$f_{cd} = 18,13$ MPa
- resistenza media a trazione (par. 11.2.10.2)	$f_{ctm} = 3,02$ MPa
- resistenza caratteristica a trazione (par. 11.2.10.2)	$f_{ctk} = 2,12$ MPa
- resistenza di calcolo a trazione (par. 4.1.2.1.1.2)	$f_{ctd} = 1,41$ MPa
- resistenza caratteristica di aderenza (par. 4.1.2.1.1.4)	$f_{bk} = 4,76$ MPa
- resistenza di calcolo di aderenza (par. 4.1.2.1.1.4)	$f_{bd} = 3,18$ MPa
- coefficiente parziale del materiale	$\gamma_c = 1,5$

4. Tolleranze

Nelle verifiche si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alle norme EN 1992-1991- EN206 - EN 1992-2005:

- Copriferro – 5 mm
- Per dimensioni ≤150mm ± 5 mm
- Per dimensioni ≤ 400 mm ± 15 mm
- Per dimensioni ≥2500 mm ± 30 mm

Ai fini delle verifiche degli elementi strutturali principali e della durabilità del calcestruzzo è previsto un copriferro ≥ **40 mm** oltre alle tolleranze su indicate, misurato dal lembo esterno della sezione all'asse delle armature longitudinali; per le strutture in elevazione dei corpi scala è previsto un copriferro ≥ **45 mm**.

5. Ancoraggi e sovrapposizioni

Nella disposizione delle armature, come indicato negli elaborati grafici allegati, devono essere rispettate le sovrapposizioni e gli ancoraggi previsti dal D.M. 14/01/2008 – par. 4.1.6.1.4. Pertanto vale la relazione:

$$L_b = \frac{f_{yd}}{4 \times f_{bd}} D = 33.7 \times D$$

Cautelativamente la lunghezza minima di ancoraggio e sovrapposizione è stata assunta pari a 40 diametri. In presenza di ancoraggi con piega a 90° o superiore il valore della lunghezza minima di ancoraggio può essere ridotto al 70%. In presenza di tensioni sulle barre di armatura inferiori al valore ammissibile l'ancoraggio può essere ridotto fino ad un valore minimo pari al 50% della lunghezza di ancoraggio base, nel rapporto tra la sollecitazione e resistenza.

Diametro della barra [mm]	Lunghezza di ancoraggio [cm]
8	32
10	40
12	48
14	56
16	64
18	72
20	80
22	88
24	96
26	104

Diametro della barra [mm]	Lunghezza di ancoraggio [cm]
8	22
10	28
12	34
14	39
16	45
18	50
20	56
22	62
24	67
26	73

sovrapposizioni e ancoraggi dritti

ancoraggi con piega a 90°

7. Vita nominale delle opere (par. 2.4.1 - D.M. 14/01/2008)

La vita nominale dell'opera V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, 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. 1.

Tabella 1 – vita nominale degli edifici

	Tipi di costruzione	Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Per le opere in questione aventi **caratteristiche ordinarie**, si è assunto:

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

8. Classe d'uso dell'opera (par. 2.4.2 - D.M. 14/01/2008)

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per le opere in progetto, trattandosi di opera suscettibili di grande affollamento ed utili ai fini di protezione civile, si è assunto il coefficiente d'uso C_U :

$$C_U = 2.0 \text{ (Classe IV)}$$

9. Periodo di riferimento dell'azione sismica (par. 2.4.3 - D.M. 14/01/2008)

Per le strutture in esame trattandosi di opere asservite ad impianti sportivi di caratteristiche costruttive ordinarie si è assunta una vita nominale V_N pari a 50 anni. Poiché le opere sono suscettibili di grande affollamento si è assunta una classe d'uso III ovvero un coefficiente d'uso C_U pari a 1.5.

Il periodo di riferimento per l'azione sismica è pertanto assunto pari a:

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 2.0 = 100 \text{ anni}$$

10. Criteri generali per la valutazione della sicurezza strutturale

La sicurezza e le prestazioni sono garantite verificando opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita utile e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 14.01.2008. In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (stato limite di collasso SLC e stato limite di salvaguardia della vita SLV) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.
- la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (stato limite di danno SLD e stato limite di operatività SLO) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica.
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (SLE) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il Committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni.

Sono stati utilizzare come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 14.01.2008 ed in particolare:

- analisi elastica lineare per il calcolo delle sollecitazioni derivanti da carichi statici;
- analisi dinamica lineare (analisi modale) con spettro di progetto per il calcolo delle sollecitazioni di progetto dovute all'azione sismica (per le opere di sostegno è valutato l'incremento sismico della spinta delle terre);
- analisi degli effetti del 2° ordine quando significativi;
- verifiche sezionali agli S.L.U. per le sezioni in c.a. utilizzando il legame parabola rettangolo per il calcestruzzo ed il legame elasto-plastico incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

Per quando riguarda le fasi costruttive intermedie le opere di contenimento (paratie) che possono risultare cimentate in maniera più gravosa della fase finale sono state verificate nelle varie fasi di esercizio come descritto nel fascicolo di calcolo.

11. Azioni ambientali e naturali

11.1 Azione sismica

Le prestazioni attese in caso di sisma sono verificate per eventi aventi probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R = 10$ anni riportate in tabella 2 :

Tabella 2. Probabilità di superamento in V_R per i vari Stati Limite

CLASSE	SLC	SLV	SLD	SLO
Probabilità	5 %	10%	63 %	81 %

Le verifiche sono condotte utilizzando come domanda sismica gli spettri elastici di cui al D.M. 14.01.2008 riportati di seguito (Eq. 1)

$$S_e = a_g S \eta F_0 \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \quad 0 \leq T \leq T_B \quad (1a)$$

$$S_e = a_g S \eta F_0 \quad T_B \leq T \leq T_C \quad (1b)$$

$$S_e = a_g S \eta F_0 \frac{T_C}{T} \quad T_C \leq T \leq T_D \quad (1c)$$

$$S_e = a_g S \eta F_0 \frac{T_C T_D}{T^2} \quad T_D \leq T \leq 4.0s \quad (1d)$$

I parametri spettrali relativi all'area nella quale ricadono le opere in epigrafe (Zona Sismica II) sono riportati in tabella 3:

Tabella 3. Parametri relativi al Campo Sportivo Caltavuturo (LAT. 37.817 – LONG. 13.899)

STATO LIMITE	T_r [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0.056	2.396	0.276
SLD	101	0.071	2.401	0.290
SLV	949	0.166	2.499	0.329
SLC	1950	0.210	2.545	0.336

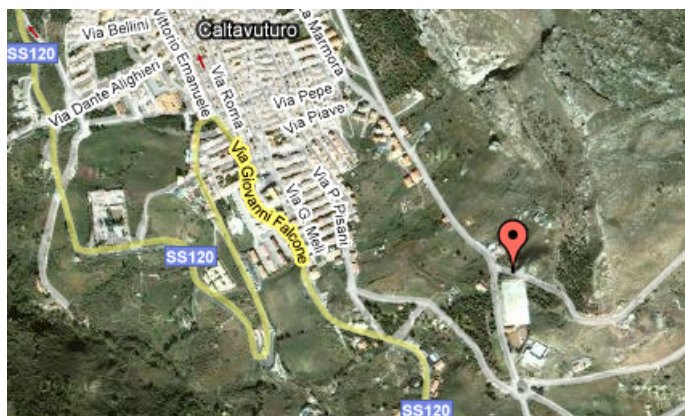


Figura 1 – Area di progetto

Gli spettri di risposta elastici previsti dal D.M. 14.01.2008 per le opere in progetto sono stati ottenuti con riferimento ai diversi stati limite utilizzando le formule riportate al paragrafo 3.2 dello stesso Decreto Ministeriale, con riferimento al suolo di tipo B e i parametri spettrali assegnati al sito in esame:

STATO LIMITE	C_C	S_S	S_T	S	T_B [s]	T_C [s]	T_D [s]
SLO	1,420	1,200	1,2	1,440	0,132	0,396	1,824
SLD	1,409	1,200	1,2	1,440	0,136	0,409	1,884
SLV	1,374	1,200	1,2	1,440	0,151	0,452	2,264
SLC	1,368	1,186	1,2	1,423	0,153	0,460	2,440

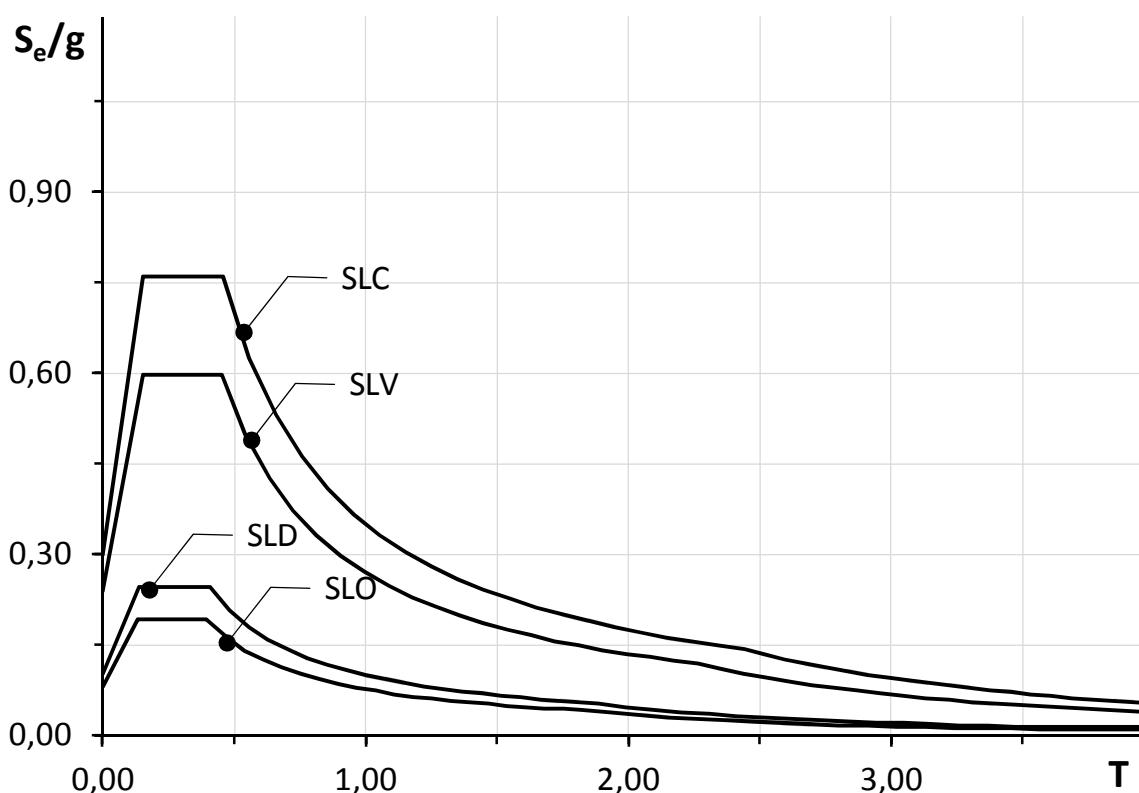


Figura 2 – Spettri di risposta elastici

11.2 Carico da neve

Il carico provocato dalla neve sulle superfici esposte è valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \times q_{sk} \times C_E \times C_t$$

dove:

q_s è il carico neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura;

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [Kn m^{-2}], fornito per un periodo di ritorno di 50 anni;

c_E è il coefficiente di esposizione;

c_t è il coefficiente termico.

Il carico agisce in direzione verticale e si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie interessata.

Coefficiente di forma

Il coefficiente di forma è valutato in relazione alla geometria della superficie; il coefficiente si valuta mediante le relazioni indicate nel seguente prospetto:

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Nella fattispecie per tutte le opere in progetto può assumersi:

$$\mu_1 = 0.8$$

Carico da neve al suolo

Le opere sono realizzate ad un'altitudine sul livello del mare a_s di circa 720 m. Il carico da neve di riferimento previsto dalla normativa per la zona III (Sicilia) è:

$$q_{sk} = 0.51[1+(a_s/481)^2] = 1.65 \text{ kN/ m}^2 \quad 200 \text{ m} < a_s$$

Periodo di ritorno

Per le verifiche allo SLV, essendo stata assunta la vita nominale dell'opera pari a 50 il valore di riferimento del carico da neve al suolo non deve essere amplificato.

Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione deve essere determinato attraverso il prospetto di seguito riportato.

Topografia	Descrizione	C_E
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

Nella fattispecie si assume $C_E = 1.0$.

Coefficiente termico

Il coefficiente termico è assunto pari a 1.0.

Carico da neve

$$q_s = \mu_i \times q_{sk} \times C_E \times c_t = 1.32 \text{ kN m}^{-2}$$

11.3 Altre azioni ambientali

Le verifiche delle prestazioni delle opere in progetto sono effettuate considerando gli effetti di eventuali altre azioni ambientali (quali l'azione termica e l'azione del vento, determinate secondo quanto previsto al cap. 3 del D.M. 14.01.2008) combinandole con l'azione sismica secondo le regole previste dalla norma per le diverse combinazioni di carico.

11.4 Azioni eccezionali

Sono state escluse dalle verifiche le azioni eccezionali in quanto le strutture in progetto presentano i necessari requisiti di "robustezza" previsti dalla norma nei confronti di incendi, urti ed esplosioni.

12. Software utilizzati

CDS WIN – programma redatto dalla software house STS Software Tecnico Scientifico s.r.l. con sede in Sant'Agata Li Battiati (CT), via Tre Torri n.11

Il programma è ad uso commerciale con chiave di licenza n. 11769 ed è stato testato da molti anni. Consente la risoluzione elastica di schemi iperstatici a maglie rettangolari.

CDB WIN – programma redatto dalla software house STS Software Tecnico Scientifico s.r.l. con sede in Sant'Agata Li Battiati (CT), via Tre Torri n.11

Il programma è ad uso commerciale con chiave di licenza n. 11769 ed è stato testato da molti anni. Consente la risoluzione di paratie a sbalzo e tirantate.

CDW WIN – programma redatto dalla software house STS Software Tecnico Scientifico s.r.l. con sede in Sant'Agata Li Battiati (CT), via Tre Torri n.11

Il programma è ad uso commerciale con chiave di licenza n. 11769 ed è stato testato da molti anni. Consente la risoluzione di muri di sostegno a mensola o a gravità, con fondazione dirette o su pali.

13. Tipo di elaboratore

MARCA	PACKARD BELL
MODELLO	iMedia S3712
PROCESSORE	Intel Core ® QUAD CPU 2.50 GHz
RAM	8.00 GB
S.O.	Windows 7
VERSIONE	2009

14. Codice di calcolo, soluzione e affidabilità dei risultati

Come previsto al punto 10.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 14.01.2008 l'affidabilità dei codici utilizzati è stata verificata effettuando il raffronto con casi prova di cui si conoscono i risultati esatti. Si allega report di validazione del software.

15. Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità

I risultati ottenuti dall'analisi sono stati riscontrati con modelli semplificati di schemi a inerzia e carico costante che hanno fornito un riscontro oggettivo sui risultati delle analisi che, pertanto, risultano accettabili. 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. E' stata controllata la coerenza geometrica e le azioni applicate rispetto alla realtà fisica. 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 dei software abbiano dato esito positivo.

16. Prestazioni attese al collaudo

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al paragrafo 9.1 del D.M. 14.01.2008.

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore potrà fare riferimento ai valori di tensioni, deformazioni, spostamenti e sollecitazioni desumibili dall'allegato fascicolo dei calcoli statici per il valore delle azioni pari a quelle di esercizio.