

# Comune di Santarcangelo di Romagna

Provincia di Rimini



## DENOMINAZIONE DELL'OPERA

**Progetto per interventi di efficientamento energetico e messa in sicurezza dell'impianto sportivo denominato "Circolo Tennis M.Casalboni" e manutenzione straordinaria alla pista di atletica leggera Santarcangelo di Romagna in Via della Resistenza, 1**

**PROPRIETA': COMUNE DI SANTARCANGELO DI ROMAGNA**

REFERENTE: DIRIGENTE DOTT. ALESSANDRO PETRILLO

**CONCEDENTE: COMUNE DI SANTARCANGELO DI ROMAGNA  
ENTE APPALTANTE A.S.D. C.T. "M. CASALBONI"**

R.U.P. E RESPONSABILE DEI LAVORI: SIG. MARIO OTTAVIANI

PRELIMINARE

DEFINITIVO

ESECUTIVO

**LOTTO 1**

**RELAZIONE DI CALCOLO ESECUTIVA DELLE STRUTTURE  
(campi 2-3)**

DATA

FEBBRAIO 2019

**ALL.**

**SB**

**sb1**

PROGETTISTA: Arch. Andrea Lenzi

V.Galvani 9 Savignano sul Rubicone FC - tel. 0541942767 fax 0541937820 - studio@alenzi.it

PROGETTO STRUTTURALE: Ing. Mauro Massari

PROGETTO IMPIANTI MECCANICI: Ing. Mauro Massari

PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO: P.I.Filippo Zani

*CUP ASSEGNATO AL PROGETTO: C48J18000030005*



## INDICE

2.1.	ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE .....	2
2.1.a	DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SITO OGGETTO D'INTERVENTO .....	3
2.1.b	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	7
2.1.c	NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI.....	10
2.1.d	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO CHE CONCORRONO ALLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE DEL SITO .....	11
2.1.e	DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALE .....	13
2.1.f	ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE .....	14
2.1.g	INDICAZIONE DELLE PRINCIPALI COMBINAZIONI DELLE AZIONI.....	16
2.1.h	CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE INDAGATI IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA .....	35
2.1.i	CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO .....	36
2.1.j	STRUTTURE GEOTECNICHE O DI FONDAZIONE.....	37
2.1.k	INDICAZIONE DELLA CATEGORIA DI INTERVENTO PREVISTO .....	40
2.1.l	DEFINIZIONE DELLE PROPRIETÀ DEI MATERIALI COSTITUENTI LE STRUTTURE INTERESSATE .....	46
2.1.m	RISULTATI SIGNIFICATIVI EMERSI PRE-POST INTERVENTO .....	48
2.2.	SVILUPPO TABULATI DI CALCOLO E VERIFICHE LOCALI .....	48

## 2.1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

La presente relazione viene prodotta per la RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE SISMICA ai sensi L.R. n°19 del 2008 (art.11).  
L'intervento oggetto della presente documentazione si riferisce a:  
PROGETTO PER INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E MESSA IN SICUREZZA DELL'IMPIANTO SPORTIVO DENOMINATO "CIRCOLO TENNIS M. CASALBONI" SITO A SANTARCANGELO DI ROMAGNA IN VIA DELLA RESISTENZA 1.

**PROPRIETÀ:** **COMUNE DI SANTARCANGELO DI ROMAGNA.**  
**REFERENTE:** DIRIGENTE DOTT. ALESSANDRO PETRILLO  
**CONCEDENTE:** **COMUNE DI SANTARCANGELO DI ROMAGNA**  
**ENTE APPALTANTE:** **A.S.D. C.T. "M. CASALBONI"**  
RUP E RESPONSABILE DEI LAVORI: SIG. MARIO OTTAVIANI  
LEGALE RAPPRESENTANTE: SIG. MASSIMO CARLI

Le figure professionali che partecipano alla progettazione e realizzazione delle opere oggetto del presente intervento sono:

- **Arch. Lenzi Andrea** **Progettista Architettonico dell'intero intervento**
- **Ing. Massari Mauro** **Progettista Strutturale dell'intero intervento**

L'intervento oggetto della presente relazione riguarda l'adeguamento delle fondazioni esistenti per successiva installazione di nuova copertura pressostatica all'interno dell'impianto sportivo denominato "Circolo tennis M. Casalboni" sito in Santarcangelo di Romagna in via Della Resistenza,1.

**Le specifiche tecniche interventi la struttura pressostatica installata saranno comunicate a seguito si aggiudicazione di appalto.**

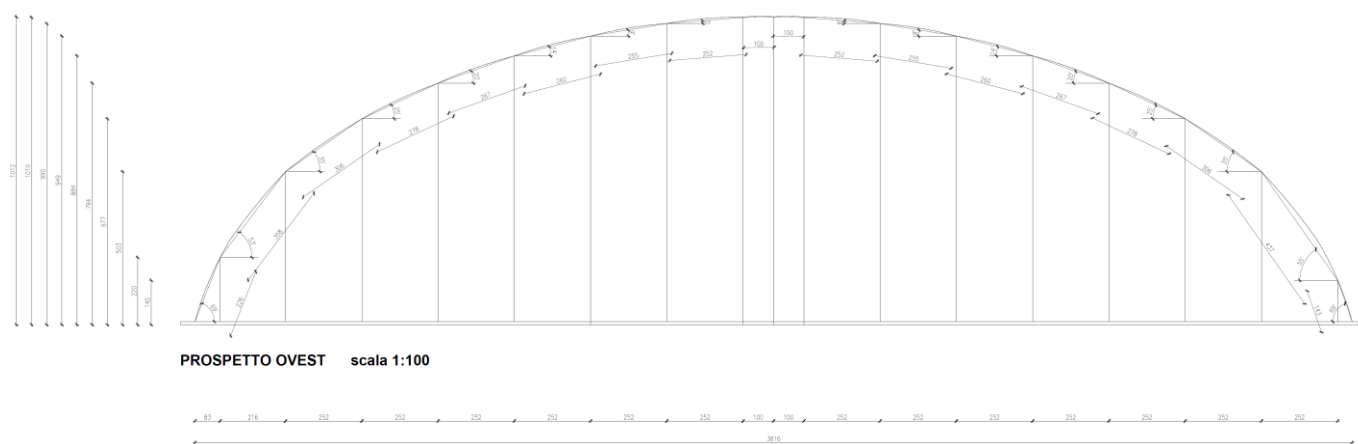


Figura 1 – Rappresentazione generale dell'edificio



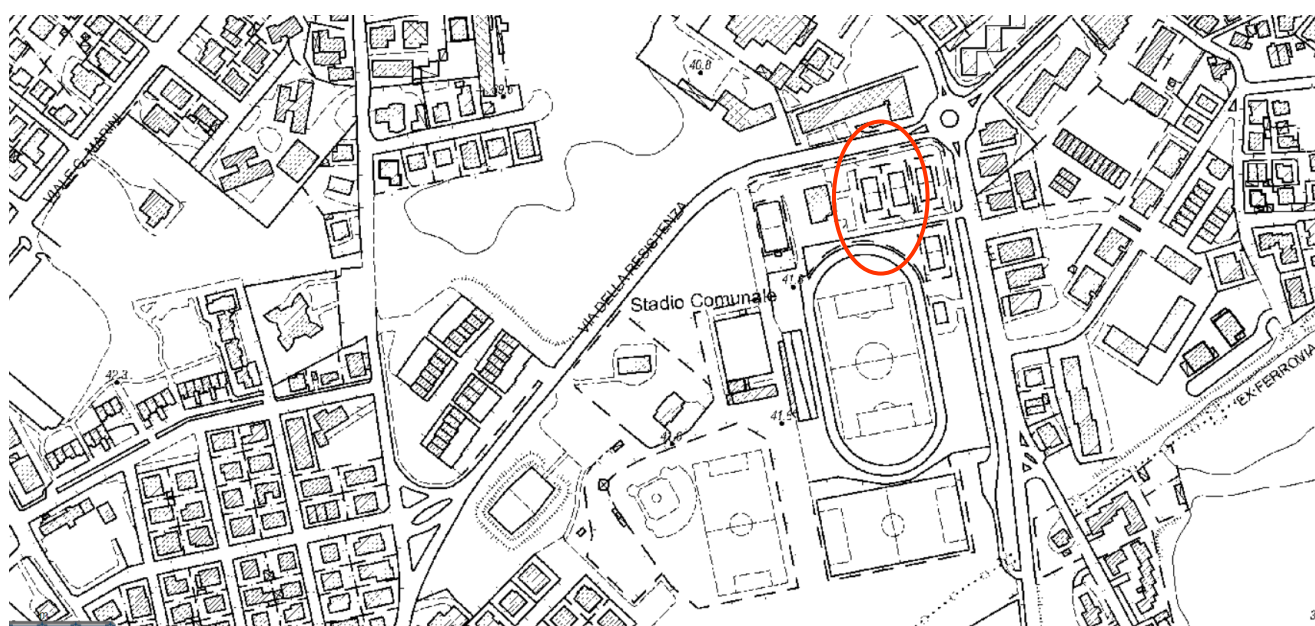
## **2.1.a DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SITO OGGETTO D'INTERVENTO**

L'immobile oggetto del presente intervento sarà ubicato in comune di San Mauro Pascoli. Si riporta di seguito la vista satellitare da cui si evince il contesto urbano e territoriale.



*Figura 2 – Vista satellitare del sito*

L'area è situata su un'area identificata al N.C.T. con la particella FOGLIO N.20, PART. N. 1173, 1225, 1667, 2258, 60, 819, 839, 840, 878, 935, 942, del Comune di Santarcangelo di Romagna.



*Figura 3 – Carta tecnica regionale*



Si riporta di seguito la cartografia geologica del sito:



Figura 4 – Carta geologica del sito 1:10.000

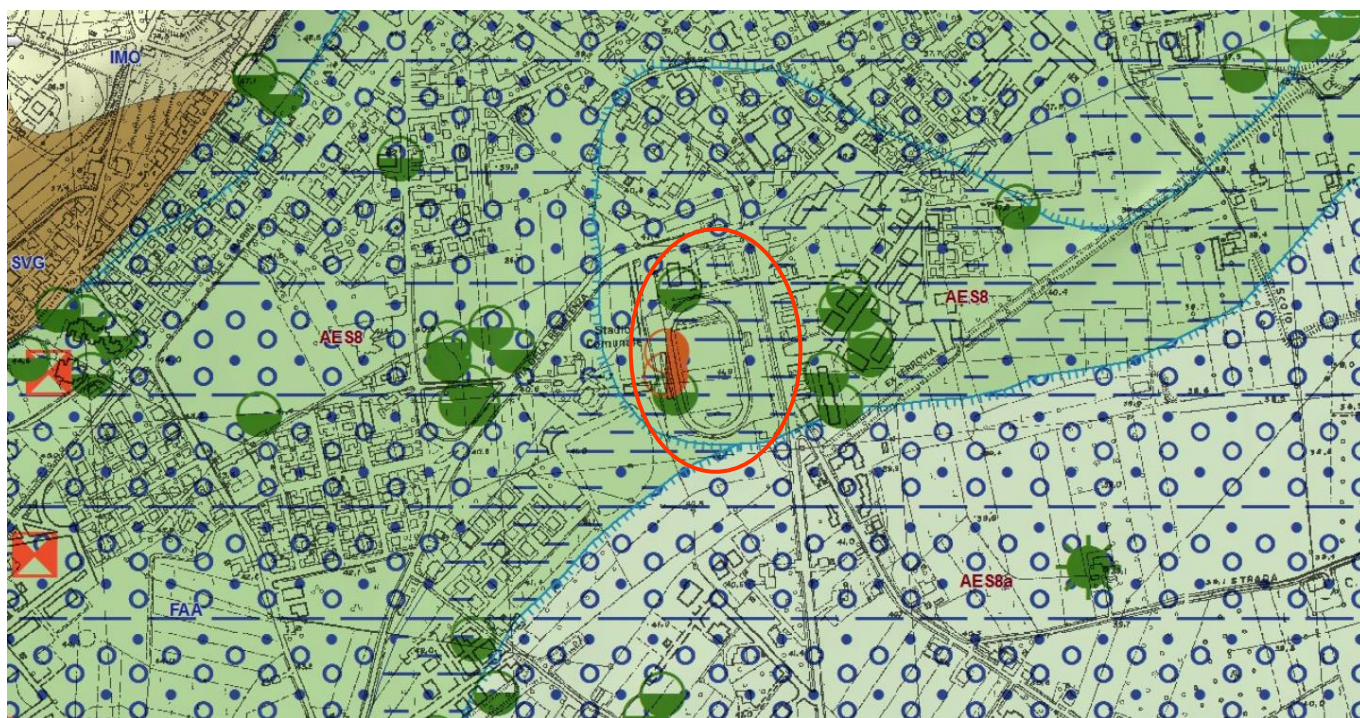
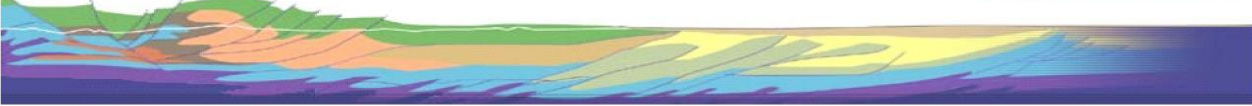
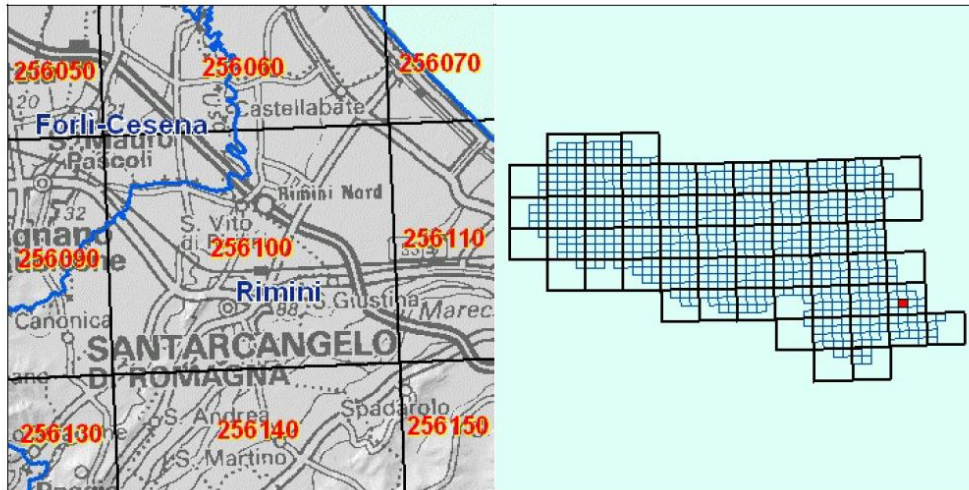


Figura 5 – Carta geologica del sito 1:5.000





## LEGENDA DELLA SEZIONE CARTOGRAFICA: 256100 - SANTARCANGELO DI ROMAGNA



### province di Forlì-Cesena e Rimini

#### AES8 - Subsistema di Ravenna

**Forlì-Cesena** Ghiaie da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi, limi e limi sabbiosi, rispettivamente depositi di conoide ghiaiosa, intravallivi terrazzati e di interconoide. Argille, limi ed alternanze limoso-sabbiose di traccimazione fluviale (piana inondabile, argine, e traccimazioni indifferenziate). Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico. A tetto suoli, variabili da non calcarei a calcarei, a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente meno di 150 cm, e a luoghi parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallobruno. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'alterazione da 0,5 ad 1,5 m, contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. nel sottosuolo della pianura: depositi argillosi e limosi grigi e grigio scuri, arricchiti in sostanza organica, di piana inondabile non drenata, palude e laguna passanti, verso l'alto, a limi-sabbiosi, limi ed argille bruni e giallastri di piana alluvionale ben drenata con suoli calcarei e non calcarei al tetto; depositi deltizi, litorali e, localmente, marini. I depositi di piana alluvionale includono ghiaie di canale fluviale e geometria nastriforme; lungo la fascia costiera passano con contatto netto ed erosivo a sabbie litorali. Il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante, sugli altri subsistemi e sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità circa 28 metri.

(Pleistocene sup. - Olocene)

**Rimini** Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Corrisponde nelle aree intravallive ai depositi terrazzati più bassi. Rientrano in questa unità anche le alluvioni attualmente in evoluzione in alveo e quelle del primo terrazzo, talora fissate da arbusti. Limite superiore coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'orizzonte decarbonatato da 0,3 ad 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle traccimazioni fluviali sul suolo non calcareo al tetto di AES7.

(Pleistocene sup. - Olocene)

#### AES8a - Unità di Modena

**Forlì-Cesena** Ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, talora organizzate in corpi a geometrie lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi. Depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, deltizi, litorali, di conoide e, localmente, di piana inondabile. Limite superiore coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (meno di 100 cm). Può ricoprire resti archeologici di età romana del VI secolo d.C Limite inferiore inconforme, marcato da una superficie di erosione fluviale lateralmente correlata a un suolo da decarbonatato a parzialmente carbonatato contenente resti archeologici di età dal Neolitico al Romano. Lo spessore massimo dell'unità è genera

(Olocene)

**Rimini** Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Limite superiore sempre affiorante e coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro al tetto. Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive.

(Olocene)

Valutando la situazione geologica del sito, sono stati utilizzati i seguenti parametri per la caratterizzazione del sottosuolo e topografica (secondo quanto esposto nel par. 3.2.2 del DM2018):

- **Categoria di sottosuolo: C** (depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti);
- **Categoria topografica: T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i < 15^\circ$ ).

La scelta di queste categorie determinano i parametri da utilizzare nel calcolo dell'azione sismica, e conseguentemente il sistema di interazione fra terreno e fabbricato.



## 2.1.b DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Trattasi di intervento di installazione di nuova struttura pressostatica a doppia membrana per copertura stagionale di impianto sportivo, su elementi di fondazione esistenti.

Le suddette strutture di fondazione risultano da precedente progetto di altra tensostruttura, avente stessa tipologia e dimensioni di quella oggetto d'intervento, ed in seguito rimossa.

La tensostruttura verrà impiegata periodicamente durante la sola stagione invernale, per poi essere rimossa durante la stagione primaverile ed estiva.

**Pertanto la suddetta struttura verrà considerata come opera di tipo provvisorio. Come specificato al § 2.4.1 del D.M. 17/01/2018 "Le verifiche sismiche di opere provvisorie o strutture in fase costruttiva possono omettersi quando le relative durate previste in progetto siano inferiori a 2 anni"; in fase di calcolo verranno pertanto ommesse verifiche sismiche.**

L'opera avrà dimensioni in pianta contenute in un rettangolo di dimensioni pari a 38,33 x 38,72 m e presenterà un'altezza interna massima nel punto centrale pari a 10,12 m.

La copertura sarà costituita da struttura pressostatica a doppia membrana realizzata con due palloni completamente indipendenti l'uno dall'altro termosaldati solo alla base. La struttura dovrà essere predisposta per l'ancoraggio, a norma di legge vigente, di n° 20 corpi illuminanti interni (attacchi circolari in ferro zincato con catenella di sicurezza). Il telone esterno dovrà essere confezionato con tessuto pvc classe 2, pari a 700 gr/mq per la membrana esterna e, in pvc gr/mq. 530 ignifugo classe 2 per la membrana interna. La fornitura dovrà inoltre comprendere: tubi zincati per l'ancoraggio della struttura pressostatica agli anelli di fissaggio già collegati al cordolo esistente, n° 1 tunnel completo di due porte ricoperto dello stesso tessuto dalla membrana principale con ingresso idoneo a persone Diversamente Abili (D.A.), realizzato con struttura in ferro zincato e verniciatura specifica per esterni, anta con parte superiore trasparente per permettere la visuale, maniglia e compensatore sull'anta interna, n°1 uscita di sicurezza avente luce libera mt. 1,20x2,20, realizzata con profili in ferro zincati e verniciatura specifica per esterni, con pannellatura interamente cieca completa di telaio autoportante e maniglione antipanico, controventatura esterna e pedana di raccordo.

Le strutture di fondazione risultano costituite da doppie travi rovesce perimetrali in c.a aventi sezione 60x40 cm e 30x50 cm, e platea d'irrigidimento.

Il collegamento sovrastruttura-fondazione verrà realizzato mediante barre filettate  $\phi 16$  disposte con passo di 50 cm e fissate alle membrane di copertura tramite anelli metallici esistenti.

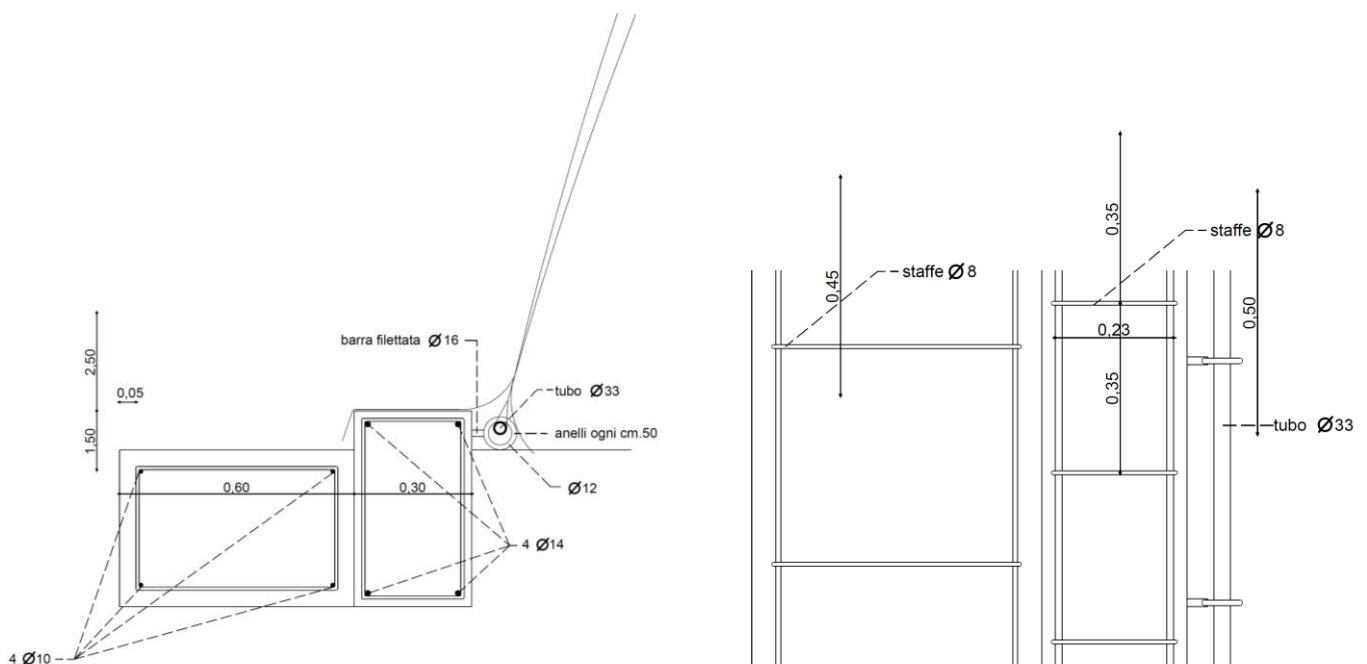
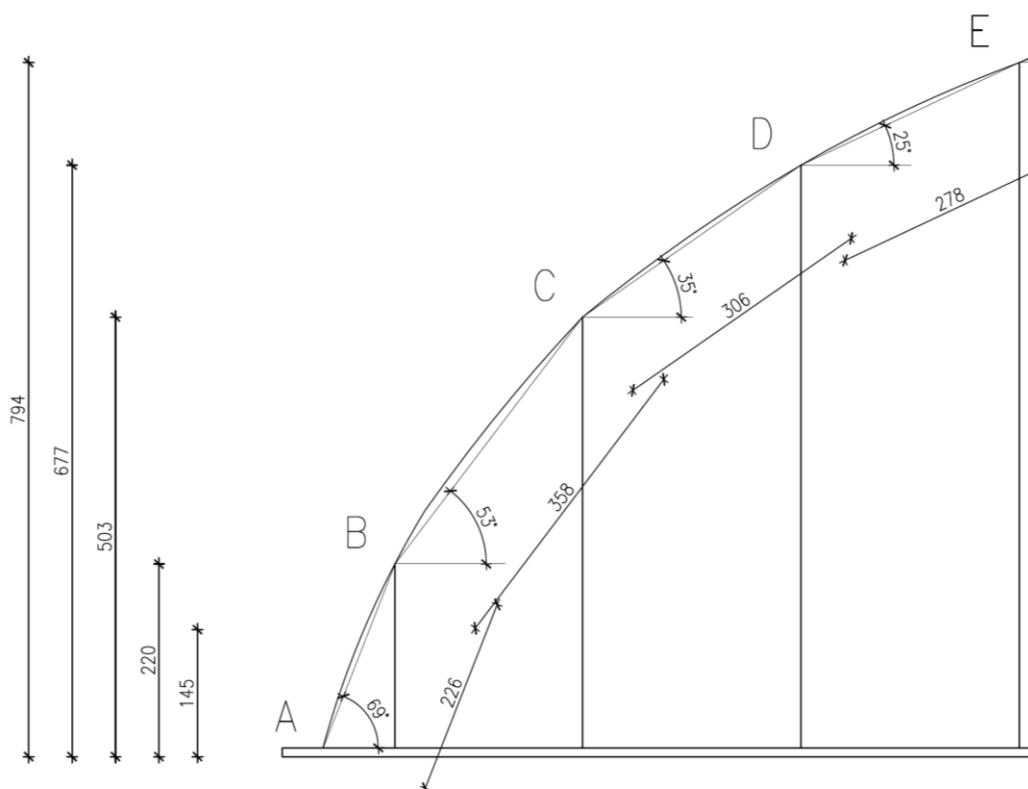


Figura 6 – Dettaglio costruttivo fondazioni esistenti

**Il presente progetto riguarda la verifica di sicurezza delle strutture di fondazione esistenti.**

**I Le specifiche tecniche interventi la struttura pressostatica installata saranno comunicate a seguito si aggiudicazione di appalto.**





## PROSPETTO OVEST scala 1:100

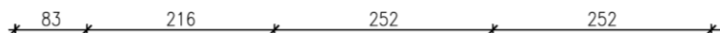


Figura 8 – Particolare geometria tensostruttura

**Come specificato al § 7.2.5 del D.M. 2018 le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera opera, in genere condotta esaminando la sola struttura in elevazione alla quale sono applicate le pertinenti combinazioni delle azioni di cui al § 2.5.3.**

**Il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno, sono state eseguiti assumendo come azione in fondazione, quella trasferita dagli elementi soprastanti nell'ipotesi di comportamento strutturale non dissipativo (v. § 7.3 D.M. 2018).**

La valutazione della sicurezza eseguita sulla base di quanto indicato al punto 8.3 del D.M. 17/01/2018, ha evidenziato come le strutture di fondazioni esistenti, allo stato di fatto, risultino idonee a resistere alle sollecitazioni derivanti dalle combinazioni di azioni previste dalla attuali norme tecniche, trasmesse dalla sovrastruttura.

**Le suddette fondazioni risultano, pertanto, già adeguate senza la necessità di eseguire alcun intervento.**



### **2.1.c   NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI**

Per il calcolo e la verifica delle strutture si utilizza la seguente normativa:

- D.M. del 17/01/2018 - Ministero delle Infrastrutture, degli Interni e Protezione Civile.  
"Norme tecniche per le costruzioni." Gazzetta Ufficiale n° 42 del 20/02/2018 - Supplemento Ordinario n° 8;
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n° 617 del 02/02/2009.  
"Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni." Gazzetta Ufficiale n° 47 del 26/02/2009 - Supplemento Ordinario n° 27.

### **ALTRE NORME E DOCUMENTI TECNICI INTEGRATIVI**

- Legge n. 1086 del 5 novembre 1971.  
"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge n. 64 del 2 febbraio 1974  
"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
- UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-1 – Costruzioni in legno
- UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni
- UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno
- Linee Guida ETAG 001 - Qualifica e dimensionamento degli ancoranti metallici su calcestruzzo
- ETAG001 Allegato E - Qualifica degli ancoranti metallici su calcestruzzo sottoposti ad azione sismica
- Technical Report EOTA TR045 Progettazione di ancoranti metallici su calcestruzzo sottoposti ad azione sismica

## 2.1.d DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO CHE CONCORRONO ALLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE DEL SITO

Secondo la zonazione introdotta dal DM 17/01/2018, l'edificio è soggetto alle seguenti azioni sismiche:

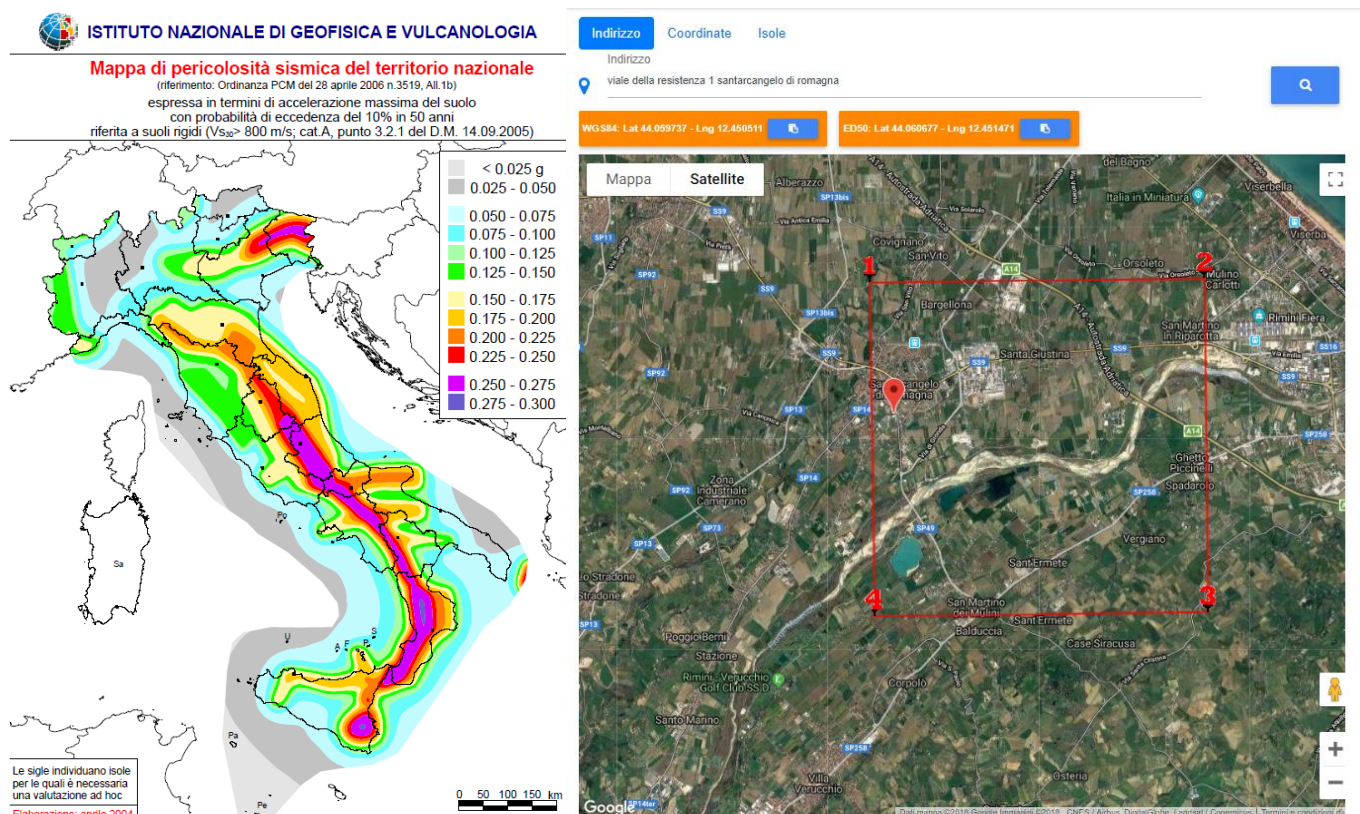


Figura 9 - Mappa di pericolosità sismica

### Sito in esame.

latitudine: 44,060677  
 longitudine: 12,451471  
 Classe: II  
 Vita nominale: 10 (Costruzioni temporanee e provvisorie)

### Siti di riferimento

Sito	ID	Lat	Lon	Distanza
Sito 1	18744	44,0803	Lon: 12,4463	Distanza: 2217,316
Sito 2	18745	44,0809	Lon: 12,5159	Distanza: 5618,232
Sito 3	18967	44,0309	Lon: 12,5167	Distanza: 6175,847
Sito 4	18966	44,0303	Lon: 12,4472	Distanza: 3398,133

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 35anni  
 Coefficiente Cu: 1

### Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 10

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>o</sub>	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0.052	2.448	0.269
Danno (SLD)	35	0.056	2.450	0.273
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.159	2.491	0.296
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.211	2.500	0.306
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

### Coefficienti sismici

Tipo: Muri di sostegno NTC 2018

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1      us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,46	1,38
CC Coeff. funz categoria	1,62	1,61	1,57	1,55
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.000	0.039	0.088	0.000
kv	--	0.020	0.044	--
Am <sub>ax</sub> [m/s <sup>2</sup> ]	0.764	0.823	2.275	2.857
Beta	--	0.470	0.380	--

Valutando la situazione geologica del sito sono stati utilizzati i seguenti parametri per la caratterizzazione del sottosuolo e topografica per la definizione dell'azione sismica (secondo quanto esposto nel paragrafo 3.2.2 del DM2018):

categoria di sottosuolo: C (depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti);

categoria topografica: T1 (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i < 15^\circ$ ).

La scelta di queste categorie determinano i parametri da utilizzare nel calcolo dell'azione sismica, e conseguentemente il sistema di interazione fra terreno e fabbricato.

Per le costruzioni oggetto di progetto si è considerata una classe d'uso I, una vita nominale della costruzione,  $V_N$ , pari a 50 anni, che comporta un coefficiente d'uso  $C_u$  pari a 0,7 (tabella 2.4.I e 2.4.II DM2018); il periodo di riferimento della costruzione,  $V_R$ , risulta quindi pari a 35 anni (§ 2.4.3 DM 17/01/18).

Parametri della struttura						
Classe d'uso	VN	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica	Duttilità
II	10.0	1.0	35.0	C	T1	CD "B"

Tabella 1 - Parametri della strutture (§2.4 e §3.2.2 DM 17/01/18)



## 2.1.e DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

### CALCESTRUZZO

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Rck:** resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm<sup>2</sup>]

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]

**G:** modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Poisson:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**γ:** peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]

**α:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

Descrizione	Rck	E	G	Poisson	γ	α
RCK250 LC1	250	273860	Default (124481.68)	0.1	0.0025	0.00001

### Curve di materiali c.a.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Curva:** curva caratteristica.

**Reaz.traz.:** reagisce a trazione.

**Comp.frag.:** ha comportamento fragile.

**E.compr.:** modulo di elasticità a compressione. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Incr.compr.:** incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.

**EpsEc:** ε elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

**EpsUc:** ε ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

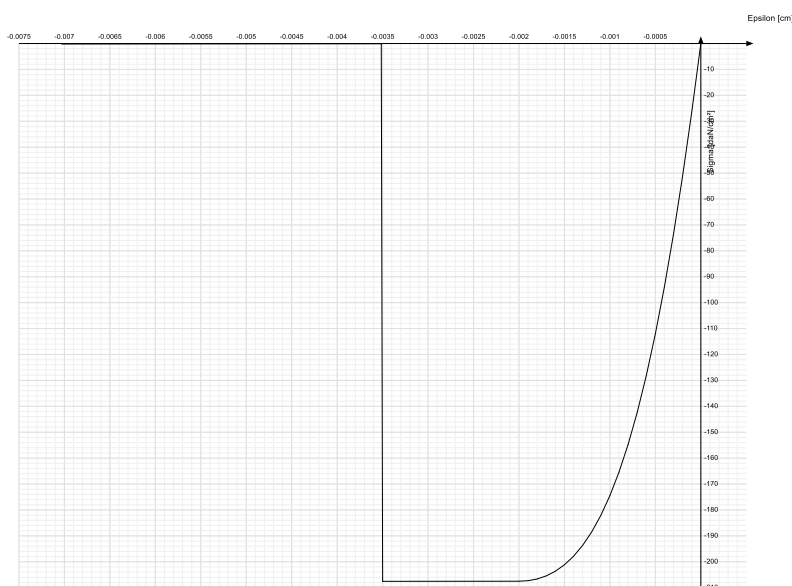
**E.traz.:** modulo di elasticità a trazione. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Incr.traz.:** incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.

**EpsEt:** ε elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

**EpsUt:** ε ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
RCK250 LC1	No	Si	273859.69	0.0001	-0.002	-0.0035	273859.69	0.0001	0.0000579	0.0000637



### ACCIAIO D'ARMATURA

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**fyk:** resistenza caratteristica. [daN/cm<sup>2</sup>]

**σamm.:** tensione ammissibile. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Tipo:** tipo di barra.

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]

**γ:** peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]

**Poisson:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**α:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

**Livello di conoscenza:** indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ. 02/02/09 n. 617 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.).

Descrizione	fyk	σamm.	Tipo	E	γ	Poisson	α	Livello di conoscenza
FeB38K LC1	3700	2150	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012	LC1 (FC = 1,35)

Per la definizione completa dei materiali e dei prodotti per uso strutturale, nonché dei requisiti di resistenza meccanica e di durabilità considerati si rimanda all'elaborato "3 – RELAZIONE SUI MATERIALI".



### **PARAMETRI DI CALCOLO**

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale. Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17.01.2018 e s.m. ed i.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) 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. 17.01.2018 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate;
- 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;



## 2.1.g INDICAZIONE DELLE PRINCIPALI COMBINAZIONI DELLE AZIONI

### DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI VARIABILI DOVUTO ALLE AZIONI ANTROPICHE

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17.01.2018 in funzione della destinazione d'uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti
- carichi orizzontali lineari

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale</b>			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	<b>Uffici</b>			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b>			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
	≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00	
Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
D	<b>Ambienti ad uso commerciale</b>			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	<b>Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale</b>			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	<b>Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)</b>			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	<b>Coperture</b>			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

\* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

\*\* per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.

Tabella 2 - Valore dei carichi di esercizio per le diverse categorie di edifici, Tab. 3.1. Il DM 17/01/18

## **ANALISI DEI CARICHI**

Le azioni sul fabbricato sono classificate secondo quanto riportato nel paragrafo 2.5.1 DM2018. In particolare sono stati considerati:

Carichi permanenti (G): agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione e hanno una variazione di intensità nel tempo piccola e lenta, tale da poterla considerare costante nel tempo. I carichi permanenti sono suddivisi in **G<sub>1</sub>** (carico permanente di tutti gli elementi strutturali, comprensivo del peso proprio) e in **G<sub>2</sub>** (carico permanente non strutturale e non compiutamente definito).

Carichi variabili (Q): azioni sulla struttura con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi tra loro nel tempo, in funzione della destinazione d'uso.

Carichi sismici (E): azioni derivanti da terremoti.

**Le condizioni di carico assunte per la progettazione sono costituite dalle reazioni alla base emerse dall'analisi della sovrastruttura nelle singole combinazioni di carico, opportunamente combinate con i carichi agenti a livello di fondazione secondo quanto indicato § 2.6.1 del D.M. 2018.**

Per la definizione dei carichi agenti sulla sovrastruttura e le reazioni derivanti alla base e sui collegamenti ai piani del fabbricato esistente si rimanda alle elaborazioni numeriche allegate (Relazione di calcolo strutturale 2.2.b)

**In aggiunta si sono considerati i seguenti carichi e sovraccarichi agenti a livello di fondazione:**

### FONDAZIONE

- Soletta in c.a.	250	kg/m <sup>2</sup>
- Riempimento con materiale inerte	900	kg/m <sup>2</sup>
- Peso tensostruttura	<u>1,20</u>	<u>kg/m<sup>2</sup></u>
	1151,2	kg/m <sup>2</sup>

### PRESSIONE INTERNA PROVENIENTE DALLA GUIDA DELLA CABINA

- Intervento paracadute sulle guide	<u>50</u>	<u>kg/m<sup>2</sup></u>
-------------------------------------	-----------	-------------------------

### PRESSIONE DEL VENTO

Si rimanda al calcolo allegato

### CARICO NEVE

Si rimanda al calcolo allegato

### MODELLAZIONE DELLE AZIONI

Vengono riportate le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte "2.6 – Azioni di progetto sulla costruzione".

I pesi propri sono considerati dal codice di calcolo direttamente considerando il peso degli elementi modellati, mentre i carichi portati e gli accidentali sono attribuiti mediante carichi di piano che scaricano sulle travi di piano. I carichi sismici, definiti gli spettri di progetto, sono valutati mediante analisi dinamica modale e valutazione delle masse attivate dall'evento sismico. Si rimanda al fascicolo allegato per i valori completi delle azioni considerate.

### COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17.01.2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 NTC 2018; queste sono:

- combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU) (2.5.1)
- combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili (2.5.2)
- combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili (2.5.3)
- combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4)

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle NTC 2018 sono state combinate in accordo a quanto definito al §2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Categoria/Azione variabile	$\psi_{0j}$	$\psi_{1j}$	$\psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	caso		
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 3 - Valori dei coefficienti di combinazione, Tab 2.5.I DM 17/01/18



## COMBINAZIONI

### Combinazioni allo stato limite ultimo

Per la situazione permanente e transitoria si verifica che l'azione sollecitante di calcolo  $E_d$  sia inferiore alla resistenza ultima di calcolo  $R_d$ .

Le azioni sollecitanti di calcolo vanno calcolate secondo la seguente formulazione:

$$\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1}Q_{k1} + \gamma_{q2} \psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{q3} \psi_{03} Q_{k3} + \dots$$

dove:

$G$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti;

$P$  è il valore caratteristico delle azioni di precompressione;

$Q_{k1}$  è il valore caratteristico dell'azione base di ogni combinazione;

$Q_{ki}$  sono i valori caratteristici delle azioni variabili tra loro indipendenti;

$\gamma_{G1}$  è il coefficiente di combinazione delle azioni permanenti;

$\gamma_{G2}$  è il coefficiente di combinazione delle azioni permanenti non strutturali;

$\gamma_P$  è il coefficiente di combinazione delle azioni di precompressione;

$\gamma_q$  è il coefficiente di combinazione delle azioni variabili;

$\psi_{0i}$  è il coefficiente di combinazione allo stato limite ultimo che tiene conto di valutazioni in senso statistico della contemporaneità della presenza dei carichi variabili.

### Combinazioni allo stato limite per condizione sismica

Nella condizione per sisma, le condizioni da che sono state esaminate sono:

- stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV) (sisma con 10% di probabilità di accadimento nel periodo di vita della struttura)

cioè a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

- stato limite ultimo di danno (SLD) (sisma 63% di probabilità di accadimento nel periodo di vita della struttura)

cioè a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

### Combinazioni per lo stato limite di salvaguardia della vita

Le azioni sollecitanti di calcolo sono state calcolate secondo la formulazione (punto 2.5.3. DM 17/01/2018):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \dots$$

dove:

$E$  è il valore dell'azione sismica per lo stato limite in esame;

$G_1$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti degli elementi strutturali;

$G_2$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti degli elementi non strutturali;

$P_k$  è il valore caratteristico delle azioni di precompressione;

$Q_{ki}$  sono i valori caratteristici delle azioni  $Q_i$ ;

$\psi_{2i}$  è il coefficiente che fornisce il valore quasi permanente dell'azione variabile  $Q_i$ .

### Combinazione per lo stato limite di danno

Le azioni sollecitanti di calcolo sono state calcolate e combinate secondo la formulazione del precedente paragrafo in accordo al punto 2.5.3 della DM 17/01/2018.

### Stato limite di esercizio

Per le verifiche di stati limite di esercizio si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

combinazione rara:

$$F_r = G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \sum(\psi_{0i} Q_{ki})$$

combinazione frequente:

$$F_f = G_1 + G_2 + P + \psi_{11}Q_{k1} + \sum(\psi_{2i} Q_{ki})$$

combinazione quasi permanente:

$$F_p = G_1 + G_2 + P + \sum(\psi_{2i} Q_{ki})$$

dove

$G_1$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti degli elementi strutturali;

$G_2$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti degli elementi non strutturali;

$P$  è il valore caratteristico della precompressione;

$\psi_{1i}$  è il coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;

$\psi_{2i}$  è il coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei

**Al fine di risalire alle sollecitazioni trasmesse in fondazione, sono state considerate le seguenti combinazioni di carico:**

- C1. Peso proprio tensostruttura + pressione interna + azione del vento;**
- C2. Peso proprio tensostruttura + pressione interna + carico neve**
- C3. Peso proprio tensostruttura + pressione interna + azione del vento + carico neve.**

Si deve considerare come in caso di neve deve essere azionato il riscaldamento per permettere che la neve che dovesse depositarsi sul telo si scioglia così da non creare carico. Qualora non fosse disponibile il riscaldamento, la membrana deve essere abbassata a livello del terreno.

Pertanto il suddetto carico non viene considerato in fase di calcolo e ci si limiterà a riportare la combinazione di calcolo C1.

**Si riportano di seguito i calcoli relativi alla determinazione delle reazioni alla base della sovrastruttura.**

## AZIONE DEL VENTO PAR. 3.3 NTC18

### DEFINIZIONE DEI DATI

zona:

2) Emilia Romagna



**Classe di rugosità del terreno:**

B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive. Lago (con larghezza pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinchè una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Nelle fasce entro i 40km dalla costa delle zone 1,2,3,4,5 e 6 la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

**a<sub>s</sub>** (altitudine sul livello del mare della costruzione):

42 [m]

**Distanza dalla costa**

10 [km]

**T<sub>R</sub>** (Tempo di ritorno):

10 [anni]

**Categoria di esposizione**

III

ZONE 1,2,3,4,5						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8		
A	--	IV
B	--	IV
C	--	III
D	I	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7		

ZONA 9	
A	I
B	I
C	I
D	I

### CALCOLO VELOCITA' DI RIFERIMENTO DEL VENTO §3.3.2.

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$	$C_a$
2	25	750	0,45	1,000

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

**$v_b$  (velocità base di riferimento) 25,00 m/s**

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

$c_r$  coefficiente di ritorno 0,90

**$v_r$  (velocità di riferimento) 22,58 m/s**

### PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO §3.3.6.

$q_r$  (pressione cinetica di riferimento [N/mq])

$$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3)$$

**Pressione cinetica di riferimento  $q_r$  318,62 [N/m²]**

### CALCOLO DEI COEFFICIENTI

Coefficiente dinamico [§3.3.8]

$c_d$

1,00

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

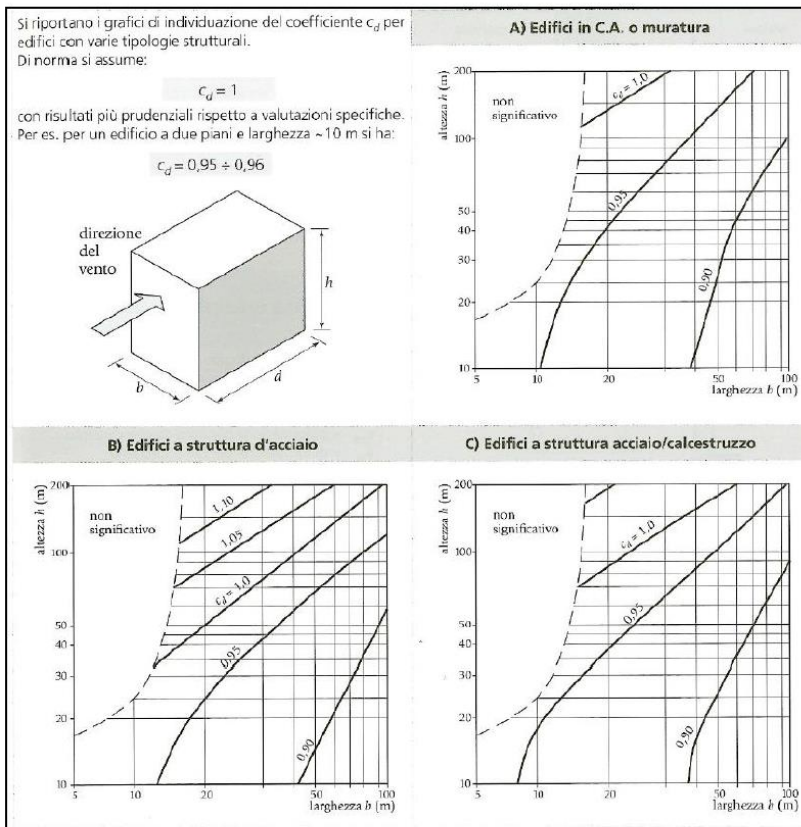
### Coefficiente di esposizione [§3.3.7]

Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito (e quindi dalla classe di rugosità del terreno) ove sorge la costruzione; per altezze non maggiori di  $z=200\text{m}$  valgono le seguenti espressioni

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

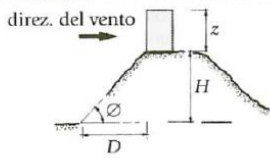
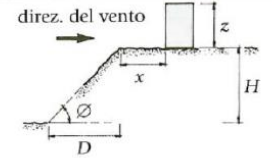
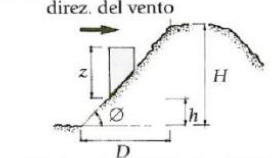
$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$





### Coefficiente Topografico (Orografico)

Il coefficiente topografico si assume di norma uguale ad 1, sia per zone pianeggianti, ondulate, collinose e montane. Nel caso di costruzioni che sorgono presso la sommità di colline o pendii isolati si procede nel modo seguente:

1	2	3
<b>Costruzioni ubicate sulla cresta di una collina</b>	<b>Costruzioni ubicate sul livello superiore</b>	<b>Costruzioni ubicate su di un pendio</b>
		
$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma$	$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma \cdot \left(1 - 0,1 \cdot \frac{x}{H}\right) \geq 1$	$c_t = 1 + \beta \cdot \gamma \cdot \frac{h}{H}$
<b>Coefficiente <math>\beta</math></b>		
per: $\frac{z}{H} \leq 0,75$	$0,75 \leq \frac{z}{H} \leq 2$	$\frac{z}{H} \geq 2$
$\beta = 0,5$	$\beta = 0,8 - 0,4 \cdot \frac{z}{H}$	$\beta = 0$
<b>Coefficiente <math>\gamma</math></b>		
per: $\frac{H}{D} \leq 0,10$	$0,10 < \frac{H}{D} \leq 0,30$	$\frac{H}{D} > 0,3$
$\gamma = 0$	$\gamma = 5 \left(\frac{H}{D} - 0,10\right)$	$\gamma = 1$

**Caso selezionato:**

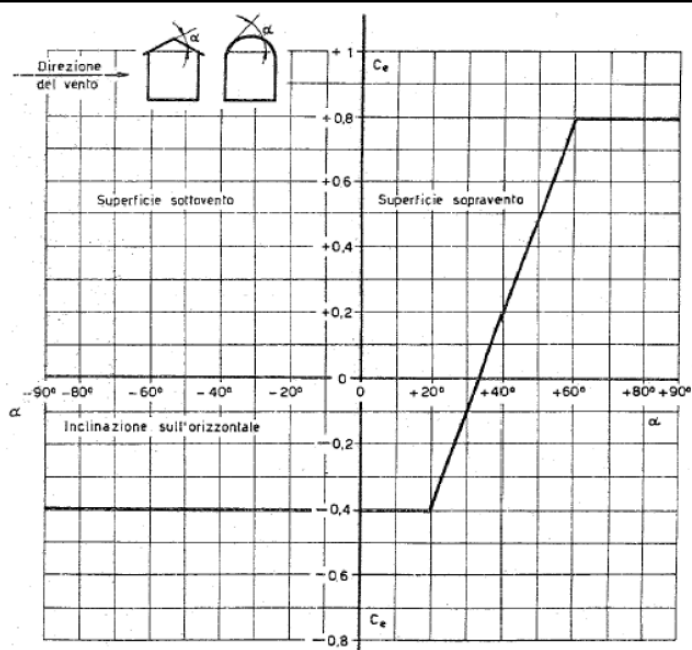
Condizione non isolata

Il coefficiente topografico vale:  $c_t$  **1,00**

## Coefficiente di forma

### Edifici a pianta rettangolare con coperture piane, a falde, inclinate, curve

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.



Costruzioni completamente stagne

In riferimento a quanto indicato dalla Circolare n° 617 del 02/02/2009 al punto C3.3.10.1, si è considerato:

- Per elementi sopravento con inclinazione sull'orizzontale  $\alpha \geq 60^\circ$   
 $C_{pe} = +0,8$ ;
- Per elementi sopravento con inclinazione sull'orizzontale  $20^\circ < \alpha < 60^\circ$   
 $C_{pe} = +0,03\alpha - 1$ ;
- Per elementi sopravento con inclinazione sull'orizzontale  $0^\circ < \alpha < 20^\circ$  e per elementi sottovento  
 $C_{pe} = -0,4$ .

**PRESSIONI DEL VENTO  $Q_{k1}$**

$c_t$	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
1	0,2	0,1	5

Tratto	$h_{sup}$ [m]	$\alpha^\circ$	$z_0$ [m]	$p_i$	$q_r$ [N/m <sup>2</sup> ]	x	i [m]	x	$c_e$	x	$c_p$	x	$c_d$	=	pressione del vento [kN/m <sup>2</sup> ]
AB	2,2	$\alpha^\circ =$	69	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	1,708	x	0,8	x	1	=	<b>0,44</b>
BC	5,03	$\alpha^\circ =$	53	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	1,711	x	0,59	x	1	=	<b>0,32</b>
CD	6,77	$\alpha^\circ =$	35	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	1,891	x	0,05	x	1	=	<b>0,03</b>
DE	7,94	$\alpha^\circ =$	25	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	1,990	x	-0,25	x	1	=	<b>-0,16</b>
EF	8,84	$\alpha^\circ =$	20	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	2,058	x	-0,4	x	1	=	<b>-0,26</b>
FG	9,49	$\alpha^\circ =$	14	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	2,104	x	-0,4	x	1	=	<b>-0,27</b>
GH	9,9	$\alpha^\circ =$	9	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	2,131	x	-0,4	x	1	=	<b>-0,27</b>
HI	10,1	$\alpha^\circ =$	5	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	2,144	x	-0,4	x	1	=	<b>-0,27</b>
IL	10,12	$\alpha^\circ =$	1	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	2,145	x	-0,4	x	1	=	<b>-0,27</b>
LM	10,12	$\alpha^\circ =$	1	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	2,145	x	-0,4	x	1	=	<b>-0,27</b>
MN	10,1	$\alpha^\circ =$	5	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	2,144	x	-0,4	x	1	=	<b>-0,27</b>
NO	9,9	$\alpha^\circ =$	9	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	2,131	x	-0,4	x	1	=	<b>-0,27</b>
OP	9,49	$\alpha^\circ =$	14	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	2,104	x	-0,4	x	1	=	<b>-0,27</b>
PQ	8,84	$\alpha^\circ =$	20	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	2,058	x	-0,4	x	1	=	<b>-0,26</b>
QR	7,94	$\alpha^\circ =$	25	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	1,990	x	-0,4	x	1	=	<b>-0,25</b>
RS	6,77	$\alpha^\circ =$	35	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	1,891	x	-0,4	x	1	=	<b>-0,24</b>
ST	5,03	$\alpha^\circ =$	55	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	1,711	x	-0,4	x	1	=	<b>-0,22</b>
TU	1,45	$\alpha^\circ =$	69	$p_i =$	318,62	x	1,00	x	1,708	x	-0,4	x	1	=	<b>-0,22</b>

## AZIONE DELLA NEVE PAR. 3.4 NTC18

### 1.DEFINIZIONE DEI DATI

Il carico di riferimento neve al suolo, per località poste a quota  $a_s \leq 1500$  m s.l.m., non dovrà essere assunto minore di quello indicato in tabella, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. Per altitudini  $a_s \geq 1500$  m s.l.m. si dovrà fare riferimento a valori statistici locali utilizzando comunque valori non inferiori a quelli previsti per 1500m

1.1  $a_s$  (altitudine sul livello del mare): 42 [m]

1.2 zona: Zona I - Mediterranea

<p><b><u>Zona I - Alpina</u></b> Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Vicenza</p>	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$
<p><b><u>Zona I - Mediterranea</u></b> Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forli-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese</p>	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$
<p><b><u>Zona II</u></b> Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona</p>	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$
<p><b><u>Zona III</u></b> Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia-Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo</p>	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$



Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare si fa riferimento alle condizioni locali di clima e di esposizione utilizzando comunque valori di carico neve non inferiori a quelli previsti per 1500 m.  
 Per un'opera di nuova realizzazione in fase di costruzione o per le fasi transitorie relative ad interventi sulle costruzioni esistenti, il periodo di ritorno dell'azione si riduce come di seguito specificato:  
 - per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto non superiore a tre mesi, si assumerà  $TR \geq 5$  anni;  
 - per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto compresa fra tre mesi d un anno, si assumerà  $TR \geq 10$  anni.

## 2 CALCOLO DEL CARICO NEVE AL SUOLO

$q_{sk}$  valore caratteristico della neve al suolo **1,50** [kN/m<sup>2</sup>]

## 3 CALCOLO DEI COEFFICIENTI

### 3.1 Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione deve essere utilizzato per modificare il valore del carico della neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Normalmente si adotta  $C_E=1$ . Si riportano in tabella i coefficienti consigliati per le diverse classi di topografia.

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
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti.	1,1

#### 3.1.1 Classe di topografia:

Normale

#### Il coefficiente di esposizione vale:

$C_E$  **1,00**

### 3.2 Coefficiente termico

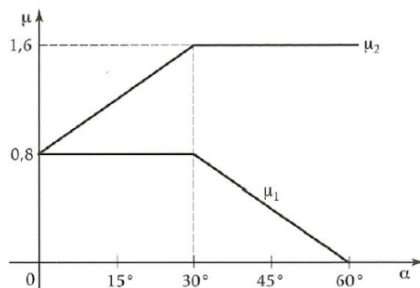
Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1$ .

#### Il coefficiente topografico vale:

$C_t$  **1,00**

### 3.2 Coefficiente di forma

#### 3.2.3 Legge di variazione del coefficiente di forma:



$\mu_1 (\alpha_1)$	<b>0,00</b>
$\mu_1 (\alpha_2)$	<b>0,80</b>
$\mu_2 (\alpha)$	<b>1,60</b>

	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60$
$\mu_1 (\alpha)$	0,80	$0.8(60-\alpha)/30$	0,00
$\mu_2 (\alpha)$	$0.8+0,8 \alpha/30$	1,60	0,00



**CARICO NEVE  $Q_k$**

Tratto	$\alpha^\circ$		$q_s$	$\mu$		$q_{sk}$ [kN/m <sup>2</sup> ]		$i$ [m]		$c_e$		$c_t$		carico neve [kN/m <sup>2</sup> ]
AB	$\alpha^\circ =$	69	$q_s =$	0,00	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>0,00</b>
BC	$\alpha^\circ =$	53	$q_s =$	0,19	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>0,28</b>
CD	$\alpha^\circ =$	35	$q_s =$	0,67	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>1,00</b>
DE	$\alpha^\circ =$	25	$q_s =$	0,80	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>1,20</b>
EF	$\alpha^\circ =$	20	$q_s =$	0,80	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>1,20</b>
FG	$\alpha^\circ =$	14	$q_s =$	0,80	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>1,20</b>
GH	$\alpha^\circ =$	9	$q_s =$	0,80	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>1,20</b>
HI	$\alpha^\circ =$	5	$q_s =$	0,80	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>1,20</b>
IL	$\alpha^\circ =$	1	$q_s =$	0,80	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>1,20</b>
LM	$\alpha^\circ =$	1	$q_s =$	0,80	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>1,20</b>
MN	$\alpha^\circ =$	5	$q_s =$	0,80	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>1,20</b>
NO	$\alpha^\circ =$	9	$q_s =$	0,80	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>1,20</b>
OP	$\alpha^\circ =$	14	$q_s =$	0,80	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>1,20</b>
PQ	$\alpha^\circ =$	20	$q_s =$	0,80	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>1,20</b>
QR	$\alpha^\circ =$	25	$q_s =$	0,80	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>1,20</b>
RS	$\alpha^\circ =$	35	$q_s =$	0,67	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>1,00</b>
ST	$\alpha^\circ =$	55	$q_s =$	0,13	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>0,20</b>
TU	$\alpha^\circ =$	69	$q_s =$	0,00	x	1,5	x	1,00	x	1,00	x	1,00	=	<b>0,00</b>

Si riportano di seguito i calcoli delle azioni risultanti alla base.

**COMBONAZIONE DI CARICO 1**

$G_1 + Qk_1$

Tratto	L [m]	$V_{Qi}$		pvento [kN/m <sup>2</sup> ]		$V_{Gi}$		$P_p$ [kN/m <sup>2</sup> ]		$P_{int}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	=	p [kN/m <sup>2</sup> ]
AB	0,83	1,5	x	0,44	+	1,3	x	0,012	+	-0,49	=	<b>0,178</b>
BC	2,16	1,5	x	0,32	+	1,3	x	0,012	+	-0,49	=	<b>0,008</b>
CD	2,52	1,5	x	0,03	+	1,3	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,429</b>
DE	2,52	1,5	x	-0,16	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,716</b>
EF	2,52	1,5	x	-0,26	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,872</b>
FG	2,52	1,5	x	-0,27	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,880</b>
GH	2,52	1,5	x	-0,27	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,885</b>
HI	2,52	1,5	x	-0,27	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,888</b>
IL	1,00	1,5	x	-0,27	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,888</b>
LM	1,00	1,5	x	-0,27	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,888</b>
MN	2,52	1,5	x	-0,27	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,888</b>
NO	2,52	1,5	x	-0,27	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,885</b>
OP	2,52	1,5	x	-0,27	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,880</b>
PQ	2,52	1,5	x	-0,26	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,872</b>
QR	2,52	1,5	x	-0,25	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,858</b>
RS	2,52	1,5	x	-0,24	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,839</b>
ST	2,52	1,5	x	-0,22	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,805</b>
TU	2,52	1,5	x	-0,22	+	1	x	0,012	+	-0,49	=	<b>-0,804</b>

Tratto	L [m]	$\alpha$ [°]	p [kN/m <sup>2</sup> ]	p x L [kN/m]	VEd [kN/]	HEd [kN]
AB	0,83	69	0,178	0,148	0,053	0,138
BC	2,16	53	0,008	0,017	0,011	0,014
CD	2,52	35	-0,429	-1,082	-0,886	-0,620
DE	2,52	25	-0,716	-1,804	-1,635	-0,762
EF	2,52	20	-0,872	-2,196	-2,064	-0,751
FG	2,52	14	-0,880	-2,218	-2,152	-0,537
GH	2,52	9	-0,885	-2,231	-2,204	-0,349
HI	2,52	5	-0,888	-2,238	-2,229	-0,195
IL	1	1	-0,888	-0,888	-0,888	-0,016
<b>RISULTANTI IN A</b>					<b>-11,994</b>	<b>-3,078</b>

Tratto	L	$\alpha$	p	p x L	VEd	HEd
	[m]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[kN/]	[kN]
LM	1	1	-0,888	-0,888	-0,888	-0,016
MN	2,52	5	-0,888	-2,238	-2,229	-0,195
NO	2,52	9	-0,885	-2,231	-2,204	-0,349
OP	2,52	14	-0,880	-2,218	-2,152	-0,537
PQ	2,52	20	-0,872	-2,196	-2,064	-0,751
QR	2,52	25	-0,858	-2,163	-1,961	-0,914
RS	2,52	35	-0,839	-2,116	-1,733	-1,213
ST	2,52	55	-0,805	-2,029	-1,164	-1,662
TU	2,52	69	-0,804	-2,027	-0,726	-1,893
<b>RISULTANTI IN U</b>					<b>-15,121</b>	<b>-7,530</b>

## DEFINIZIONE DEI CARICHI LINEARI APPLICATI IN FONDAZIONE

**Nome:** nome identificativo della definizione di carico.

**Valori:** valori associati alle condizioni di carico.

**Condizione:** condizione di carico a cui sono associati i valori.

**Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.

**Fx i.:** valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [daN/cm]

**Fx f.:** valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [daN/cm]

**Fy i.:** valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [daN/cm]

**Fy f.:** valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [daN/cm]

**Fz i.:** valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [daN/cm]

**Fz f.:** valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [daN/cm]

**Mx i.:** valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [daN]

**Mx f.:** valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [daN]

**My i.:** valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [daN]

**My f.:** valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [daN]

**Mz i.:** valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [daN]

**Mz f.:** valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [daN]

Nome	Condizione	Valori											
		Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
Reazioni alla base A.1	Pesi strutturali	0	0	0	0	-3.8	-3.8	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	-9	-9	0	0	0	0	0	0
	Vento A1	-3.1	-3.1	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0
	Vento A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vento U1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reazioni alla base U.1	Pesi strutturali	0	0	0	0	-3.8	-3.8	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	-9	-9	0	0	0	0	0	0
	Vento A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vento A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vento U1	7.5	7.5	0	0	15.1	15.1	0	0	0	0	0	0
Reazioni alla base A.2	Pesi strutturali	0	0	0	0	-3.8	3.8	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	-9	-9	0	0	0	0	0	0
	Vento A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vento A2	0	0	3.1	3.1	12	12	0	0	0	0	0	0
	Vento U1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reazioni alla base U.2	Pesi strutturali	0	0	0	0	-3.8	-3.8	0	0	0	0	0	0
	Permanenti portati	0	0	0	0	-9	-9	0	0	0	0	0	0
	Vento A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vento A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vento U1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vento U2	0	0	-7.5	-7.5	15.1	15.1	0	0	0	0	0	0

**COMBINAZIONE DELLE AZIONI CONSIDERATE IN FASE DI MODELLAZIONE**

**Condizioni elementari di carico**

- Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.
- Nome breve:** nome breve assegnato alla condizione elementare.
- Durata:** descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).
- Psi0:** coefficiente moltiplicatore  $\psi_0$ . Il valore è adimensionale.
- Psi1:** coefficiente moltiplicatore  $\psi_1$ . Il valore è adimensionale.
- Psi2:** coefficiente moltiplicatore  $\psi_2$ . Il valore è adimensionale.
- Var.segno:** descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	Psi0	Psi1	Psi2	Var.segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanententi portati	Port.	Permanente				
Vento A1	Vento A1	Media	0.6	0.2	0	
Vento A2	Vento A2	Media	0.6	0.2	0	
Vento U1	Vento U1	Media	0.6	0.2	0	
Vento U2	Vento U2	Media	0.6	0.2	0	
$\Delta T$	$\Delta T$	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	X SLV					
Sisma Y SLV	Y SLV					
Sisma Z SLV	Z SLV					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EY SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	EX SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EY SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	EX SLD					
Rig. Ux	R Ux					
Rig. Uy	R Uy					
Rig. Rz	R Rz					

**Combinazioni di carico**

- Nome:** E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.
- Nome breve:** E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.
- Pesi:** Pesi strutturali
- Port.:** Permanententi portati
- Vento A1:** Vento A1
- Vento A2:** Vento A2
- Vento U1:** Vento U1
- Vento U2:** Vento U2
- $\Delta T$ :**  $\Delta T$
- X SLD:** Sisma X SLD
- Y SLD:** Sisma Y SLD
- Z SLD:** Sisma Z SLD
- EY SLD:** Eccentricità Y per sisma X SLD
- EX SLD:** Eccentricità X per sisma Y SLD
- X SLV:** Sisma X SLV
- Y SLV:** Sisma Y SLV
- Z SLV:** Sisma Z SLV
- EY SLV:** Eccentricità Y per sisma X SLV
- EX SLV:** Eccentricità X per sisma Y SLV
- R Ux:** Rig. Ux
- R Uy:** Rig. Uy
- R Rz:** Rig. Rz

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

**Famiglia SLU**

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento A1	Vento A2	Vento U1	Vento U2	$\Delta T$
1	SLU 1	1	0.8	1	0	1	0	0
2	SLU 2	1	0.8	0	1	0	1	0

**Famiglia SLE rara**

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento A1	Vento A2	Vento U1	Vento U2	$\Delta T$
1	SLE RA 1	1	1	0.67	0	0.67	0	0
2	SLE RA 2	1	1	1	0.67	0	0.67	0

**Famiglia SLE frequente**

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento A1	Vento A2	Vento U1	Vento U2	$\Delta T$
1	SLE FR 1	1	1	0.67	0	0.67	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0.67	0	0.67	0

**Famiglia SLE quasi permanente**

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento A1	Vento A2	Vento U1	Vento U2	$\Delta T$
1	SLE QP 1	1	1	0.67	0	0.67	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0	0.67	0	0.67	0



**Famiglia SLD**

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento A1	Vento A2	Vento U1	Vento U2	$\Delta T$	X SLD	Y SLD	Z SLD	EY SLD	EX SLD
1	SLD 1	1	1	0	0	0	0	0	-0.001	0	0	-0.001	0

**Famiglia SLV**

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Vento A1	Vento A2	Vento U1	Vento U2	$\Delta T$	X SLV	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV
1	SLV 1	1	1	0	0	0	0	0	-0.001	0	0	-0.001	0

**Famiglia Calcolo rigidità torsionale/flessionale di piano**

Il nome compatto della famiglia è CRTFP.

Nome	Nome breve	R Ux		R Uy		R Rz	
Rig. Ux+	CRTFP Ux+	1		0		0	0
Rig. Ux-	CRTFP Ux-	-1		0		0	0
Rig. Uy+	CRTFP Uy+	0		1		0	0
Rig. Uy-	CRTFP Uy-	0		-1		0	0
Rig. Rz+	CRTFP Rz+	0		0		1	0
Rig. Rz-	CRTFP Rz-	0		0		0	-1

## **2.1.h INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI UTILIZZATO**

Tra i metodi di analisi sismica previsti dalla normativa tecnica si è scelto di procedere con un'analisi statica lineare con la quota di zero sismico posizionata in corrispondenza della struttura di fondazione, in quanto l'azione orizzontale sulla platea, a meno di fondazioni su più piani, è ininfluente. Tale scelta è dettata dalla necessità di esecuzione delle verifiche geotecniche anche in campo sismico.

### ***GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI***

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. Le sollecitazioni ottenute sulle travi per i carichi verticali direttamente agenti sono stati confrontati con semplici schemi a trave continua. Per gli elementi inflessi di tipo bidimensionale si è provveduto a confrontare i valori ottenuti dall'analisi FEM con i valori di momento flettente ottenuti con gli schemi semplificati della Tecnica delle Costruzioni. Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato esito positivo; il programma infatti prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione.

Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa.

### ***Rappresentatività del modello***

La rappresentatività dei risultati ottenuti è in primo luogo assicurata dal metodo adottato, che è il Metodo degli Elementi Finiti, che non richiede delle significative semplificazioni del modello strutturale. Tale metodo ha permesso infatti di rappresentare tutte le particolarità strutturali con l'opportuna adeguatezza. Tra queste, citando solo le principali, gli impalcati rigidi nel proprio piano, la connessione di dimensioni finite tra elementi, l'interazione con il suolo, la distribuzione delle masse, i vincoli e le disconnessioni di vincolo tra elementi. In questa struttura non vi sono variazioni di stato nel tempo o per fasi costruttive e quindi si è adottato un unico modello, benché il programma di calcolo adottato avrebbe facilmente permesso di considerare fasi evolutive della struttura. Il modello strutturale utilizzato corrisponde inoltre alla concezione e alle esigenze di analisi poiché il programma di calcolo adottato per trattarlo consente una completa verifica e diagnosi sul modello stesso di elementi finiti, non avendo fasi intermedie di automazione che possano rendere poco identificabile il modello adottato.

## 2.1.i CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE INDAGATI IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA

### PARAMETRI DI CALCOLO

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale. Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17.01.2018 e s.m. ed i.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) 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. 17.01.2018 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate;
- 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;
- la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (SLD) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica
- robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani.
- Per quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

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  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

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

Tabella 4 – Probabilità di superamento legata ad ogni stato limite

## 2.1.j CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO

Il software di calcolo utilizzato è **SISMICAD 12.13**, un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre-processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

### **SPECIFICHE TECNICHE**

Denominazione del software: SismiCad 12.13

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 15, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 12.12

Versione regolarmente licenziata

### **AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI**

A corredo del software **SismiCad 12.13** è stata fornita una esauriente documentazione costituita, in parte da esempi i cui risultati sono stati confrontati con semplici calcolazioni svolte negli stessi, in parte da esempi noti reperiti in letteratura i cui risultati sono confrontati con quelli ottenuti in SismiCad. Sono inoltre stati forniti anche tutti i file di input necessari a riprodurre le elaborazioni contenute negli esempi.

Avendo esaminato l'insieme degli esempi forniti dalla software house e avendo riprodotto l'elaborazione degli stessi, mediante i file di input forniti, è quindi possibile riscontrarne l'assoluta affidabilità e l'idoneità al caso di analisi oggetto della presente relazione.

Di seguito si riporta inoltre la lettera di accompagnamento del software che attesta quanto sopra descritto.

Come previsto al punto 10.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 17.01.2018 l'affidabilità del codice utilizzato è stata 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.

I casi di prova interamente risolti e commentati Ed i file di input comprovanti l'affidabilità del codice utilizzato, sono visionabili sul sito [www.studiotecnicomassari.it](http://www.studiotecnicomassari.it), al seguente link:

[http://www.studiotecnicomassari.it/home/index.php/component/docman/cat\\_view/34-allegati.html](http://www.studiotecnicomassari.it/home/index.php/component/docman/cat_view/34-allegati.html)



Concrete S.r.l. via della Pieve, 19 - 35121 Padova - P.IVA 02238670264 - Tel. 049 8754720 - Fax: 0498755234 - [www.concrete.it](http://www.concrete.it) - e-mail: [info@concrete.it](mailto:info@concrete.it)

Padova, 29/09/2008

In applicazione di quanto richiesto al punto 10.2. del D.M. 14-01-08 si allegano alcuni casi di prova riproducibili dall'utilizzatore del software per il controllo ed il riscontro dell'affidabilità e robustezza del codice. Alcuni esempi sono confrontati con semplici calcolazioni svolte direttamente negli esempi; in altri invece si confrontano i risultati ottenuti in SismiCad con esempi noti reperiti in letteratura. Per facilitare la riproduzione, da parte dell'utilizzatore del software, degli esempi svolti vengono forniti, nell'installazione del software, gli esempi realizzati.

CONCRETE srl

## 2.1.k STRUTTURE GEOTECNICHE O DI FONDAZIONE

L'opera oggetto di progettazione strutturale ricade nel territorio comunale di **Santarcangelo di Romagna (RN)**.

L'esatta individuazione del sito è riportata nei grafici di progetto.

D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Statica non lineare (pushover) Verifiche geotecniche Vento Neve

Generali Tipologia Analisi Suolo Torsione accidentale Analisi elastica Spettri

Tipo di costruzione: 2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari

Vn: Default (50)

Classe d'uso: II

Località: Rimini, Santarcangelo Di Romagna, Santarcangelo  
 Latitudine ED50 44.0645° (44° 3' 52")  
 Longitudine ED50 12.4497° (12° 26' 59")  
 Altitudine s.l.m. 40,83 m

Vr: Default (50)

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	Ag/g	Fo	Tc*(s)
SLO	Default (81)	30	Default (0,052)	Default (2,449)	Default (0,27)
SLD	Default (63)	50	Default (0,0664)	Default (2,455)	Default (0,282)
SLV	Default (10)	475	Default (0,1844)	Default (2,498)	Default (0,3)
SLC	Default (5)	975	Default (0,2413)	Default (2,503)	Default (0,312)

La struttura viene classificata come "esistente" (vedi § 8) essendo presenti elementi strutturali con materiali aventi Livello di conoscenza > Nuovo.

OK Annulla

D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Statica non lineare (pushover) Verifiche geotecniche Vento Neve

Generali Tipologia Analisi Suolo Torsione accidentale Analisi elastica Spettri

Categoria del suolo: C Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati

SLO

Ss orizzontale SLO: Default (1.5000)

Tb orizzontale SLO: Default (0.146)

Tc orizzontale SLO: Default (0.437)

Td orizzontale SLO: Default (1.808)

SLD

Ss orizzontale SLD: Default (1.5000)

Tb orizzontale SLD: Default (0.150)

Tc orizzontale SLD: Default (0.450)

Td orizzontale SLD: Default (1.865)

SLV

Ss orizzontale SLV: Default (1.4236)

Tb orizzontale SLV: Default (0.156)

Tc orizzontale SLV: Default (0.469)

Td orizzontale SLV: Default (2.338)

SLC

Ss orizzontale SLC: Default (1.3376)

Tb orizzontale SLC: Default (0.161)

Tc orizzontale SLC: Default (0.482)

Td orizzontale SLC: Default (2.565)

Verticale

Ss verticale: Default (1.0000)

Tb verticale: Default (0.050)

Tc verticale: Default (0.150)

Td verticale: Default (1.000)

Categoria topografica: T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione

St: Default (1.00)

OK Annulla

Figura 11 - Schermate del programma di calcolo riassuntive dei parametri di analisi utilizzati

## APPROCCIO PROGETTUALE UTILIZZATO

Nel calcolo è stato considerato l'**Approccio 2** (Combinazione unica A1+M1+R3) secondo quanto previsto al § 6.4.2 del D.M. 2018

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0



Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Analizzando il tipo intervento previsto, in particolare i risultati emersi dalla modellazione che manifestano valori di pressioni in fondazione limitate, e la presenza di uno studio geologico di sito nelle vicinanze dell'intervento in oggetto, si è ritenuto non necessario eseguire una relazione geologica sul terreno di proprietà.

Il sito oggetto d'intervento è stato inoltre oggetto di precedente studio geologico (anno 2015) allegato **alla Pratica Sismica n. 52 del 16/10/2015**, relativa ad intervento locale inerente la ristrutturazione dell'impianto sportivo di base denominato "Circolo Tennis Marino Casalboni", di cui il sottoscritto risulta aver rivestito la figura di **Progettista Strutturale e Direttore Lavori**.

Come descritto, i dati riportati in relazione geotecnica e utilizzati nel calcolo di portanza e cedimenti sono stati desunti da indagine geologica eseguita su area limitrofa al sito oggetto di intervento e in particolare la relazione geologica risulta allegata **alla Pratica Sismica n. 55 P.G.N. 29840 del 04/11/2015** di cui il sottoscritto risulta aver rivestito la figura di **Progettista Strutturale e Direttore Lavori**.

In particolare, l'immobile oggetto del presente intervento risulta ubicato in viale Della Resistenza 1, mentre il sito relativo alle indagini geologiche preso a riferimento per la presente relazione risulta collocato in via Cà Fabbri, angolo via Piadina. Di seguito si riporta immagine satellitare da cui si evince il contesto territoriale.



Figura 12 – Immagine satellitare del sito oggetto d'intervento

Come visibile dall'immagine sopra riportata, i due interventi distano tra loro poche centinaia di metri. Lo scrivente ritiene pertanto di poter considerare attendibili i elementi forniti dalla suddetta prova, anche in considerazione dei dati emersi dalla cartografia geologica della Regione Emilia Romagna, dai quali si evince come entrambi i siti appartengano alla stessa tessitura litologica di deposito di origine sabbiosa. In particolare l'intera fascia costiera risulta caratterizzata da un terreno di origine sabbiosa catalogato all'unità AES8 denominata "Subsistema di Ravenna" con tessitura comprendente orizzonti litologici costituiti da una tessitura limo argillosa sabbiosa - piana alluvionale.

Si riporta di seguito stralcio della Cartografia Geologica Regionale da cui è possibile individuare l'intera fascia costiera caratterizzata dalla stessa struttura litologica.

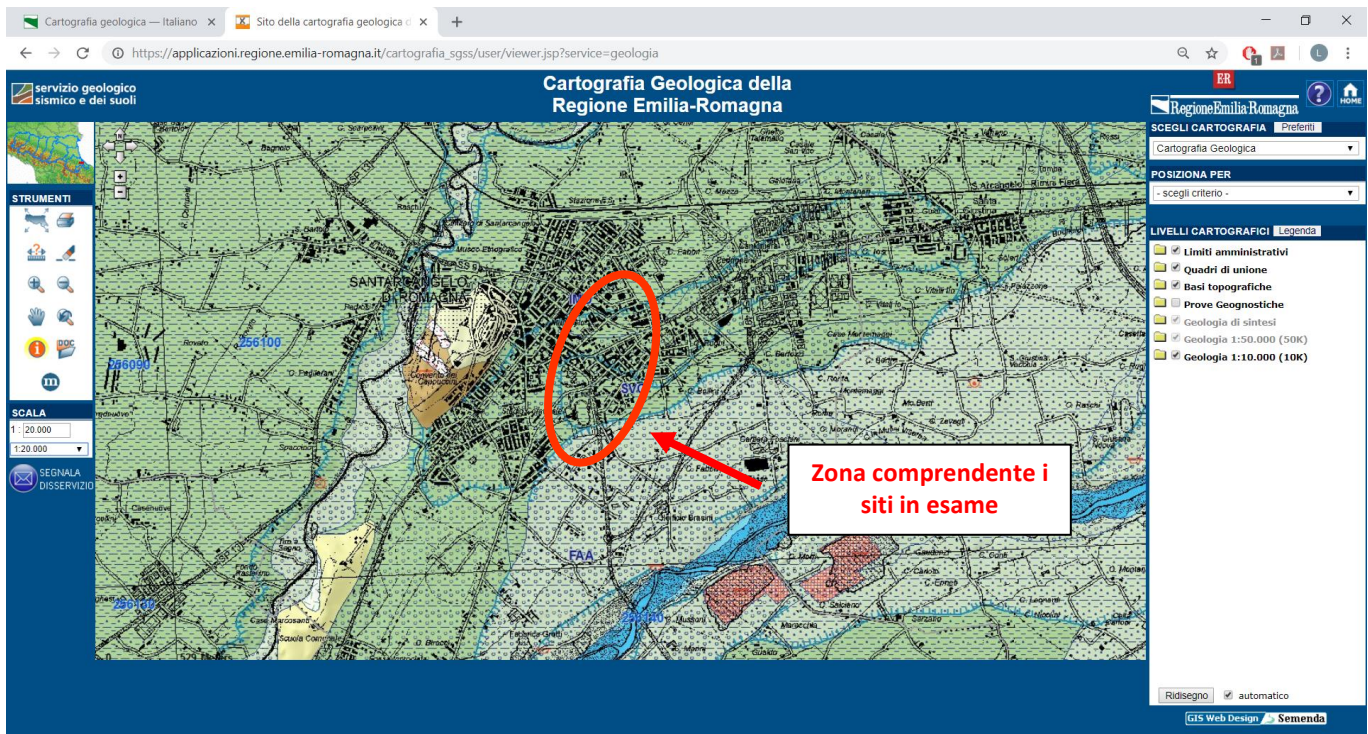


Figura 13 – Stralcio carta geologica del sito oggetto d'intervento

Riepilogando la struttura geologica del sito oggetto d'intervento è stata desunta a partire da:

- **Studio geologico eseguito in loco – Pratica sismica n. 52 del 16/10/2015;**
- **Studio geologico eseguito su area limitrofa – Pratica sismica n. 55 del 04/11/2015.**

Per la consultazione completa delle verifiche geotecniche eseguite (calcolo di portanza e dei cedimenti) si rimanda al fascicolo "6.2 – Relazione Geotecnica" allegato.

## **2.1.I INDICAZIONE DELLA CATEGORIA DI INTERVENTO PREVISTO**

La tipologia di intervento del fabbricato in oggetto è classificata come:

### **INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO**

**L'intervento nella sua complessità così come descritto e progettato viene considerato un intervento tale per il quale si renda necessario l'adeguamento della porzione esistente in quanto sussiste il presupposto richiamati al punto 8.4.3 del DM 17/01/2018, ovvero:**

- **Si amplia la costruzione mediante opere strutturalmente connesse e tali da alterne significativamente la risposta.**

**Pertanto in base al punto 8.4 ed in base ai punti 8.4.1, 8.4.2 e 8.4.3 del D.M. 17/01/2018 l'intervento in oggetto è classificabile come "INTERVENTO DI ADEGUAMENTO" delle fondazioni esistenti e nuova costruzione di tensostruttura.**

Il presente progetto riguarda la verifica di sicurezza delle strutture di fondazione esistenti, mentre la progettazione e verifica dell'intera sovrastruttura sarà eseguito a seguito aggiudicazione di appalto.

La valutazione della sicurezza eseguita sulla base di quanto indicato al punto 8.3 del D.M. 17/01/2018, ha evidenziato come le strutture di fondazioni esistenti, allo stato di fatto, risultino idonee a resistere alle sollecitazioni derivanti dalle combinazioni di azioni previste dalla attuali norme tecniche, trasmesse dalla sovrastruttura.

**Le suddette fondazioni risultano, pertanto, già adeguate senza la necessità di eseguire alcun intervento.**



## DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA ESISTENTE

Sulla base delle informazioni disponibili e in seguito a rilievo geometrico-strutturale eseguito in loco, è stato conseguito il seguente livello di conoscenza del fabbricato esistente:

- **LIVELLO DI CONOSCENZA LC1 (CONOSCENZA LIMITATA)**

La Circolare 617 del 02/02/2009 al §C8A.1.B.3 riporta:

“LC1: Conoscenza limitata

Geometria: la geometria della struttura è nota o in base a un rilievo o dai disegni originali. In quest’ultimo caso viene effettuato un rilievo visivo a campione per verificare l’effettiva corrispondenza del costruito ai disegni. I dati raccolti sulle dimensioni degli elementi strutturali saranno tali da consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo ad un’analisi lineare.

Dettagli costruttivi: i dettagli non sono disponibili da disegni costruttivi e sono ricavati sulla base di un progetto simulato eseguito secondo la pratica dell’epoca della costruzione. È richiesta una limitata verifica in-situ delle armature e dei collegamenti presenti negli elementi più importanti. I dati raccolti saranno tali da consentire verifiche locali di resistenza.

Proprietà dei materiali: non sono disponibili informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei materiali, né da disegni costruttivi né da certificati di prova. Si adottano valori usuali della pratica costruttiva dell’epoca convalidati da limitate prove in-situ sugli elementi più importanti.

La valutazione della sicurezza nel caso di conoscenza limitata viene in genere eseguita mediante metodi di analisi lineare statici o dinamici.”

Tabella C8A.1.2 – Livelli di conoscenza in funzione dell’informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1		Progetto simulato in accordo alle norme dell’epoca e limitate verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell’epoca e limitate prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Disegni costruttivi incompleti con limitate verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con limitate prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con limitate verifiche in situ oppure esaustive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in-situ	Tutti	1.00

Il fattore di confidenza corrispondente, utilizzato come coefficiente parziale di sicurezza, è **FC = 1,35**.

In riferimento a quanto indicato nella Circolare n° 617 del 02/02/2009 il livello di conoscenza del fabbricato esistente è stato conseguito mediante i seguenti punti:

- **GEOMETRIA:**  
Rilievo geometrico-strutturale;
- **DETTAGLI COSTRUTTIVI:**  
Verifiche in situ limitate, basate su sondaggio eseguito in sito, e riferimento ai valori usuali della pratica costruttiva dell'epoca;
- **PROPRIETA' DEI MATERIALI:**  
Indagini in situ limitate sulle proprietà dei materiali (prove sclerometriche) e riferimento ai valori usuali della pratica costruttiva dell'epoca.

#### **ANALISI STORICO CRITICA**

Le fondazioni esistenti risalgono da precedente progetto di realizzazione di copertura pressostatica per il medesimo impianto sportivo, avente stessa tipologia e geometria della tensostruttura oggetto del presente intervento.

Il suddetto progetto risulta risalente all'anno 2001.

Da un attento esame di tutte le strutture è stato possibile accertare un buon stato di conservazione e l'assenza di sintomatologia denunciante cedimenti ed assestamenti pregiudizievoli per la stabilità.

#### **RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE**

Il sistema di fondazione presenta una pianta rettangolare di dimensioni pari 38,33 x 38,72, e risulta costituito da doppie travi rovesce perimetrali in c.a aventi sezione 60x40 cm e 30x50 cm, e platea d'irrigidimento.

Il collegamento sovrastruttura-fondazione verrà realizzato mediante barre filettate  $\phi 16$  disposte con passo di 50 cm e fissate alle membrane di copertura tramite anelli metallici esistenti.

**Descrizioni dei degradi e dei dissesti.** Premesso che le indicazioni sui dissesti derivano principalmente dall'osservazione delle fessurazioni e delle lesioni presenti negli elementi portanti, la struttura in questione si presenta in uno stato di conservazione buono, non si riscontrano meccanismi di danno innescati da insufficienze strutturali o di fondazione o ancora da eventi sismici passati.

**Durante il rilievo dell'opera non si sono riscontrate vulnerabilità particolari.**

#### **DETTAGLI COSTRUTTIVI**

Sono state eseguite limitate verifiche in sito al fine di rilevare la disposizione e il quantitativo delle armature presenti. Si riportano di seguito immagini fotografiche attestanti la disposizione delle armature e la rappresentazione grafica di quanto emerso dal sondaggio eseguito.

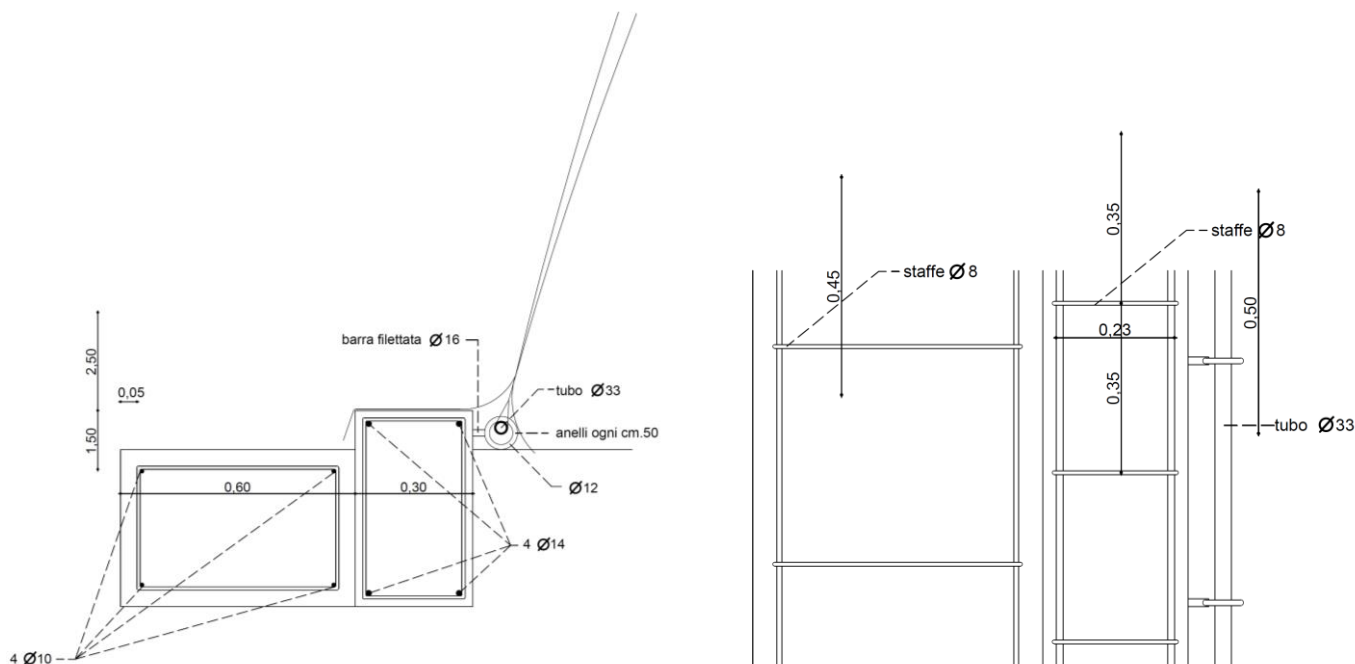


Figura 14 - Armature cordolo di fondazione



Figura 15 - Armature cordolo di fondazione





### CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

Attestata la mancata disponibilità di informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei materiali da disegni esecutivi o certificati di prova, sono stati adottati i valori usuali della pratica costruttiva dell'epoca opportunamente confrontati dai risultati di prove in-situ sugli elementi strutturali.

In particolare sono state eseguite prove di carattere sclerometrico per la classificazione del calcestruzzo costituente gli elementi di fondazione.

Di seguito si riportano i risultati emersi relativamente alla caratterizzazione meccanica dei materiali.

### INDAGINI SUL CALCESTRUZZO

Mediante prove slecrometriche è stato possibile determinare la classe di resistenza del calcestruzzo.

Per l'esecuzione della prova sclerometrica è stato utilizzato uno sclerometro per calcestruzzo tipo "N", matricola "A88305" della ditta Volmos, verificato, durante tutte le operazioni di prova, su un incudine di taratura della ditta Volmos.

Lo sclerometro consiste in una massa battente scorrevole su un'asta guida che riceve un'energia potenziale dalla tensione di una mola calibrata. La massa, battendo sul puntale, rimbalza in modo proporzionale alla durezza superficiale dell'agglomerato. Un indicatore viene trascinato dal movimento di rimbalzo della massa lungo una scala graduata, fornendo così il valore di rimbalzo (indice di rimbalzo). La superficie di prova è stata preventivamente pulita e spianata con pietra abrasiva.

In particolare la resistenza a compressione è legata all'indice di rimbalzo dalla seguente relazione:

$$R_c = A \cdot N^B$$

Dove

$R_c$ : resistenza a compressione [MPa];

$N$ : indice di rimbalzo;

$A$  e  $B$ : coefficienti di taratura, ottenuti dal confronto con prove dirette.

I risultati ottenuti, possono, eventualmente, essere moltiplicati per opportuni coefficienti, per tener conto dell'età del calcestruzzo e dell'umidità al momento della prova.



Tabella 5 - Caratterizzazione meccanica del calstruzzo costituente le travi di fondazione

*Sulla base di quanto emerso dai risultati di prova e in funzione della pratica costruttiva dell'epoca di costruzione, si considera la seguente classe di calcestruzzo:*

- **CALCESTRUZZO Rck250.**

I valori da considerare in fase di calcolo si ottengono applicando ai parametri soprariportati il fattore di confidenza associato al livello di conoscenza raggiunto relativamente a geometria, materiali e dettagli costruttivi (FC =1,35).

#### **INDAGINI SULL'ACCIAIO D'ARMATURA**

Ai fini delle verifiche relative all'intervento **data la mancata possibilità di eseguire saggi diretti delle armature esistenti, in fase di verifica è stata considerata la presenza di acciaio FeB38k in riferimento ai materiali usuali secondo la pratica dell'epoca della costruzione.**

## 2.1.m DEFINIZIONE DELLE PROPRIETA' MECCANICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI LE STRUTTURE INTERESSATE

In riferimento all'intervento oggetto della presente relazione vengono, di seguito, definite le caratteristiche dei materiali della porzioni del fabbricato esistente interessate dall'intervento stesso.

### CALCESTRUZZO

Tipologia strutturale:	<b>Balconi ai piani</b>
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	25 N/mm <sup>2</sup> (250 daN/cm <sup>2</sup> )
Condizioni ambientali:	Strutture interne ed esterne non esposte con umidità moderata.
Classe di esposizione:	XC2

Tabella 6 - Caratteristiche del calcestruzzo esistente

CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO - Rck 25 MPa – LC1		
Resistenza a Compressione (11.2.10.1 D.M.17/01/20118)		
Resistenza a compressione cubica caratteristica - Rck	25	MPa
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica - fck [11.2.1]	20,75	MPa
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo - fcd [4.1.4]	11,76	MPa
Resistenza a compressione cilindrica media - fcm [11.2.2]	29	MPa
Resistenza a Trazione (11.2.10.2 D.M.17/01/2018)		
Resistenza media a trazione semplice assiale - fctm [11.2.3.a]	2,21	MPa
Resistenza a trazione semplice assiale frattile al 5% - fctk (11.2.10.2 )	1,5	MPa
Resistenza a trazione semplice assiale frattile al 95% (11.2.10.2)	2,9	MPa
Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo - fctd [4.1.5]	1,03	MPa
Resistenza media a trazione per flessione - fctm [11.2.4]	3,65	MPa
Modulo Elastico (11.2.10.3 D.M.14/01/2008)		
Modulo elastico istantaneo - Ecm [11.2.5]	30200	MPa
Coefficiente di Poisson (11.2.10.4 D.M.14/01/2008)		
Coefficiente di Poisson per calcestruzzo non fessurato - ni	0,2	/
Coefficiente di dilatazione termica (11.2.10.5 D.M.14/01/2008)		
Coefficiente di dilatazione termica medio	10 x 10 <sup>-6</sup>	°C <sup>-1</sup>

Tabella 7 - Caratteristiche meccaniche calcestruzzo Rck 250

I valori da considerare in fase di calcolo si ottengono applicando ai parametri soprariportati il fattore di confidenza associato al livello di conoscenza raggiunto relativamente a geometria, materiali e dettagli costruttivi (FC =1,35).

## ACCIAIO D'ARMATURA

Acciaio in barre ad aderenza migliorata di tipo FeB38K caratterizzato da una tensione di rottura non inferiore a 450 N/mm<sup>2</sup>; da una tensione di snervamento non inferiore a 375 N/mm<sup>2</sup> e da un allungamento totale a carico massimo non inferiore al 14%.

La normativa prevede che per l'acciaio FeB38K la tensione di snervamento  $f_{yk}$  viene divisa per il coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio  $\gamma_{ms} = 1,15$  secondo la formula:

- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{ms}$

CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO PER BARRE D'ARMATURA – FeB38K (2.2.3.1 DM 09/01/1996)		
Tensione nominale di snervamento - $f_{y,nom}$ [tab. 11.3.la]	375	MPa
Tensione nominale di rottura - $f_{t,nom}$ [tab. 11.3.la]	540	MPa
Tensione caratteristica di snervamento - $f_{yk}$ [11.3.la]	375	MPa
Resistenza di calcolo dell'acciaio - $f_{yd}$ [4.1.6]	326	MPa
Coefficiente parziale di sicurezza - $\gamma_s$	1.15	

*Tabella 8 - Caratteristiche dell'acciaio per cemento armato FeB38K*

I valori da considerare in fase di calcolo si ottengono applicando ai parametri soprariportati il fattore di confidenza associato al livello di conoscenza raggiunto relativamente a geometria, materiali e dettagli costruttivi (FC = 1,35).



## **2.1.n RISULTATI SIGNIFICATIVI EMERSI PRE-POST INTERVENTO**

Si è proceduto alla determinazione delle caratteristiche di sollecitazione delle strutture più significative, in particolare, per la struttura oggetto di intervento in c.a. sono state effettuate le seguenti verifiche: murari:

- **Verifica a flessione (4.1.2.3.4.2 DM 17/01/2018);**
- **Verifica a taglio (4.1.2.3.5.2 DM 17/01/2018);**
- **Verifica di capacità portante (6.4.2.1DM 17/01/2018).**

Sulla base delle analisi svolte, l'intervento in oggetto non risulta tale da indurre significative variazioni delle condizioni statiche e di sicurezza delle fondazioni esistenti fabbricato esistente.

In particolare i carichi indotti dalla sovrastruttura, che si prevede verrà installata, risultano tali da indurre sollecitazioni sulle travi di fondazione inferiori alla resistenza dei singoli elementi, valutata in riferimento ai fattori di confidenza commisurati al livello di conoscenza raggiunto.

Dal punto di vista geotecnico, inoltre, le pressioni risultanti in fondazione risultano inferiori alla portata limite del terreno.

**Pertanto il sistema di fondazione esistente risulta verificato e adeguato a resistere alle combinazioni di azioni previste dall'attuale D.M. 2018.**

**Non risulta necessario alcun intervento ulteriore.**

Si allega prospetto riassuntivo che dimostra il grado di sicurezza raggiunto per ogni elemento strutturale nella VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA AL CAP. 8.

## **2.2. SVILUPPO TABULATI DI CALCOLO E VERIFICHE LOCALI**

Si rimanda alla Documentazione allegata relativa ai Tabulati di Calcolo (2.2).

IL PROGETTISTA STRUTTURALE