

COMUNE DI NAPOLI

ATTREZZATURA AD USO PUBBLICO

Art. 56 N.T.A. del P.R.G. di Napoli - D.G.C. n° 1882/2006 - e smi
PORZIONE DI IMMOBILE VIA MONTEDONZELLI 46/48 - NAPOLI
Approvazione Fattibilità FASE I - D.G.C. n° 483 del 29.12.2020

PROGETTO ESECUTIVO

PROPRIETA' E PROPONENTE:

CONCRETA SVILUPPO S.R.L.
*Amministratore
Dott. Vincenzo Basile*

ELABORATO :

ST - STRUTTURE
Relazione di caratterizzazione sismica

SCALA:

ELABORATO :

ES.ST.R.01

| NAPOLI | ELABORATO | VISTO | APPROVATO |
|-----------|--------------|--------------|--------------|
| DATA | Ottobre 2023 | Ottobre 2023 | Ottobre 2023 |
| SIGLA | | | |
| MODIFICHE | 1 | | |
| | 2 | | |
| | 3 | | |

FORMATO:

A4

FILE:

ES.ST.R.01.doc

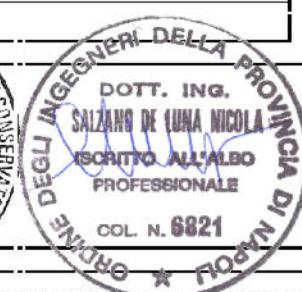
ARCHIVIO:

06/17 - 470

PROGETTAZIONE :



Ing. Nicola Salzano de Luna
Arch. Maria Rosaria Salzano de Luna



INDICE

| | |
|--|----|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 2. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO DI COSTRUZIONE | 2 |
| 2.1 Generalità..... | 2 |
| 2.2 Categorie di sottosuolo | 3 |
| 2.3 Condizioni topografiche | 4 |
| 2.4 Localizzazione geografica del sito di costruzione | 4 |
| 2.5 Spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali | 5 |
| 2.6 Determinazione dei fattori di comportamento q | 8 |
| 2.7 Spettro di progetto per lo stato limite di salvaguardia della vita | 9 |
| 2.8 Spettro di progetto per lo stato limite di danno | 11 |
| 2.9 Spettro di progetto per lo stato limite di operatività | 13 |
| 2.10 Risultati dell'analisi dinamica | 15 |

1. PREMESSA

La presente “*Relazione di caratterizzazione sismica*”, ai sensi del par. C.10.1 della Circolare del Ministero delle Infrastrutture n. 7/2019, concerne la “*pericolosità sismica di base*” del sito di costruzione (§ 3.2 delle NTC 2018 e § C3.2 della Circ. Min. n°7 21/01/2019) dell’edificio da destinare ad Ambulatorio Medico previsto nell’ambito dei “*Lavori di ristrutturazione edilizia a parità di volume e di sagoma di una porzione di immobile ubicato in via Montedonzelli, 46/48*”.

Nel seguito sono state esplicite la categoria del sottosuolo e le condizioni topografiche relative al sito d’intervento.

Infine è stata effettuata una esauriente valutazione dell’azione sismica con la localizzazione geografica del sito di costruzione e la determinazione degli spettri di risposta delle componenti orizzontali.

2. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO DI COSTRUZIONE

2.1 Generalità

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite, si definiscono in base alla “*pericolosità sismica*” descritta come la probabilità che, in un fissato periodo di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Tale intervallo temporale viene denominato nella normativa vigente (NTC 2018) “*periodo di riferimento*” V_R mentre la “*probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo V_R* ” viene indicata con P_{VR} .

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima “ a_g ” in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Ai sensi della normativa vigente le forme spettrali per ciascuna probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} si definiscono in funzione dei seguenti parametri:

- a_g = accelerazione massima orizzontale al sito;
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

- T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

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

Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato

Nei successivi paragrafi, con specifico riferimento al sito di interesse, sono forniti i valori di tali parametri e, in funzione di essi, sono riportati gli spettri di risposta in termini di accelerazione necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

2.2 Categorie di sottosuolo

La definizione del sottosuolo è importante ai fini dell'individuazione delle effettive azioni che sollecitano la struttura in quanto le azioni sollecitanti superficiali risultano diverse da quelle attese su sito rigido con superficie orizzontale.

Le azioni sismiche sollecitanti, infatti, risultano funzione di:

- *effetti stratigrafici* legati alla successione stratigrafica e alle proprietà meccaniche dei terreni interessati dalle fondazioni oltre alla geometria di contatto tra gli strati di terreno;
- *effetti topografici* legati alla configurazione topografica del piano di campagna.

Entrambi contribuiscono a definire la cosiddetta “risposta sismica locale”, ovvero l’azione sismica da considerare in superficie, modificata in ampiezza, durata e contenuto in frequenza rispetto a quella di base calcolata su sito rigido.

| CATEGORIA | CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA |
|-----------|---|
| A | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i> |
| B | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i> |
| C | <i>Depositì di terreni a grana grossa medianamente addensati o terreni a grana fina medianamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i> |
| D | <i>Depositì di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i> |
| E | <i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i> |

Categorie di sottosuolo

Nel caso specifico la categoria di sottosuolo è del tipo C.

2.3 Condizioni topografiche

La normativa definisce 4 categorie, da T1 a T4, in funzione della morfologia della zona.

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ |

Categorie topografiche

Le strutture in esame sono collocabili in categoria T1, ovvero con inclinazione media minore di 15° .

2.4 Localizzazione geografica del sito di costruzione

Con le Norme Tecniche per le Costruzioni del D.M. 14 gennaio 2008 sono state soppiantate le zone sismiche in favore di un reticolo di punti che caratterizzi puntualmente e con maggiore dettaglio il territorio italiano. Il primo passo per individuare l'azione sismica consiste dunque nella localizzazione geografica del sito.

Sito: Napoli, Via Montedonzelli n° 46:

longitudine: **14.227876**, latitudine: **40.854863**



In funzione del sito e dello Stato Limite considerato, si ricavano i seguenti coefficienti:

- a_g/g è l'accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento divisa per l'accelerazione di gravità;
- T^*_c è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
- F_0 è il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

Con riferimento al del D.M. LL.PP. 17 Gennaio 2018: “Norme tecniche per le Costruzioni”, paragrafo 7.3.6, assumendo quindi per la struttura in questione un comportamento strutturale dissipativo ed avendo l'edificio in questione la classe d'uso C_U III^a, la verifica degli elementi strutturali primari (ST) viene eseguita in termini di rigidezza allo SL0, di resistenza allo SLV e allo SLD e di duttilità allo SLC, come evidenziato anche nella Tabella 7.3.III, applicando le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità.

L'edificio viene quindi verificato allo SLV, allo SLD e allo SLO, per cui i valori dei coefficienti precedentemente descritti sono riportati nella tabella seguente:

| Stato limite | Tr [anni] | a_g/g [-] | F_0 [-] | T^*_c [s] |
|-------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| Operatività | 45 | 0.0557 | 2.3370 | 0.3036 |
| Danno | 75 | 0.0735 | 2.3249 | 0.3212 |
| Salvaguardia Vita | 712 | 0.1914 | 2.4085 | 0.3384 |

2.5 Spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

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

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \quad T_B \leq T < T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \quad T_C \leq T < T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \quad T_D \leq T$$

dove:

- T = periodo proprio di vibrazione;
- S_e = accelerazione spettrale orizzontale;
- S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la seguente:

$$S = S_S \cdot S_T$$

essendo S_S e S_T rispettivamente il coefficiente di amplificazione stratigrafica e il coefficiente di amplificazione topografica.

S_S , è ovviamente funzione della categoria del sottosuolo.

La relazione da applicare nel caso di categoria C è la seguente:

$$S_S = 1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50$$

Il secondo coefficiente, S_T , è funzione della categoria topografica.

Secondo le NTC 2018 al paragrafo 3.2.3.2.1, per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.V, in funzione delle categorie topografiche definite nel § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | S_T |
|-----------------------|---|-------|
| T1 | | 1,0 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1,2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30° | 1,2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30° | 1,4 |

Per cui nel nostro caso, trovandoci in categoria topografica T1, il valore di $S_T = 1$.

- η = fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5 %, mediante la relazione:

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55 ,$$

dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione.

Si individuano i valori seguenti:

- T_C = periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro dato da:

$$T_c = C_c \cdot T_c^*$$

dove C_c dipende ancora una volta dalla categoria del sottosuolo. La relazione da applicare nel caso di categoria C è la seguente:

$$C_c = 1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$$

- T_B = periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante dato da : $T_B = T_c / 3$.
- T_D = periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante espresso in secondi mediante la seguente: $T_D = 4.0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1.6$

Nella tabella seguente sono riportati i valori di tali parametri:

| Stato Limite | Ss | St | S | Cc | T _B | T _C | T _D |
|--------------|------|----|-------|-------|----------------|----------------|----------------|
| SL0 | 1.2 | 1 | 1.200 | 1.396 | 0.141 | 0.424 | 1.823 |
| SLD | 1.2 | 1 | 1.200 | 1.381 | 0.148 | 0.444 | 1.894 |
| SLV | 1.20 | 1 | 1.200 | 1.366 | 0.154 | 0.462 | 2.366 |

Nei paragrafi successivi sarà riportato lo spettro di progetto allo SLV e allo SLD utilizzati per l'analisi dinamica lineare dell'edificio.

Con riferimento paragrafo 3.2.3.5 delle NTC 2018 tali spettri si ottengono dallo spettro elastico in accelerazione delle componenti orizzontali sostituendo nelle formule η con $1/q$, dove q è il fattore di comportamento.

2.6 Determinazione dei fattori di comportamento q

Con riferimento al paragrafo 7.3 nel caso di analisi lineare i valori limiti da attribuire a q , funzione del comportamento strutturale (dissipativo o non dissipativo) e dello stato limite considerato, sono schematizzati nella tabella seguente:

| STATI LIMITE | | Lineare (Dinamica e Statica) | | Non Lineare | |
|--------------|------------|------------------------------|---------------------------|-------------|-----------|
| | | Dissipativo | Non Dissipativo | Dinamica | Statica |
| SLE | SLO | $q = 1.0$ § 3.2.3.4 | $q = 1.0$ § 3.2.3.4 | § 7.3.4.1 | § 7.3.4.2 |
| | SLD | $q \leq 1,5$ § 3.2.3.5 | $q \leq 1,5$ § 3.2.3.5 | | |
| SLU | SLV | $q \geq 1,5$ § 3.2.3.5 | $q \leq 1,5$ § 3.2.3.5 | | |
| | SLC | --- | --- | | |

Avendo assunto per l’edificio in questione un comportamento strutturale dissipativo, di seguito vengono determinati i valori dei fattori di comportamento allo SLO, allo SLD e allo SLV.

Per quanto riguarda il fattore di comportamento allo SLO si ha:

$$q_{SLO} = 1$$

Per quanto riguarda il fattore di comportamento allo SLD si ha:

$$q_{SLD} = 1.5$$

Per determinare il fattore di comportamento allo SLV ci si riferisce al punto 7.3.1 delle NTC2018.

Per strutture regolari in pianta, possono essere adottati i seguenti valori di α_u/α_1 :

a) Strutture a telaio o miste equivalenti a telai

- strutture a telaio di un piano $\alpha_u/\alpha_1 = 1,1$
- strutture a telaio con più piani ed una sola campata $\alpha_u/\alpha_1 = 1,2$
- strutture a telaio con più piani e più campate $\alpha_u/\alpha_1 = 1,3$

Per cui essendo le nostre strutture schematizzabili come struttura a telaio con più piani e più campate e regolare in pianta si pone:

$$\alpha_u/\alpha_1 = 1.3$$

Per le strutture a comportamento strutturale dissipativo con classe di duttilità bassa si ha:

$$q_{oCD} \cdot B = 3,0 \alpha_{u/\alpha_1} = 3,0 \times 1,30 = 3,90$$

Inoltre, essendo il corpo di fabbrica in esame una struttura regolari in altezza si pone $K_R = 1,0$.

In definitiva il fattore di comportamento q per le componenti orizzontali dell'azione sismica è pari a:

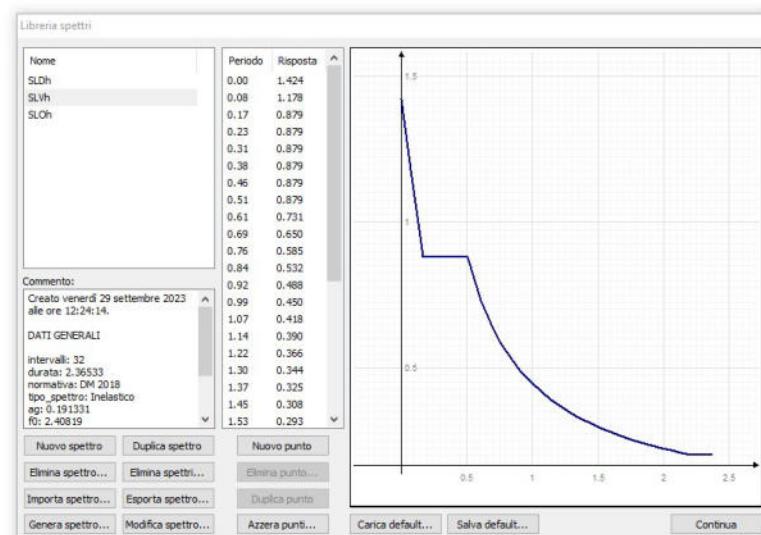
$$q_{CD \cdot B} = q_{0CD \cdot B} \cdot K_R = 3.90 \times 1.0 = 3.90$$

2.7 Spettro di progetto per lo stato limite di salvaguardia della vita

Lo stato limite di Salvaguardia della Vita è caratterizzato dalla probabilità di superamento nel periodo di riferimento $P_{VR} = 10\%$. Lo spettro di risposta allo stato limite ultimo viene quindi generato con il programma di calcolo All-in-One EWS 56, scegliendo i parametri necessari descritti precedentemente, e cioè la località (Napoli, Via Montedonzelli n°46: longitudine: **14.227876**, latitudine: **40.854863**), lo stato limite (SLV), il periodo di riferimento V_R dell'opera (50 anni), il tipo di spettro (anelastico), il tipo di comportamento strutturale (comportamento strutturale dissipativo), le componenti dell'azione sismica (solo le componenti orizzontali), la categoria del sottosuolo (Categoria C), la categoria topografica (T1).

Tali parametri sono introdotti nel programma di calcolo per generare in automatico gli spettri di risposta. In questo modo il solutore Nòlian di All-in-One genera un file di testo con i dati dello spettro "normalizzato" e cioè a meno dell'accelerazione.

Lo spettro di risposta allo stato limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per le componenti orizzontali dell'azione sismica, con fattore di comportamento $q = 3.9$ (a meno dell'accelerazione $a_g = 0.191331 \times 981 = 187.70 \text{ cm/s}^2$) assume questo aspetto:



SPETTRO DI PROGETTO SLV PER COMPONENTI ORIZZONTALI (normalizzato)

periodo risposta

| | |
|------|-------|
| 0.00 | 1.424 |
| 0.08 | 1.178 |
| 0.17 | 0.879 |
| 0.23 | 0.879 |
| 0.31 | 0.879 |
| 0.38 | 0.879 |
| 0.46 | 0.879 |
| 0.51 | 0.879 |
| 0.61 | 0.731 |
| 0.69 | 0.650 |
| 0.76 | 0.585 |
| 0.84 | 0.532 |
| 0.92 | 0.488 |
| 0.99 | 0.450 |
| 1.07 | 0.418 |
| 1.14 | 0.390 |
| 1.22 | 0.366 |
| 1.30 | 0.344 |
| 1.37 | 0.325 |
| 1.45 | 0.308 |
| 1.53 | 0.293 |
| 1.60 | 0.279 |
| 1.68 | 0.266 |
| 1.75 | 0.254 |
| 1.83 | 0.244 |
| 1.91 | 0.234 |
| 1.98 | 0.225 |
| 2.06 | 0.217 |
| 2.14 | 0.209 |
| 2.21 | 0.202 |
| 2.29 | 0.200 |
| 2.37 | 0.200 |

SPETTRO DI PROGETTO SLV PER COMPONENTI ORIZZONTALI (accelerazioni effettive)

periodo accelerazioni effettive

| | |
|------|---------|
| 0.00 | 267.193 |
| 0.08 | 221.137 |
| 0.17 | 164.988 |
| 0.23 | 164.988 |
| 0.31 | 164.988 |
| 0.38 | 164.988 |
| 0.46 | 164.988 |
| 0.51 | 164.988 |
| 0.61 | 137.299 |
| 0.69 | 122.044 |
| 0.76 | 109.839 |
| 0.84 | 99.854 |
| 0.92 | 91.533 |
| 0.99 | 84.492 |
| 1.07 | 78.457 |
| 1.14 | 73.226 |
| 1.22 | 68.650 |
| 1.30 | 64.611 |
| 1.37 | 61.022 |
| 1.45 | 57.810 |
| 1.53 | 54.920 |
| 1.60 | 52.305 |
| 1.68 | 49.927 |
| 1.75 | 47.756 |
| 1.83 | 45.766 |
| 1.91 | 43.936 |
| 1.98 | 42.246 |
| 2.06 | 40.681 |
| 2.14 | 39.228 |
| 2.21 | 37.876 |
| 2.29 | 37.539 |
| 2.37 | 37.539 |

2.8 Spettro di progetto per lo stato limite di danno

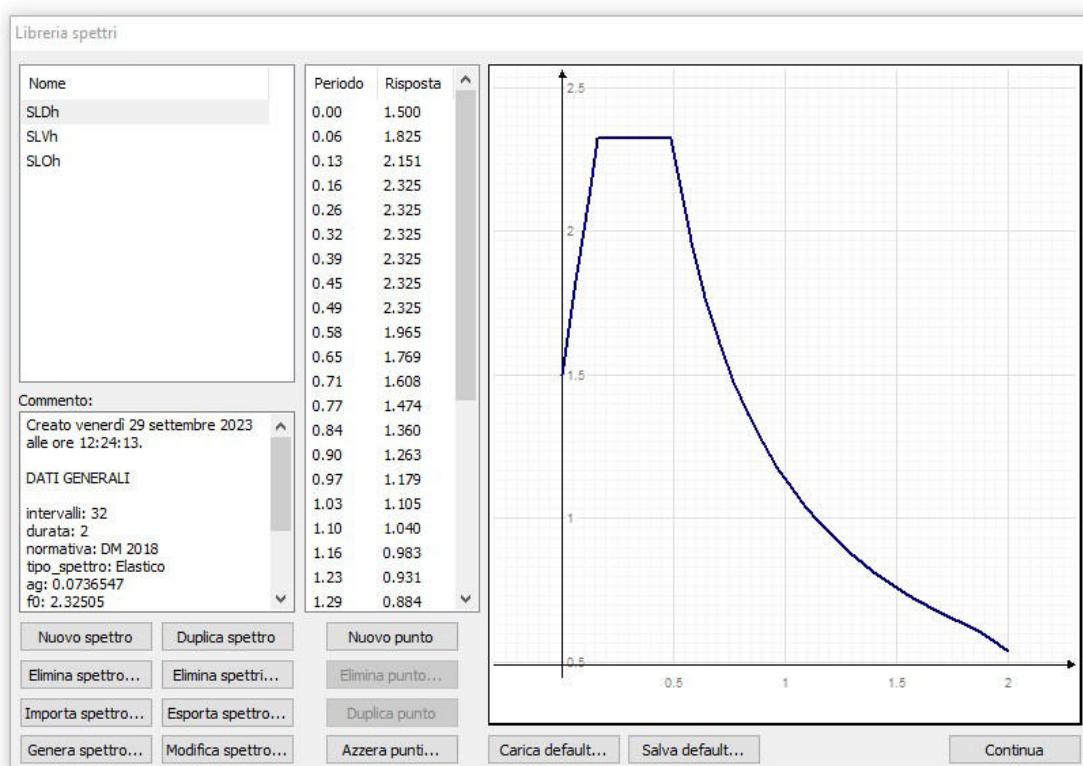
Lo stato limite di danno è caratterizzato dalla probabilità di superamento nel periodo di riferimento $P_{VR} = 63\%$.

Lo spettro di risposta allo stato limite di danno viene quindi generato con il programma di calcolo All-in-One EWS 56, scegliendo i parametri necessari descritti precedentemente, e cioè la località ((Napoli, Via Montedonzelli n°46: longitudine: **14.227876**, latitudine: **40.854863**) lo stato limite (SLD), il periodo di riferimento V_R dell'opera (50 anni), il tipo di spettro (elastico), il tipo di comportamento strutturale (comportamento strutturale dissipativo con Classe di duttilità “B”), le componenti dell’azione sismica (solo le componenti orizzontali), la categoria del sottosuolo (Categoria C), la categoria topografica (T1).

Tali parametri sono introdotti nel programma di calcolo per generare in automatico gli spettri di risposta.

In questo modo il solutore Nòlian di All-in-One genera un file di testo con i dati dello spettro "normalizzato" e cioè a meno dell'accelerazione.

Lo spettro di risposta allo stato limite di Danno (SLD) per le componenti orizzontali dell’azione sismica, con fattore di comportamento $q = 1.5$ (a meno dell'accelerazione $a_g = 0.0736547 \times 981 = 72.2553 \text{ cm/s}^2$) assume questo aspetto:



SPETTRO DI PROGETTO SLD PER COMPONENTI ORIZZONTALI (normalizzato)

periodo risposta

| | |
|------|-------|
| 0.00 | 1.500 |
| 0.06 | 1.825 |
| 0.13 | 2.151 |
| 0.16 | 2.325 |
| 0.26 | 2.325 |
| 0.32 | 2.325 |
| 0.39 | 2.325 |
| 0.45 | 2.325 |
| 0.49 | 2.325 |
| 0.58 | 1.965 |
| 0.65 | 1.769 |
| 0.71 | 1.608 |
| 0.77 | 1.474 |
| 0.84 | 1.360 |
| 0.90 | 1.263 |
| 0.97 | 1.179 |
| 1.03 | 1.105 |
| 1.10 | 1.040 |
| 1.16 | 0.983 |
| 1.23 | 0.931 |
| 1.29 | 0.884 |
| 1.35 | 0.842 |
| 1.42 | 0.804 |
| 1.48 | 0.769 |
| 1.55 | 0.737 |
| 1.61 | 0.707 |
| 1.68 | 0.680 |
| 1.74 | 0.655 |
| 1.81 | 0.632 |
| 1.87 | 0.610 |
| 1.94 | 0.577 |
| 2.00 | 0.540 |

SPETTRO DI PROGETTO SLD PER COMPONENTI ORIZZONTALI (accelerazioni effettive)

periodo accelerazioni effettive

| | |
|------|---------|
| 0.00 | 108.383 |
| 0.06 | 131.894 |
| 0.13 | 155.405 |
| 0.16 | 167.997 |
| 0.26 | 167.997 |
| 0.32 | 167.997 |
| 0.39 | 167.997 |
| 0.45 | 167.997 |
| 0.49 | 167.997 |
| 0.58 | 141.992 |
| 0.65 | 127.793 |
| 0.71 | 116.175 |
| 0.77 | 106.494 |
| 0.84 | 98.302 |
| 0.90 | 91.280 |
| 0.97 | 85.195 |
| 1.03 | 79.870 |
| 1.10 | 75.172 |
| 1.16 | 70.996 |
| 1.23 | 67.259 |
| 1.29 | 63.896 |
| 1.35 | 60.854 |
| 1.42 | 58.088 |
| 1.48 | 55.562 |
| 1.55 | 53.247 |
| 1.61 | 51.117 |
| 1.68 | 49.151 |
| 1.74 | 47.331 |
| 1.81 | 45.640 |
| 1.87 | 44.066 |
| 1.94 | 41.698 |
| 2.00 | 39.051 |

2.9 Spettro di progetto per lo stato limite di operatività

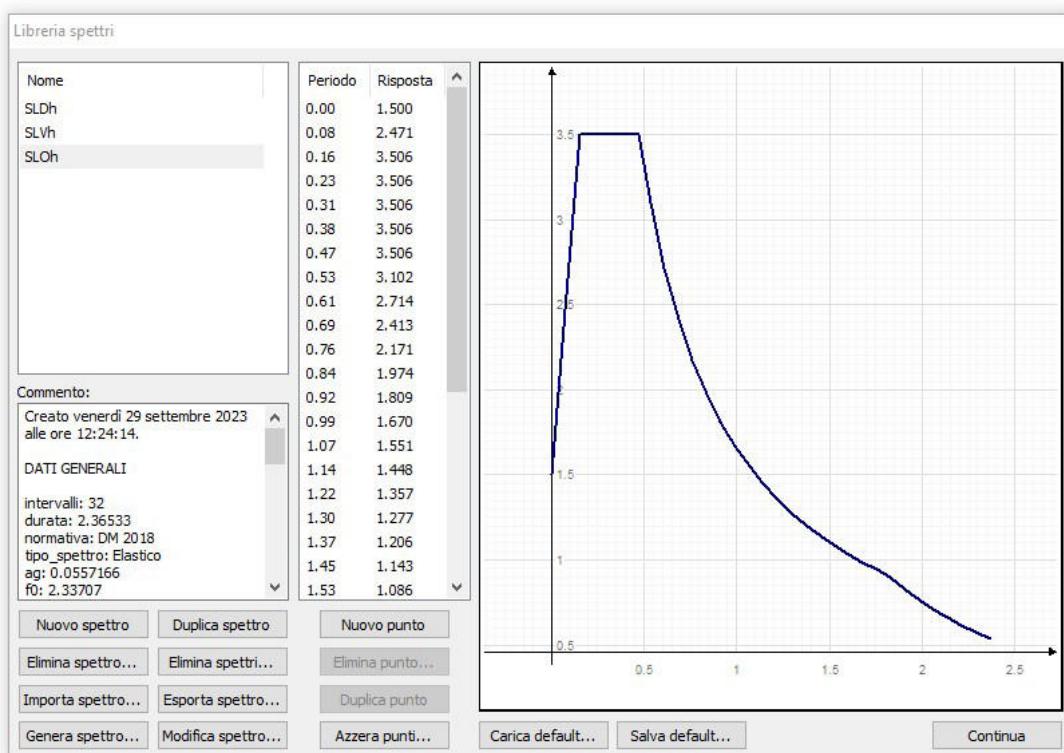
Lo stato limite di danno è caratterizzato dalla probabilità di superamento nel periodo di riferimento $P_{VR} = 81\%$.

Lo spettro di risposta allo stato limite di operatività viene quindi generato con il programma di calcolo All-in-One EWS 56, scegliendo i parametri necessari descritti precedentemente, e cioè la località ((Napoli, Via Montedonzelli n°46: longitudine: **14.227876**, latitudine: **40.854863**) lo stato limite (SLO), il periodo di riferimento V_R dell'opera (50 anni), il tipo di spettro (elastico), il tipo di comportamento strutturale (comportamento strutturale dissipativo con Classe di duttilità “B”), le componenti dell’azione sismica (solo le componenti orizzontali), la categoria del sottosuolo (Categoria C), la categoria topografica (T1).

Tali parametri sono introdotti nel programma di calcolo per generare in automatico gli spettri di risposta.

In questo modo il solutore Nòlian di All-in-One genera un file di testo con i dati dello spettro "normalizzato" e cioè a meno dell'accelerazione.

Lo spettro di risposta allo stato limite di Operatività (SLO) per le componenti orizzontali dell’azione sismica, con fattore di comportamento $q = 1.0$ (a meno dell'accelerazione $a_g = 0.0557166 \times 981 = 54.66 \text{ cm/s}^2$) assume questo aspetto:



SPETTRO DI PROGETTO SLO PER COMPONENTI ORIZZONTALI (normalizzato)

periodo risposta

| | |
|------|-------|
| 0.00 | 1.500 |
| 0.08 | 2.471 |
| 0.16 | 3.506 |
| 0.23 | 3.506 |
| 0.31 | 3.506 |
| 0.38 | 3.506 |
| 0.47 | 3.506 |
| 0.53 | 3.102 |
| 0.61 | 2.714 |
| 0.69 | 2.413 |
| 0.76 | 2.171 |
| 0.84 | 1.974 |
| 0.92 | 1.809 |
| 0.99 | 1.670 |
| 1.07 | 1.551 |
| 1.14 | 1.448 |
| 1.22 | 1.357 |
| 1.30 | 1.277 |
| 1.37 | 1.206 |
| 1.45 | 1.143 |
| 1.53 | 1.086 |
| 1.60 | 1.034 |
| 1.68 | 0.987 |
| 1.75 | 0.944 |
| 1.83 | 0.901 |
| 1.91 | 0.830 |
| 1.98 | 0.767 |
| 2.06 | 0.712 |
| 2.14 | 0.662 |
| 2.21 | 0.617 |
| 2.29 | 0.576 |
| 2.37 | 0.540 |

SPETTRO DI PROGETTO SLO PER COMPONENTI ORIZZONTALI (accelerazioni effettive)

periodo accelerazioni effettive

| | |
|------|---------|
| 0.00 | 81.987 |
| 0.08 | 135.081 |
| 0.16 | 191.609 |
| 0.23 | 191.609 |
| 0.31 | 191.609 |
| 0.38 | 191.609 |
| 0.47 | 191.609 |
| 0.53 | 169.547 |
| 0.61 | 148.353 |
| 0.69 | 131.870 |
| 0.76 | 118.683 |
| 0.84 | 107.893 |
| 0.92 | 98.902 |
| 0.99 | 91.294 |
| 1.07 | 84.773 |
| 1.14 | 79.122 |
| 1.22 | 74.177 |
| 1.30 | 69.813 |
| 1.37 | 65.935 |
| 1.45 | 62.465 |
| 1.53 | 59.341 |
| 1.60 | 56.516 |
| 1.68 | 53.947 |
| 1.75 | 51.601 |
| 1.83 | 49.226 |
| 1.91 | 45.366 |
| 1.98 | 41.944 |
| 2.06 | 38.894 |
| 2.14 | 36.166 |
| 2.21 | 33.715 |
| 2.29 | 31.504 |
| 2.37 | 29.505 |

2.10 Risultati dell'analisi dinamica

Di seguito si riporta un estratto del tabulato di calcolo relativi all'analisi dinamica lineare modale effettuata per l'edificio.

INFORMAZIONI

| | |
|-----------------------------------|------------|
| Equazioni..... | 14655 |
| Semibanda..... | 2847 |
| Numero blocchi..... | 1 |
| Zero algoritmico..... | 1.7524e-05 |
| Tempo totale analisi (sec)..... | 1.25 |
| Metodo di combinazione modale.... | CQC |
| Smorzamento predefinito..... | 0.05 |
| Fattore Rayleigh masse..... | 0.00 |
| Fattore Rayleigh rigidezza..... | 1.00 |

ACCELERAZIONI SISMICHE

| Vect. | X | Y | Z | Spettro |
|-------|--------|--------|------|---------|
| 1 | 72.26 | 0.00 | 0.00 | SLDh |
| 2 | 0.00 | 72.26 | 0.00 | SLDh |
| 3 | 187.70 | 0.00 | 0.00 | SLVh |
| 4 | 0.00 | 187.70 | 0.00 | SLVh |
| 5 | 54.66 | 0.00 | 0.00 | SLOh |
| 6 | 0.00 | 54.66 | 0.00 | SLOh |

Masse abilitate secondo: " X Y "

COEFFICIENTI DI PARTECIPAZIONE MODALE

| Modo | x | y | z |
|------|----------|----------|---------|
| 1 | 17.01007 | 0.75564 | 0.00000 |
| 2 | 0.14422 | 20.94686 | 0.00000 |
| 3 | 13.04897 | -0.31840 | 0.00000 |
| 4 | 7.25857 | -0.00150 | 0.00000 |
| 5 | -2.32399 | -0.81808 | 0.00000 |
| 6 | 1.47691 | 9.22024 | 0.00000 |
| 7 | -2.41127 | 0.99196 | 0.00000 |
| 8 | 3.60631 | -2.64822 | 0.00000 |
| 9 | -3.76486 | -0.89056 | 0.00000 |
| 10 | -1.28975 | -2.77779 | 0.00000 |
| 11 | 5.85914 | 2.02960 | 0.00000 |
| 12 | 1.16727 | -1.56776 | 0.00000 |
| 13 | 0.08608 | 0.81427 | 0.00000 |
| 14 | 0.58898 | 0.17875 | 0.00000 |
| 15 | -0.00435 | 0.12874 | 0.00000 |

MASSA MODALE RELATIVA

| Modo | x | y | z | s |
|------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 0.43909 | 0.00087 | 0.00000 | 0.21998 |
| 2 | 0.00003 | 0.66586 | 0.00000 | 0.33295 |
| 3 | 0.25840 | 0.00015 | 0.00000 | 0.12928 |
| 4 | 0.07996 | 0.00000 | 0.00000 | 0.03998 |
| 5 | 0.00820 | 0.00102 | 0.00000 | 0.00461 |
| 6 | 0.00331 | 0.12901 | 0.00000 | 0.06616 |
| 7 | 0.00882 | 0.00149 | 0.00000 | 0.00516 |
| 8 | 0.01974 | 0.01064 | 0.00000 | 0.01519 |
| 9 | 0.02151 | 0.00120 | 0.00000 | 0.01136 |
| 10 | 0.00252 | 0.01171 | 0.00000 | 0.00712 |
| 11 | 0.05210 | 0.00625 | 0.00000 | 0.02917 |
| 12 | 0.00207 | 0.00373 | 0.00000 | 0.00290 |
| 13 | 0.00001 | 0.00101 | 0.00000 | 0.00051 |
| 14 | 0.00053 | 0.00005 | 0.00000 | 0.00029 |
| 15 | 0.00000 | 0.00003 | 0.00000 | 0.00001 |

| | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| 0.89629 | 0.83302 | 0.00000 | 0.86465 |
|---------|---------|---------|---------|

SMORZAMENTO MODALE

Modo Smorzamento

| | |
|----|---------|
| 1 | 0.05000 |
| 2 | 0.05000 |
| 3 | 0.05000 |
| 4 | 0.05000 |
| 5 | 0.05000 |
| 6 | 0.05000 |
| 7 | 0.05000 |
| 8 | 0.05000 |
| 9 | 0.05000 |
| 10 | 0.05000 |
| 11 | 0.05000 |
| 12 | 0.05000 |
| 13 | 0.05000 |
| 14 | 0.05000 |
| 15 | 0.05000 |

COMUNE DI NAPOLI

ATTREZZATURA AD USO PUBBLICO

Art. 56 N.T.A. del P.R.G. di Napoli - D.G.C. n° 1882/2006 - e smi
PORZIONE DI IMMOBILE VIA MONTEDONZELLI 46/48 - NAPOLI
Approvazione Fattibilità FASE I - D.G.C. n° 483 del 29.12.2020

PROGETTO ESECUTIVO

PROPRIETA' E PROPONENTE:

CONCRETA SVILUPPO S.R.L.
*Amministratore
Dott. Vincenzo Busto*

ELABORATO :

ST - STRUTTURE
Relazione illustrativa sui materiali

SCALA:

ELABORATO :

ES.ST.R.02

| NAPOLI | ELABORATO | VISTO | APPROVATO |
|-----------|--------------|--------------|--------------|
| DATA | Ottobre 2023 | Ottobre 2023 | Ottobre 2023 |
| SIGLA | | | |
| MODIFICHE | 1 | | |
| | 2 | | |
| | 3 | | |

FORMATO:

A4

FILE:

ES.ST.R.02.doc

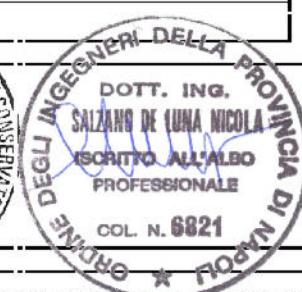
ARCHIVIO:

06/17 - 470

PROGETTAZIONE :



Ing. Nicola Salzano de Luna
Arch. Maria Rosaria Salzano de Luna



INDICE

| | |
|---|---|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 2. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI | 2 |
| 2.1 Calcestruzzo..... | 2 |
| 2.2 Acciaio per calcestruzzo armato | 6 |
| 2.3 Solai | 6 |

1. PREMESSA

Nella presente relazione si illustrano le caratteristiche dei materiali previsti per le strutture dell'edificio da destinare ad Ambulatorio Medico previsto nell'ambito dei *“Lavori di ristrutturazione edilizia a parità di volume e di sagoma di una porzione di immobile ubicato in via Montedonzelli, 46/48”*.

2. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

In conformità alle disposizioni regolamentari vigenti, per la realizzazione delle strutture di fondazione e di elevazione si è previsto l'utilizzo dei materiali di seguito indicati.

2.1 Calcestruzzo

Il calcestruzzo utilizzato in opera sarà di tipo normale avente massa volumica, dopo essiccazione a 105 °C, compresa fra 2000 e 2600 kg/mc. Dovrà essere garantita, unitamente alla resistenza, la durabilità delle strutture in conglomerato cementizio. Pertanto, nel caso di calcestruzzi a "prestazione garantita" (UNI EN 206-1), dovranno essere rispettate anche le prescrizioni relative alla composizione ed alle caratteristiche del conglomerato fresco ed indurito, nonché quant'altro esplicitamente o implicitamente contenuto nella documentazione tecnica di progetto.

Per i soli calcestruzzi di sottofondazione (indicati anche come "magroni"), è possibile produrre miscele a dosaggio con $R_{ck} > 15 \text{ N/mm}^2$.

I materiali impiegati per il confezionamento del calcestruzzo sono: aggregato di inerti (sabbia e ghiaia o pietrisco), pasta di cemento (cemento e acqua) ed eventuali additivi. Tali materiali dovranno rispettare quanto indicato nelle normative di riferimento sopra elencate.

Durabilità - Vista la collocazione dell'opera e le sue caratteristiche costruttive, si ritiene opportuno assegnare ai conglomerati per le realizzazione delle paratie e dell'edificio, ai sensi delle UNI 11104 e UNI EN 206-1 le seguenti classi di esposizione:

- per le strutture di elevazione : XC1 (Asciutto o permanentemente bagnato)
- per le strutture di fondazione : XC2 (Bagnato, raramente asciutto)

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si richiamano le indicazioni contenute

nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Classe di consistenza - Saranno utilizzabili calcestruzzi con le seguenti classi di consistenza misurata con la prova di abbassamento del cono di Abrams, secondo la norma UNI EN 12350-2.

| Classe | Abbassamento (mm) | Utilizzo | Prescrizioni |
|--------|-------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| S2 | 50-90 | magroni | Carico ridotto non pompabile |
| S4 | 160-210 | Strutture di elevazione e fondazione | Pompabile |

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo anche conto dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua/cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività. L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto. L'impasto, quando non esplicitamente indicato, si intende dotato di almeno 16 cm di slump misurato al cono di Abrams come da normativa.

Aggregati di inerti - Si utilizzeranno aggregati di massa volumica normale compresa fra 2000 e 3000 kg/mc. Gli inerti in genere dovranno corrispondere ai requisiti prescritti dalla normativa vigente e dalle UNI EN 12620. Dovrà essere attentamente analizzata la possibilità di insorgenza di reazioni tipo "ASR" (alcalisilice), prendendo tutti i provvedimenti e le precauzioni indicate nella UNI EN 206-1, nella UNI 8520/22:2002 e nella UNI 8981-8:1999.

Cementi - I cementi devono rispettare le norme, le indicazioni, le caratteristiche e le prescrizioni contenute nella UNI EN 197/01 e nelle normative Legge 26/05/1965 n. 595

e DM 03/06/1968 "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi". CEMENTO: Tipo 32.5R 0 42.5R

Acqua - L'acqua di impasto dovrà ottemperare alle prescrizioni della UNI EN 1008:2003 o presentare, in alternativa, un tenore di sali discolti minore dello 0.2% in peso. Per le acque non provenienti dai normali impianti di distribuzione di acqua potabile, si dovrà stabilirne l'idoneità mediante gli esami necessari per rilevare la presenza di sostanze con influenza negativa sui fenomeni di presa e indurimento del calcestruzzo, nonché sulla durabilità. L'acqua dovrà essere comunque limpida, incolore, inodore e sotto agitazione non dovrà dare luogo a formazione di schiume persistenti.

Additivi - Gli additivi dovranno corrispondere alle prescrizioni delle UNI 7110:1972, UNI EN 934-2:2002, UNI 10765:1999, UNI EN 480-8:1998, UNI EN 480-10:1998. Gli additivi eventualmente utilizzati dovranno migliorare e potenziare le caratteristiche finali dei manufatti ed essere impiegati secondo le precise prescrizioni del produttore che dimostrerà, con prove di un Laboratorio Ufficiale da sottoporre al giudizio del Direttore dei Lavori, di rispondere ai requisiti richiesti ed alle disposizioni vigenti.

Casseri - Se in legno saranno muniti di paraspigoli e bagnati fino a totale saturazione e dovranno risultare particolarmente rigidi.

Getto - A strati successivi dello spessore di 15 cm ed altezza di caduta minore di 2 metri. Nel caso di impiego di vibratori meccanici il loro utilizzo sarà limitato alla sola costipazione e compattazione del getto.

L'operazione di getto dovrà compiersi prima che inizi il processo di presa che mediamente avviene dopo 2 ore la preparazione per temperature $t = 15 + 20$ °C. Il conglomerato comunque non verrà posto in opera a temperature inferiori ai 0 °C, salvo il ricorso ad additivi antigelo o ad opportune precauzioni quali il riscaldamento dell'acqua di impasto o degli inerti. Il getto deve avvenire in maniera tale che il conglomerato possa avvolgere perfettamente le armature metalliche e riempire completamente le casseforme. Per evitare segregazione nell'effettuare il riempimento dei casseri con versamento da una certa altezza, rimpasto dovrà essere guidato in modo da sboccare verticalmente a poca altezza sul livello del getto e alla massima distanza possibile dalle pareti delle casseforme. Disarmo - Non prima delle 48 ore per le sponde dei casseri di travi e pilastri; 15 giorni per sostegni provvisori (puntelli) di solette e travi.

Calcestruzzo - Il calcestruzzo potrà essere confezionato con processo industrializzato in uno stabilimento esterno o in cantiere secondo quanto indicato nelle Norme Tecniche delle Costruzioni 2018 al paragrafo 11.2 e nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Di seguito si indicano le caratteristiche del calcestruzzo per tipologia di corpo d'opera:

- **Caratteristiche Cls per strutture di elevazione e fondazione**

Tabella caratteristiche

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| Classe di resistenza | C 28/35 |
| R _{ck} | 35 Mpa |
| Classe di esposizione | XC1/XC2 |
| Rapporto acqua / cemento | a/c = 0,60 |
| Contenuto minimo di cemento | 300 kg/m ³ |
| Classe di consistenza | S4 |

Specifiche caratteristiche meccaniche cls C28/35

Resistenza caratteristica a compressione cubica R_{ck} = 35,0 Mpa

Resistenza caratteristica a compressione cilindrica f_{ck} = 0,83 × R_{ck} = 29,05 Mpa

Resistenza media compressione cilindrica f_{cm} = f_{ck} + 8 = 37,05 MPa

Coefficiente di sicurezza del cls. $\gamma_c = 1,50$

Coefficiente per i carichi di lunga durata. $\alpha_{cc} = 0,85$

Resistenza a compressione di calcolo (s ≥ 5mm) f_{cd} = $\alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 16,46$ MPa

Resistenza media a trazione assiale (C ≤ C50/60) f_{ctm} = $0,30 \times f_{ck}^{2/3} = 2,84$ MPa

Resistenza caratteristica a trazione assiale (frattile 5%) f_{ctk,0.05} = $0,7 \times f_{ctm} = 1,98$ MPa

Resistenza di calcolo a trazione assiale (s ≥ 5mm) f_{ctd} = f_{ctk} / $\gamma_c = 1,32$ MPa

Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza f_{bk} = $2,25 \times \eta_1 \times \eta_2 \times f_{ctk} = 4,46$ MPa

Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo f_{bd} = f_{bk} / $\gamma_c = 2,97$ MPa

Modulo di elasticità secante ($\sigma = 0 \div \sigma = 0,4$) E_{cm} = $22000 \times [f_{cm}/10]^{0,3} = 32588$ MPa

Modulo di Poisson $\nu = 0,2$

Modulo di elasticità tangenziale G_c = 13578 MPa

Tensione max per comb.rara (s ≥ 5mm) $\sigma_{c,rara} = 0,60 f_{ck} = 17,43$ MPa

Tensione max per comb.rara ($s \geq 5\text{mm}$) $\sigma_{c,qp} = 0.45f_{ck} = 13,07 \text{ MPa}$

2.2 Acciaio per calcestruzzo armato

L'acciaio per calcestruzzo armato adottato nella realizzazione delle nuove armature è del tipo *B450C* ed appartenente al gruppo delle *armature poco sensibili*.

Tale acciaio è caratterizzato dalle seguenti caratteristiche meccaniche:

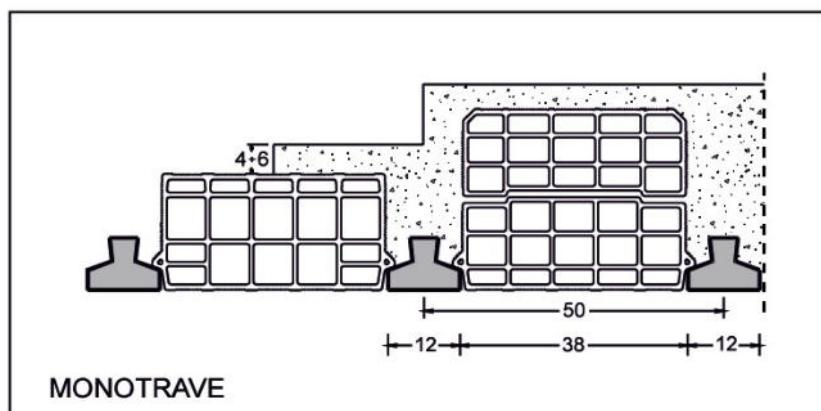
- Resistenza caratteristica di rottura : $f_{tk} \geq 540,0 \text{ MPa}$
- Resistenza caratteristica di snervamento : $f_{yk} \geq 450,0 \text{ MPa}$
- Coefficiente di sicurezza dell'acciaio $\gamma_s = 1,15$
- Tensione di calcolo a snervamento : $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,3 \text{ MPa}$
- Modulo di elasticità di progetto $E_s = 206000 \text{ MPa}$
- Deformazione a snervamento dell'acciaio $e_{yd} = 0.0019$
- Tensione massima acciaio in esercizio $\sigma_{s,max} \leq 0.8f_{yk} = 360,0 \text{ MPa}$
- Rapporti di sovra resistenza $1,15 \leq (f_t/f_y)_k \leq 1,35$; $(f_y/f_{y,nom})_k \leq 1,25$
- Allungamento $(A_{gt})_k \geq 7.5 \%$
- Saldabilità e tenore di Carbonio secondo quanto indicato nelle NTC 2018 al paragrafo 11.3.2.6.

2.3 Solai

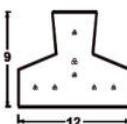
I travetti in calcestruzzo armato precompresso previsti per la realizzazione dei nuovi solai in c.a e laterizi sono del tipo monotrave 9x12 cm ad interasse di 50 cm.

Di seguite si riportano le caratteristiche tecniche della tipologia dei travetti previsti.

- *Solai monotrave 9x12 interasse travetti 50 cm*



| MATERIALI | RESISTENZE CARATTERISTICHE N/mm ² |
|---|---|
| CALCESTRUZZO TRAVETTI | C45/55 |
| ARMATURA TRAVETTI (acciaio stabilizzato a basso rilassamento) | $f_{ptk} \geq 1900$ |
| CALCESTRUZZO GETTO IN OPERA | C20/25 |
| ARMATURA A MOMENTO NEGATIVO (Acciaio per cemento armato B450C) | $f_{yk} \geq 450$ |

| CARATTERISTICHE TRAVETTI 9/12 | | 1 | 2A | 4A | 5A | 6A | N° | Contrassegno che individua il tipo di armatura |
|---|--|-------|-------|--------|--------|--------|-------------------------------|---|
|  | | 0,24 | 0,33 | 0,54 | 0,75 | 0,87 | $A_p = \text{cm}^2$ | Area armatura metallica contenuta nel travetto |
| | | -2,25 | -2,43 | -5,56 | -4,59 | -7,58 | $\sigma_{eps} \text{ N/mm}^2$ | Precompressione a lembo superiore del travetto |
| | | -4,78 | -6,90 | -10,25 | -15,07 | -15,64 | $\sigma_{epi} \text{ N/mm}^2$ | Precompressione al lembo inferiore del travetto |
| | | 5,53 | 5,58 | 5,58 | 5,60 | 5,59 | $X_i = \text{cm}$ | Distanza baricentro sezione ideale dal lembo superiore |
| | | 435 | 421 | 427 | 428 | 429 | $J_i = \text{cm}^4$ | Momento d'inerzia baricentrico sezione ideale travetto |
| | | 1,2 | 3,6 | 4,6 | 6,4 | — | $a = \text{m}$ | Limi inferiori e superiori delle lunghezze travetti disponibili per pronta consegna |
| | | 3,8 | 5,0 | 6,8 | 7,8 | — | $b = \text{m}$ | |

Caratteristiche travetto precompresso 9x12

| F1 | MONOTRAVE 9 x 12 INT. 50 cm | | | | | | | | | | CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI SOLAI FINITI (valori riferiti al metro) | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-----------|---|--|------|------|-------|-------|------------------------|---|---|-----------------------------------|--------|---------------------------------------|----------------------|-------------------|--|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| | Altezza solaio cm | Calcolat. | Peso stadio in opera l/m ² | PRESTAZIONI ALLO S.L.U. RIFERITE ALLA STRISCIA DI SOLAIO LARGA 1 METRO | | | | | | | | | | SEZIONE PARZIALIZZATA | | | | SEZ. TUTTA REAGENTE | | | |
| | | | | MOMENTI POSITIVI (KNcm) | | | | | TAGLIO | | | | | Dist. asse netto del lembo sup. | Momento d'inerzia | Moduli resistenti | | Dist. asse baricentrico | A _c cm ² | J _c cm ⁴ | |
| | H cm | | | 1 | 2A | 4A | 5A | 6A | V _{rdt} KN | X cm | J cm ⁴ | W _i cm ³ | Intero | | Superiore | | | | | | |
| 12 | + 4 | 56 | 2,20 | 910 | 1217 | 1959 | 2790 | 3175 | 31,97 | 5,52 | 17493 | 1112 | 3171 | 7,09 | 1085 | 27087 | | | | | |
| | + 5 | 66 | 2,45 | 982 | 1304 | 2102 | 2989 | 3406 | 34,25 | 5,78 | 20683 | 1229 | 3577 | 7,45 | 1185 | 32373 | | | | | |
| | + 6 | 76 | 2,70 | 1054 | 1387 | 2254 | 3200 | 3651 | 36,54 | 6,05 | 24185 | 1349 | 3997 | 7,83 | 1285 | 38211 | | | | | |
| 16 | + 4 | 66 | 2,60 | 1199 | 1628 | 2631 | 3724 | 4259 | 41,10 | 6,66 | 32059 | 1602 | 4813 | 8,98 | 1269 | 51403 | | | | | |
| | + 5 | 76 | 2,85 | 1271 | 1700 | 2747 | 3884 | 4445 | 43,39 | 6,83 | 36602 | 1722 | 5360 | 9,29 | 1369 | 59749 | | | | | |
| | + 6 | 86 | 3,10 | 1344 | 1769 | 2862 | 4045 | 4631 | 45,67 | 7,04 | 41409 | 1846 | 5880 | 9,62 | 1469 | 68691 | | | | | |
| 18 | + 4 | 71 | 2,75 | 1344 | 1831 | 2964 | 4186 | 4795 | 45,67 | 7,21 | 41206 | 1857 | 5715 | 9,86 | 1338 | 66617 | | | | | |
| | + 5 | 81 | 3,00 | 1416 | 1904 | 3083 | 4351 | 4987 | 47,95 | 7,33 | 46487 | 1978 | 6338 | 10,14 | 1438 | 76620 | | | | | |
| | + 6 | 91 | 3,25 | 1489 | 1973 | 3197 | 4509 | 5170 | 50,24 | 7,51 | 51990 | 2102 | 6924 | 10,45 | 1538 | 87219 | | | | | |
| 20 | + 4 | 77 | 2,95 | 1489 | 2033 | 3294 | 4645 | 5327 | 50,24 | 7,73 | 51616 | 2115 | 6673 | 10,75 | 1406 | 84235 | | | | | |
| | + 5 | 87 | 3,20 | 1561 | 2108 | 3417 | 4816 | 5525 | 52,52 | 7,83 | 57668 | 2239 | 7366 | 11,00 | 1506 | 96053 | | | | | |
| | + 6 | 97 | 3,45 | 1633 | 2179 | 3534 | 4978 | 5713 | 54,80 | 7,97 | 63900 | 2362 | 8020 | 11,28 | 1606 | 108464 | | | | | |
| 25 | + 4 | 89 | 3,40 | 1851 | 2532 | 4112 | 5780 | 6644 | 61,65 | 8,94 | 83444 | 2773 | 9332 | 13,14 | 1626 | 145120 | | | | | |
| | + 5 | 99 | 3,65 | 1923 | 2614 | 4245 | 5965 | 6858 | 63,94 | 8,98 | 91468 | 2900 | 10190 | 13,35 | 1726 | 162650 | | | | | |
| | + 6 | 109 | 3,90 | 1996 | 2690 | 4369 | 6138 | 7059 | 66,22 | 9,05 | 99584 | 3025 | 11003 | 13,59 | 1826 | 180785 | | | | | |
| 30 | + 4 | 101 | 3,95 | 2214 | 3026 | 4920 | 6902 | 7946 | 73,07 | 10,99 | 119485 | 3461 | 10875 | 15,49 | 1752 | 210949 | | | | | |
| | + 5 | 111 | 4,20 | 2286 | 3113 | 5062 | 7100 | 8175 | 75,35 | 10,68 | 131196 | 3596 | 12285 | 15,63 | 1852 | 235153 | | | | | |
| | + 6 | 121 | 4,45 | 2359 | 3194 | 5195 | 7284 | 8389 | 77,64 | 10,50 | 142388 | 3722 | 13564 | 15,80 | 1952 | 259844 | | | | | |
| 35 | + 4 | 114 | 4,40 | 2576 | 3516 | 5721 | 8015 | 9236 | 84,49 | 12,32 | 165636 | 4138 | 13447 | 17,91 | 1953 | 307703 | | | | | |
| | + 5 | 124 | 4,65 | 2649 | 3608 | 5872 | 8225 | 9480 | 86,77 | 11,91 | 180282 | 4279 | 15137 | 18,02 | 2053 | 339968 | | | | | |
| | + 6 | 134 | 4,90 | 2722 | 3694 | 6013 | 8420 | 9707 | 89,06 | 11,64 | 194123 | 4408 | 16678 | 18,16 | 2153 | 372672 | | | | | |
| 40 | + 4 | 127 | 4,85 | 2940 | 4002 | 6516 | 9119 | 10517 | 95,91 | 13,60 | 219772 | 4819 | 16165 | 20,38 | 2145 | 426495 | | | | | |
| | + 5 | 137 | 5,10 | 3012 | 4099 | 6676 | 9341 | 10775 | 98,19 | 13,10 | 237554 | 4964 | 18134 | 20,45 | 2245 | 470169 | | | | | |
| | + 6 | 147 | 5,35 | 3085 | 4190 | 6824 | 9547 | 11014 | 100,47 | 12,75 | 254229 | 5097 | 19943 | 20,56 | 2345 | 512207 | | | | | |
| 45 | + 4 | 139 | 5,25 | 3303 | 4485 | 7306 | 10217 | 11791 | 107,32 | 14,83 | 281999 | 5501 | 19021 | 22,79 | 2352 | 574699 | | | | | |
| | + 5 | 149 | 5,50 | 3375 | 4587 | 7474 | 10450 | 12062 | 109,61 | 14,25 | 303099 | 5652 | 21269 | 22,84 | 2452 | 626732 | | | | | |
| | + 6 | 159 | 5,75 | 3448 | 4682 | 7629 | 10666 | 12312 | 111,89 | 13,82 | 322775 | 5788 | 23347 | 22,92 | 2552 | 679077 | | | | | |
| LARGHEZZE RESISTENTI A TAGLIO (cm/m) (bw) | | | | | | | | | | PERIMETRO DI CONTATTO FRA TRAVETTI E GETTO (cm/m) (bs) | | | | | | | | | | | |
| 24,00 | | | | | | | | | | 38,20 | | | | | | | | | | | |

| F1 | | MOMENTI NEGATIVI DI ROTTURA RIFERITI ALLA STRISCI DI SOLAIO LARGA 1 METRO (kNm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ALTEZZA SOLAIO | MONOTRAVE 9x12 | DIAMETRI OGNI 50 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 8 | 10 | 8 | 8 | 10 | 10 | 12 | 10 | 12 | 14 | 12 | 12 | 12 | 14 | 14 | 14 | 16 | 16 | 18 | |
| SEZIONE ARMATURA (cm ² /m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | H cm | 1,00 | 1,58 | 2,01 | 2,58 | 3,14 | 3,84 | 4,52 | 4,72 | 5,34 | 6,16 | 6,78 | 7,60 | 8,42 | 9,24 | 10,18 | 11,12 | 12,06 | 14,20 | 15,26 |
| 12 | +4 | 511 | 794 | 997 | 1254 | 1496 | 1780 | 2039 | 2113 | 2333 | 2606 | 2798 | 3033 | 3240 | 3410 | 3489 | 3559 | 3621 | — | — | |
| | +5 | 548 | 853 | 1073 | 1352 | 1616 | 1927 | 2212 | 2294 | 2537 | 2841 | 3057 | 3324 | 3562 | 3786 | 4034 | 4125 | 4200 | — | — | |
| | +6 | 586 | 913 | 1148 | 1450 | 1735 | 2074 | 2385 | 2474 | 2742 | 3077 | 3317 | 3615 | 3884 | 4139 | 4424 | 4697 | 4818 | — | — | |
| 16 | +4 | 662 | 1031 | 1300 | 1645 | 1973 | 2366 | 2731 | 2835 | 3150 | 3548 | 3836 | 4197 | 4538 | 4857 | 5198 | 5510 | 5591 | 5747 | 5820 | |
| | +5 | 699 | 1091 | 1375 | 1743 | 2091 | 2512 | 2904 | 3016 | 3355 | 3784 | 4095 | 4488 | 4860 | 5210 | 5587 | 5936 | 6202 | 6409 | 6502 | |
| | +6 | 737 | 1150 | 1451 | 1840 | 2210 | 2657 | 3076 | 3195 | 3559 | 4020 | 4354 | 4778 | 5182 | 5564 | 5976 | 6361 | 6713 | 7121 | 7229 | |
| 18 | +4 | 737 | 1150 | 1451 | 1840 | 2210 | 2657 | 3076 | 3196 | 3559 | 4020 | 4354 | 4778 | 5182 | 5564 | 5976 | 6361 | 6718 | 7013 | 7094 | |
| | +5 | 775 | 1210 | 1527 | 1938 | 2329 | 2803 | 3248 | 3376 | 3763 | 4255 | 4614 | 5069 | 5504 | 5917 | 6366 | 6786 | 7179 | 7692 | 7783 | |
| | +6 | 812 | 1269 | 1602 | 2034 | 2448 | 2948 | 3419 | 3555 | 3968 | 4492 | 4873 | 5360 | 5826 | 6271 | 6755 | 7212 | 7641 | 8045 | 8522 | |
| 20 | +4 | 812 | 1269 | 1602 | 2034 | 2448 | 2948 | 3419 | 3555 | 3968 | 4492 | 4873 | 5360 | 5826 | 6271 | 6755 | 7212 | 7641 | 8045 | 8522 | |
| | +5 | 849 | 1328 | 1678 | 2132 | 2566 | 3093 | 3591 | 3734 | 4172 | 4727 | 5133 | 5651 | 6148 | 6625 | 7145 | 7637 | 8103 | 8654 | 9241 | 10011 |
| | +6 | 887 | 1388 | 1753 | 2228 | 2685 | 3238 | 3762 | 3913 | 4374 | 4963 | 5392 | 5942 | 6470 | 6978 | 7535 | 8062 | 8564 | 9601 | 10011 | |
| 25 | +4 | 1000 | 1567 | 1979 | 2519 | 3040 | 3674 | 4275 | 4449 | 4982 | 5668 | 6170 | 6814 | 7438 | 8039 | 8703 | 9339 | 9947 | 11231 | 11813 | |
| | +5 | 1039 | 1626 | 2055 | 2616 | 3157 | 3818 | 4446 | 4628 | 5184 | 5901 | 6429 | 7105 | 7759 | 8392 | 9093 | 9764 | 10410 | 11774 | 12396 | |
| | +6 | 1076 | 1685 | 2131 | 2713 | 3276 | 3965 | 4618 | 4807 | 5386 | 6135 | 6688 | 7396 | 8081 | 8746 | 9481 | 10190 | 10871 | 12317 | 12980 | |
| 30 | +4 | 1190 | 1864 | 2358 | 3005 | 3630 | 4400 | 5130 | 5342 | 5990 | 6827 | 7445 | 8239 | 9004 | 9747 | 10568 | 11359 | 12118 | 13731 | 14470 | |
| | +5 | 1227 | 1923 | 2434 | 3102 | 3748 | 4544 | 5301 | 5520 | 6192 | 7061 | 7702 | 8529 | 9327 | 10101 | 10957 | 11784 | 12580 | 14274 | 15054 | |
| | +6 | 1265 | 1983 | 2508 | 3199 | 3866 | 4688 | 5471 | 5698 | 6395 | 7294 | 7960 | 8819 | 9649 | 10454 | 11340 | 12209 | 13041 | 14818 | 15638 | |
| 35 | +4 | 1378 | 2182 | 2736 | 3488 | 4221 | 5122 | 5982 | 6233 | 7000 | 7993 | 8730 | 9684 | 10615 | 11515 | 12515 | 13486 | 14425 | 16448 | 17389 | |
| | +5 | 1417 | 2221 | 2812 | 3585 | 4338 | 5266 | 6153 | 6411 | 7201 | 8226 | 8987 | 9973 | 10935 | 11868 | 12905 | 13911 | 14887 | 16991 | 17973 | |
| | +6 | 1454 | 2282 | 2888 | 3683 | 4457 | 5411 | 6324 | 6589 | 7403 | 8460 | 9244 | 10261 | 11254 | 12222 | 13298 | 14337 | 15347 | 17533 | 18557 | |
| 40 | +4 | 1567 | 2459 | 3114 | 3974 | 4811 | 5843 | 6833 | 7121 | 8007 | 9157 | 10013 | 11125 | 12213 | 13277 | 14463 | 15613 | 16733 | 19164 | 20308 | |
| | +5 | 1606 | 2519 | 3190 | 4072 | 4928 | 5988 | 7004 | 7300 | 8208 | 9390 | 10270 | 11413 | 12532 | 13629 | 14852 | 16039 | 17195 | 19707 | 20893 | |
| | +6 | 1644 | 2579 | 3267 | 4169 | 5046 | 6133 | 7173 | 7477 | 8411 | 9623 | 10526 | 11700 | 12852 | 13978 | 15243 | 16464 | 17656 | 20251 | 21476 | |
| 45 | +4 | 1757 | 2759 | 3493 | 4459 | 5401 | 6566 | 7682 | 8008 | 9013 | 10321 | 11294 | 12563 | 13807 | 15030 | 16402 | 17740 | 19040 | 21881 | 23228 | |
| | +5 | 1796 | 2817 | 3570 | 4557 | 5520 | 6710 | 7853 | 8187 | 9213 | 10553 | 11551 | 12849 | 14127 | 15380 | 16788 | 18165 | 19501 | 22423 | 23812 | |
| | +6 | 1834 | 2877 | 3645 | 4654 | 5638 | 6854 | 8023 | 8365 | 9416 | 10786 | 11806 | 13137 | 14445 | 15729 | 17174 | 18589 | 19963 | 22968 | 24395 | |

Tabelle caratteristiche costruttive e resistenti travetto precompresso 9x12