



# COMUNE DI CONCESIO

PROVINCIA DI BRESCIA

Progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori sulla base del progetto definitivo di ampliamento e ristrutturazione con demolizione della sede municipale

CUP: D45E20005980006

CIG: 9552151C5C

R.U.P: Arch. Flavia Gusberti

## RESPONSABILE INTEGRAZIONE DISCIPLINE SPECIALISTICHE

Arch. Giovanni Albani

### PROGETTO OPERE ARCHITETTONICHE

Arch. Nicola Cuoco

Arch. Anna Cuomo

### PROGETTO STRUTTURALE

Ing. Maurizio Colasante

Ing. Vincenzo Bisogno (collaboratore)

### PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

Ing. Stefano Greco

### PROGETTO IMPIANTO MECCANICI

Ing. Antonio Salza

### COORDINAMENTO SICUREZZA IN PROGETTAZIONE

Arch. Giovanni Albani

### GEOLOGIA

Dott. Geol. Antonio Cuomo

## RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI



#### Sede Legale:

Nocera Superiore (SA), Via J.F. Kennedy, 2 - 84015

C.F./P. IVA 05721420650

Tel. +39 08118088196 - Fax +39 0815142899

E-mail: info@gruppoverifica.it

WEB: www.gruppoverifica.it

Ing. Antonio Salza

#### Sede Legale:

Ariano Irpino (AV) Via Gaudiello 23/A

C.F./ Partita IVA: 01561550649

## Elaborato ELABORATI STRUTTURALI RELAZIONE Relazione tecnica generale e di calcolo

cod. commessa	opera	doc. e prog.	fase	rev.
2 3 E 1 6 0 0 8	0 2	P R 0 2	_ 1	2

File Name: 23E16008_02_PR02_12.PDF				SCALA:	
2	Progetto Esecutivo	28/02/2024			
1	Progetto Esecutivo	05/02/2024			
0	Progetto Esecutivo	02/11/2023	COLASANTE	CUOCO	ALBANI
Rev.	Descrizione	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## Indice generale

### RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

- **DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA**
- **GIUDIZIO MOTIVATO ACCETTABILITA' DEI RISULTATI**
- **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**
- **CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**
- **MODELLO DI CALCOLO**
- **INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA**
  - NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....
  - REFERENZE TECNICHE (CAP. 12 D.M. 17.01.2018).....
  - MISURA DELLA SICUREZZA .....
  - MODELLI DI CALCOLO.....
- **AZIONI SULLA COSTRUZIONE**
  - AZIONI AMBIENTALI E NATURALI.....
  - DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE.....
  - AZIONE SISMICA.....
  - AZIONI DOVUTE AL VENTO .....
  - AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA .....
  - NEVE.....
  - AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI.....
  - COMBINAZIONI DI CALCOLO .....
  - COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE.....
- **TOLLERANZE**
- **DURABILITÀ**
- **PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO**

## RELAZIONE TECNICA GENERALE E DI CALCOLO

**OGGETTO:** Realizzazione di una paratia provvisoria quale elemento di sostegno per la ristrutturazione con demolizione della sede Municipale nel comune di Concesio(BS)

Per una immediata comprensione delle condizioni sismiche, si riporta il seguente:

### RIEPILOGO PARAMETRI SISMICI

Vita Nominale	50
Classe d'Uso	4
Categoria del Suolo	C
Categoria Topografica	1
Latitudine del sito oggetto di edificazione	45.60699
Longitudine del sito oggetto di edificazione	10.21631

### 1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Trattasi della realizzazione di una paratia di sostegno provvisoria adiacente al nuovo edificio che verrà adibito a Municipio del Comune di Concesio, da costruirsi in Piazza Paolo IV n°1, Concesio (BS). In Figura 1 si individua l'edificio oggetto di nuova realizzazione.



Figura 1- Individuazione edificio di nuova realizzazione

Prima della realizzazione del nuovo corpo di fabbrica (fase I), considerando che il corpo A insisterà su una superficie maggiore rispetto a quella dell'edificio

esistente, sorge la necessità di eseguire una paratia di sostegno provvisoria che servirà a contrastare i cedimenti che potrebbe subire il corpo centrale termica e quota parte del cortile. Il fronte di scavo infatti avrà una profondità di circa 3,00 m, pertanto la paratia avrà una lunghezza di 7,00 m di cui 4 infissi ed uno sviluppo longitudinale di 11,70 m come da figura 7. Il diametro dei pali sarà di 40 cm con interasse 45 cm. In testa tali pali saranno collegati da cordolo in c.a. 50x50 cm. Si precisa che l'estradosso del cordolo della suddetta opera coinciderà con quello della fondazione esistente dell'edificio che risulta essere come da rapporto di prova RDP 416-2021 nastriforme di circa 70 cm di larghezza per 120 cm di altezza. Pertanto in fase di calcolo il carico è stato traslato di circa 100 cm rispetto il Piano Campagna così da poter al meglio schematizzare le tensioni che sviluppa l'edificio sul terreno adiacente alla paratia.

Il calcolo della paratia è stato effettuato considerando un sovraccarico a monte prodotto dal corpo di fabbrica esistente di 2500 kg/mq.

Di seguito si propone l'analisi dei carichi :

**Piano terra**

Carichi strutturali  $q_s = 300 \text{ kg/mq}$

Carichi permanenti  $q_p = 280 \text{ kg/mq}$

Carichi accidentali  $q_a = 300 \text{ kg/mq}$

**Piano Primo**

Carichi strutturali  $q_s = 300 \text{ kg/mq}$

Carichi permanenti  $q_p = 280 \text{ kg/mq}$

Carichi accidentali  $q_a = 300 \text{ kg/mq}$

**Copertura**

Carichi strutturali  $q_s = 300 \text{ kg/mq}$

Carichi permanenti  $q_p = 200 \text{ kg/mq}$

Carichi accidentali  $q_a = 100 \text{ kg/mq}$

Incidenza peso struttura circa 140 kg/mq

Pertanto il sovraccarico considerato nel calcolo è di circa **2.500,00 kg/mq**

Tale sovraccarico incide su di una fascia d'influenza pari allo sveltamento della paratia (3,00 m) da cui è stato decurtato lo spessore della fondazione dell'edificio

adiacente (circa 1,00 m). Dunque la condizione che schematizza in maniera più reale le tensioni prodotte dall'edificio sul terreno risulta quella per cui a quota di -1,00 m dal piano campagna (imposta fondazioni edificio) si sviluppa un sovraccarico pari a  $2.500 \text{ kg/mq} \times 2,00 \text{ m} = \mathbf{5.000 \text{ kg/ml}}$

Tale sovraccarico è stato disposto a circa 0,35 m dal fronte della paratia in quanto viene applicato nel centro delle fondazioni con base di 0,70 m.

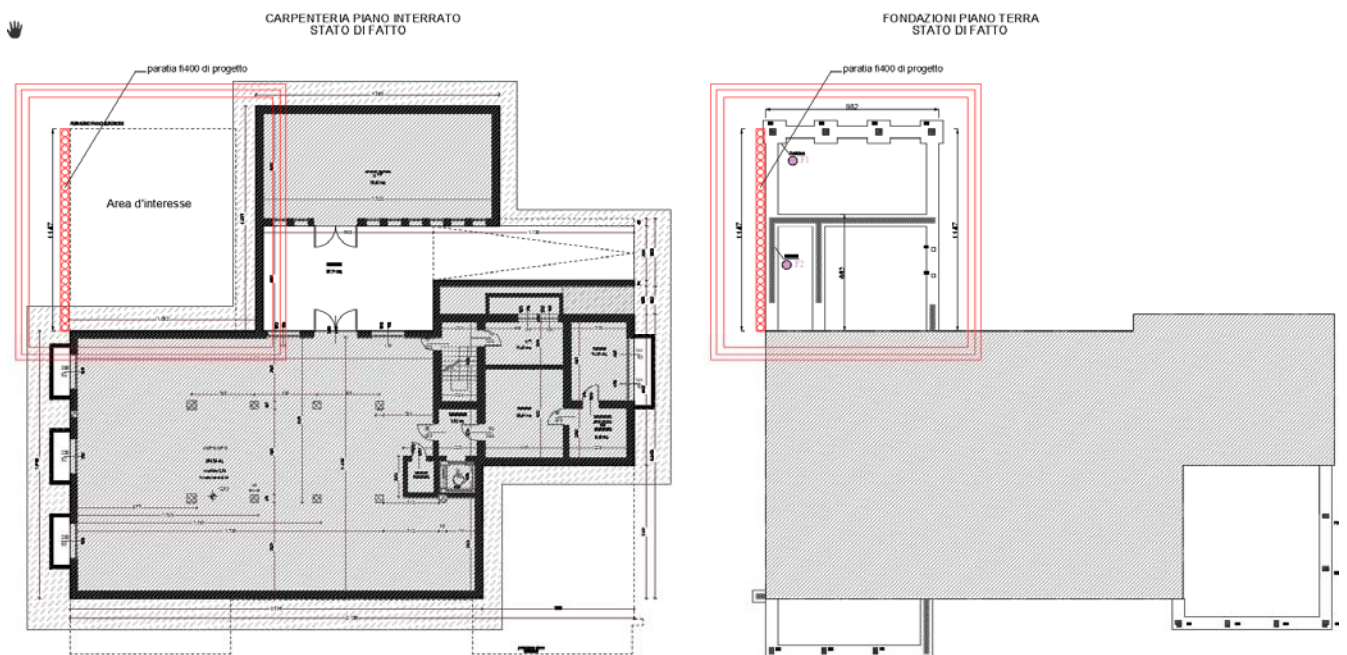
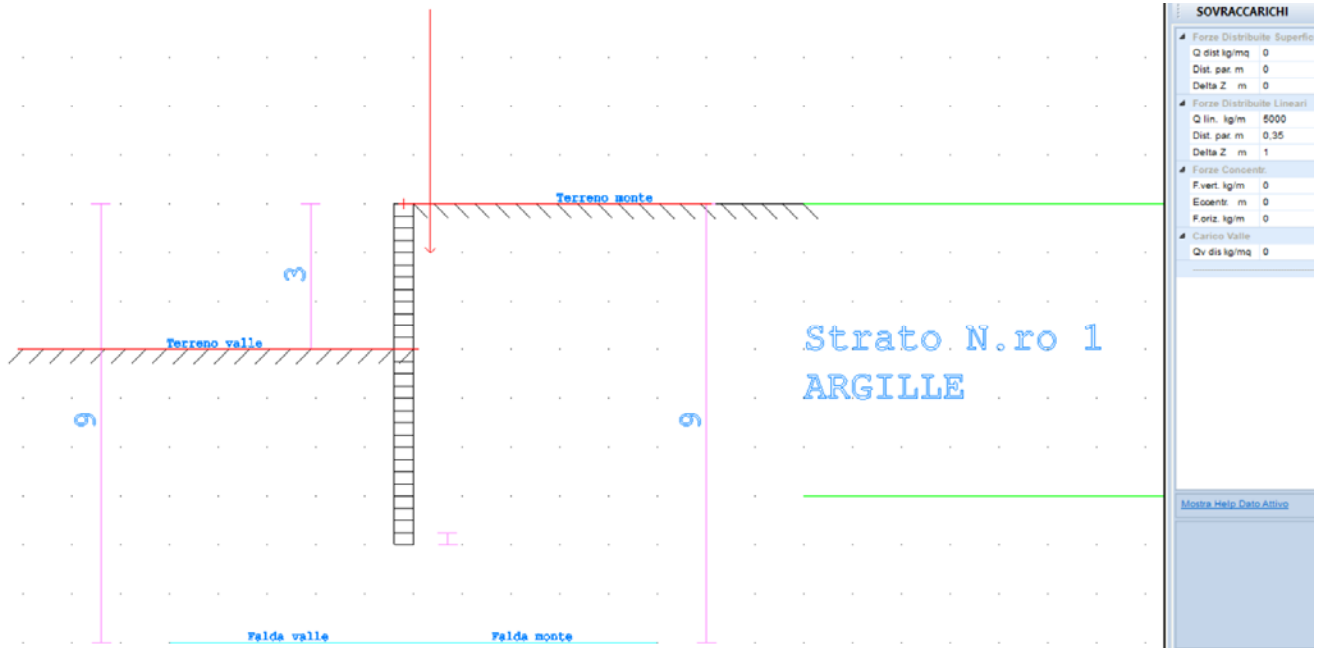


Figura 2 – Planimetria stato di fatto con individuazione paratia

- ❖ Si precisa che il seguente calcolo è stato effettuato a vantaggio di sicurezza tenendo conto anche del carico sismico in quanto durante l'esecuzione dei lavori non è da escludere che possa verificarsi un evento sismico tale da pregiudicare la funzionalità della parte dell'edificio adiacente. Pertanto anche se la norma per opere provvisoriale permette di trascurare tale effetto, in fase di progettazione se ne è voluto tener conto.

## 2. GIUDIZIO MOTIVATO ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

- ❖ I cedimenti verticali attesi del terreno a monte come da tabella allegata, si esplicano fino ad una distanza massima orizzontale di 3,96 m dal fronte della paratia. Per Ced.x = 0 si intende il cedimento verticale a ridosso della paratia, per Ced.x = 1/4 si intende il cedimento verticale ad 1/4 della distanza massima (3,96 m) quindi a 0,99 m e così per i Ced.x 2/4 e Ced.x 3/4.

CEDIMENTI VERTICALI TERRENO DI MONTE							
Tipo di Analisi	Comb. N.ro	Volume (mc)	DistMax (m)	Ced.x=0 mm	Ced.1/4 mm	Ced.2/4 mm	Ced.3/4 mm
SLU M1	1	0,091	3,96	72,4	52,0	23,1	5,8
SLU M1	2	0,085	3,96	65,6	48,1	21,4	5,3
SLU M2	1	0,097	3,96	78,3	55,3	24,6	6,1
SLU M2	2	0,132	3,96	113,0	74,8	33,3	8,3
RARA	1	0,054	3,96	24,9	16,9	10,7	3,4
FREQ.	1	0,054	3,96	24,9	16,9	10,7	3,4
PERM.	1	0,054	3,96	24,9	16,9	10,7	3,4

- ❖ I cedimenti pertanto a nostro parere risultano essere tali da non pregiudicare la funzionalità ed operatività dell'edificio adiacente in quanto a 0,99 m (Ced.x = 1/4) dalla paratia giungono a circa 16,9 mm.

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1											
Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)
0,25	20,25	0,50	19,12	0,75	17,99	1,00	16,86	1,25	15,74	1,50	14,61
1,50	14,61	1,75	13,49	2,00	12,38	2,25	11,28	2,50	10,19	2,75	9,13
2,75	9,13	3,00	8,11	3,25	7,12	3,50	6,19	3,75	5,31	4,00	4,50
4,00	4,50	4,25	3,75	4,50	3,07	4,75	2,45	5,00	1,91	5,25	1,42
5,25	1,42	5,50	0,99	5,75	0,61	6,00	0,26	6,25	-0,05	6,50	-0,35
6,50	-0,35	6,75	-0,63	7,00	-0,91						

- ❖ Anche per i cedimenti orizzontali del manufatto vale la stessa considerazione. Ossia che la quota da considerare non è quella pari a 0,25 m ma risulta quella subito sotto l'imposta di fondazione dell'edificio ossia a circa 1,00 m e pertanto a questa quota lo spostamento orizzontale per la condizione frequente risulta essere di 16,86 mm sicuramente accettabile.

### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'edificio in oggetto, si utilizzeranno i seguenti materiali:

#### **Paratia provvisoria**

- Calcestruzzo paratia C25/30
- Acciaio da armatura B450C

I coefficienti di sicurezza dei materiali adottati in sede di dimensionamento e verifica per gli elementi in c.c.a. e in acciaio sono quelli riportati nel Capitolo 4 del D.M. 17/01/2018, "Norme tecniche per le costruzioni".

#### 3.1 DURABILITA'

La durabilità è intesa come la capacità dell'opera di resistere ai fenomeni aggressivi durante la sua vita utile mantenendo inalterate le funzionalità per la quale è stata progettata. In particolare, per le costruzioni in c.a. risulta necessaria la definizione della classe di esposizione.

La struttura in esame è stata associata ad una condizione ambientale **Ordinaria**.

Relativamente alle **opere di fondazione**, per poter garantire un adeguato livello di durabilità sono stati definiti i seguenti parametri:

- Calcestruzzo: C25/30;
- Classe di esposizione: XC2;
- Classe di consistenza: S4.

Si riportano nel seguito le valutazioni eseguite per la valutazione del ricoprimento di calcestruzzo minimo (copriferro) secondo la normativa vigente. In particolare, essendo la struttura caratterizzata da una vita nominale pari a 50 anni sono stati considerati direttamente i valori da tabella C4.1.IV.

Tabella C4.1.IV - Copriferrì minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da cap. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C <sub>min</sub>	C <sub>0</sub>	ambiente	C > C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>0</sub>	C > C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>0</sub>	C > C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>0</sub>	C > C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>0</sub>
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

I valori da tabella dovranno essere aumentati di 10 mm dovuti alle tolleranze di posa. Si ottiene di conseguenza un valore di ricoprimento pari a 30 mm.

#### 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la definizione delle caratteristiche del terreno sul quale sorgerà il manufatto si è fatto riferimento alla relazione geologica redatta, da parte del Dott. Geol. Antonio Cuomo.

In particolare l'unità geotecnica interessata dalle fondazioni superficiali della struttura in oggetto è caratterizzata come di seguito riportato:

N° Strato	Intervallo di spessore (m)	Parametri da prove in sito		Parametri da prove laboratorio								Parametri da prove sismiche					
		Da SPT		Peso vol. nat. $\gamma_{nat}$ (KN/m <sup>3</sup> )	Prove taglio diretto		Triassiale UU			Prova edometrica			M.A.S.W.		H.V.S.R.		
		Angolo attrito $\phi$ (°) min → max	Angolo attrito $\phi$ (°) medio per strato		$\phi$ (°)	C' (KN/m <sup>2</sup> )	Cu (KN/m <sup>2</sup> )			Mod.Ed. (KN/m <sup>2</sup> )			Vsh (m/s)	Cat. suolo	Frequenza risonanza sito (Hz)		
I	Da 0 a -0,5 - -1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	Da -0,5 - -1,0 a -7,0	24° - 26°	25°	18,9	20° [**]	0	31,4	82,2	57,0	2667	5027	3847	339	C	1,1		
III	Da -7 a -15,5	32° - 35°	33°	19,2	30° [**]	0	74,6	77,7	76,2	5678	6340	6009					

[\*] Il valore risulta eccessivamente cautelativo, pertanto si consiglia di non considerarlo nella determinazione dei valori caratteristici.  
 [\*\*] I tre punti della prova di taglio (sondaggio carotaggio 2) presentano una dispersione accentuata. L'angolo  $\phi$  è stato ottenuto mediante due interpolazioni separate: sono stati interpolati prima i punti 1 e 2 e poi i punti 1 e 3, in modo da mediare, cautelativamente, la dispersione tra di essi.

Le condizioni di amplificazione sismica (litologica e morfologica) NTC 2018 risultano essere le seguenti: categoria di sottosuolo **C** e categoria topografica **T1**.

#### 5. ANALISI DEI CARICHI

La paratia è stata calcolata considerando un sovraccarico a monte prodotto dal corpo di fabbrica esistente di 2500 kg/mq e trasformato in 5000 kg/ml a ridosso della paratia considerando i 2,00 m di area d'influenza partendo a quota -1,00 m dal P.c.

## 6. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA

### NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M 17/01/2018 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;  
Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018;

### REFERENZE TECNICHE (Cap. 12 D.M. 17.01.2018)

- UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 206-1:2016 - 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

### MISURA DELLA SICUREZZA

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E..

La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni 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 successive modifiche ed integrazioni.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) 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 (S.L.E.) 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 (S.L.D.) 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.

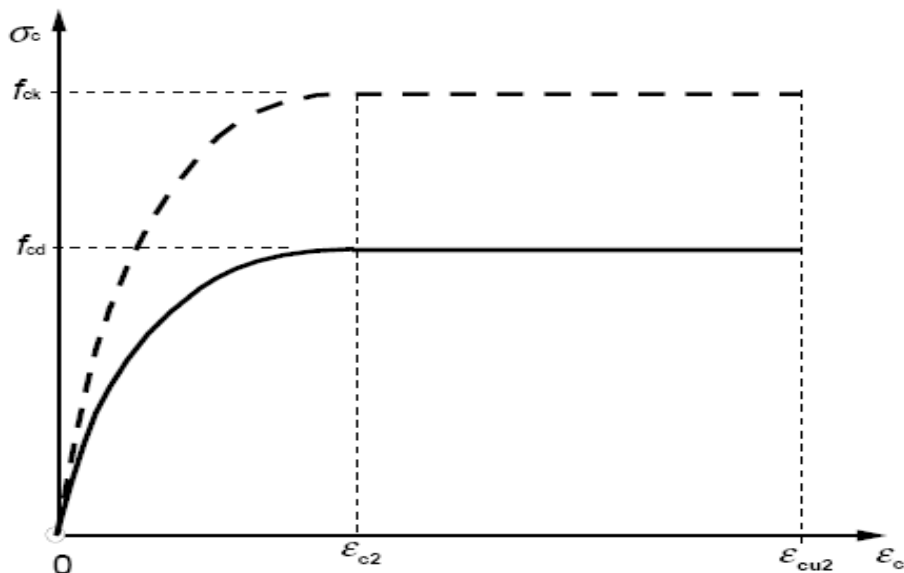
### MODELLI DI CALCOLO

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17/01/2018.

**Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 17/01/18 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.**

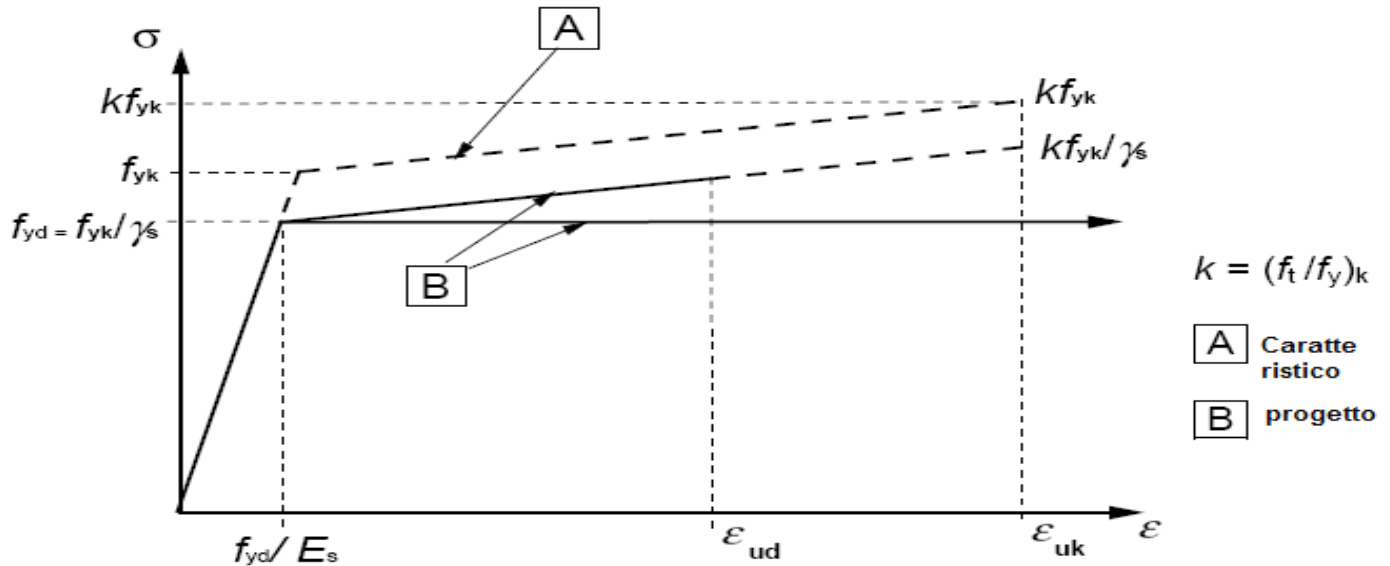
La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



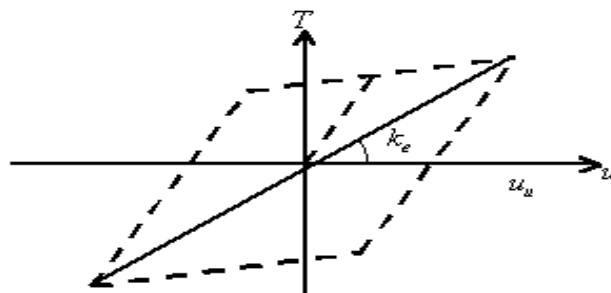
**Legame costitutivo di progetto parabolarettangolo per il calcestruzzo.**

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



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

- legame rigido plastico per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e elastico lineare per quelle di classe 3 e 4;
- legame elastico lineare per le sezioni in legno;
- legame elasto-viscoso per gli isolatori.



**Legame costitutivo per gli isolatori.**

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

## 7. AZIONI SULLA COSTRUZIONE

### AZIONI AMBIENTALI E NATURALI

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 (S.L.O.)
- Stato Limite di Danno (S.L.D.)

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (S.L.V.)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (S.L.C.)

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 $P_{VR}$ :		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 17/01/2018 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale del fabbricato;
- Classe d'Uso del fabbricato;
- Categoria del Suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 17/01/18 e dalla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

### DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE 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       $q_k$  [kN/m<sup>2</sup>]
- carichi verticali concentrati                       $Q_k$  [kN]
- carichi orizzontali lineari                          $H_k$  [kN/m]

**Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici**

Categ.	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, 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, ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥4,00	≥4,00	≥2,00
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, 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	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di		
		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 categoria 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

I valori nominali e/o caratteristici  $q_k$ ,  $Q_k$  ed  $H_k$  di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle N.T.C. 2018. In presenza di carichi verticali concentrati  $Q_k$  essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

In particolare si considera una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si sono applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente di 1,80 m.

### AZIONE SISMICA

Ai fini delle N.T.C. 2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

l'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

In allegato alle N.T.C. 2018, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

### AZIONI DOVUTE AL VENTO

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al §3.3 del D.M. 17/01/18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7. Si precisa che tali azioni hanno valenza significativa in caso di strutture di elevata snellezza e con determinate caratteristiche tipologiche come ad esempio le strutture in acciaio.

### AZIONI DOVUTE ALLA SPINTA DELLE TERRE

La spinta delle terre sui setti è calcolata, se attivata la sola condizione statica, utilizzando un principio di spinta a riposo, ottenuto riducendo del 40% i valori degli angoli di attrito del terreno ed applicando la formula di Muller-Breslau. Se viene attivata la spinta sismica invece si adotta il criterio di spinta attiva, utilizzando la formulazione di Coulomb.

### AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA

E' stato tenuto conto delle variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna,

irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali, con un delta di temperatura di 15° C.

Nel calcolo delle azioni termiche, si è tenuto conto di più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura, la eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti, le temperature dell'aria esterne (Cfr. § 3.5.2), dell'aria interna (Cfr. § 3.5.3) e la distribuzione della temperatura negli elementi strutturali (Cfr § 3.5.4) viene assunta in conformità ai dettami delle N.T.C. 2018.

### NEVE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture, ove presente, è stato valutato mediante la seguente espressione di normativa:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad (\text{Cfr. §3.3.7})$$

in cui si ha:

$q_s$  = carico neve sulla copertura;

$\mu_i$  = coefficiente di forma della copertura, fornito al (Cfr. § 3.4.5);

$q_{sk}$  = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m<sup>2</sup>], fornito al (Cfr. § 3.4.2) delle N.T.C. 2018

per un periodo di ritorno di 50 anni;

$C_E$  = coefficiente di esposizione di cui al (Cfr. § 3.4.3);

$C_t$  = coefficiente termico di cui al (Cfr. § 3.4.4).

### AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI

Nel caso delle spinte del terrapieno sulle pareti di cantinato (ove questo fosse presente), in sede di valutazione di tali carichi, (a condizione che non ci sia grossa variabilità dei parametri geotecnici dei vari strati così come individuati nella relazione geologica), è stata adottata una sola tipologia di terreno ai soli fini della definizione dei lati di spinta e/o di eventuali sovraccarichi.

### COMBINAZIONI DI CALCOLO

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 delle N.T.C. 2018. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.) (2.5.1);
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 (2.5.2);
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4);

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6).

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

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire "combinato con".

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

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 form. 3.2.16 delle N.T.C. 2018.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti  $\psi_{2j}$  sono riportati nella Tabella 2.5.I.

La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

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

#### COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

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

<b>Categoria/Azione variabile</b>	<b><math>\psi_{0i}</math></b>	<b><math>\psi_{1i}</math></b>	<b><math>\psi_{2i}</math></b>
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 Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
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 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione*

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle N.T.C. 2018 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

## **8. TOLLERANZE**

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

- Copriferro -5 mm (EC2 4.4.1.3)
- Per dimensioni  $\leq 150$  mm  $\pm 5$  mm  
Per dimensioni  $\leq 400$  mm  $\pm 15$  mm  
Per dimensioni  $\geq 2500$  mm  $\pm 30$  mm

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

## **9. DURABILITÀ**

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (S.L.E.) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi. Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17/01/2018 e relative Istruzioni.

## **10. PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO**

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 17/01/2018.

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