ARCHITETTO STEFANIA PULCINO

via Consortile Vitulanese, 97 - 82037 Foglianise (BN) - cell.: 3881150323 - e.mail.: stefania.pulcino@hotmail.it - pec.: stefania.pulcino@archiworldpec.it

COMUNE DI CERCOLA

Provincia di Napoli

PROGETTO ESECUTIVO

Riqualificazione architettonica, adeguamento funzionale, messa in sicurezza sismica ed impiantistica della Palestra Scolastica - I. C. De Luca Picione - Scuola Elementare

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

01 S

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE: PREMESSE E SINTESI

COMMITTENTE:	Amministrazione Comunale
UBICAZIONE:	Via Aldo Moro, 80040 - Cercola (NA)
DATA:	Marzo 2023

Il Progettista
(arch. Stefania Pulcino)

ORDINE DEGLI ARCHITETTI - PIANIFICATORI - PAESAGGISTI E CONSERVATORI - PROVINCIA DI BENEVENTO
STEFANIA PULCINO
ARCHITETTO
N° 978

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Indice:

- Descrizione della costruzione *pag. 2*
- Analisi storico critica *pag. 2*
- Unità strutturale *pag. 3*
- Descrizione delle indagini effettuate e livello di conoscenza *pag. 4*
- Carenze strutturali *pag. 7*
- Descrizione dei modelli strutturali adottati, delle analisi effettuate e delle ipotesi di calcolo assunte *pag. 7*
- Caratterizzazione sismica del sito *pag. 17*
- Caratterizzazione geotecnica e fondazioni *pag. 21*
- Modellazione struttura *pag. 24*
- Descrizione degli interventi *pag. 27*
- Sicurezza degli impianti *pag. 27*
- Azioni controllabili dall'uomo, e azioni non controllabili *pag. 29*
- Sintesi dei risultati pre e post intervento e indicatori di rischio sismico *pag. 35*
- Visualizzazione dei principali risultati *pag. 39*
- Codice di calcolo, solutore e affidabilità dei risultati *pag. 45*
- Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità *pag. 46*

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

DESCRIZIONE DELLA COSTRUZIONE

Il corpo “B” rappresenta la porzione destinata a palestra e spogliatoio. Per le dimensioni si rimanda alla tabella riassuntiva allegata nei tabulati.

La copertura è piana.

Ha struttura portante intelaiata in cemento armato. I solai della palestra sono del tipo con copponi prefabbricati in c.a.p.

Le fondazioni sono costituite da plinti in cemento armato collegati da travi nelle due direzioni.

La struttura è giuntata rispetto alla confinante.

ANALISI STORICO CRITICA

La scuola è stata realizzata negli anni ’80. Il progetto riporta la data del 1984 e l’approvazione del progetto esecutivo è del 1986. I calcoli sono stati eseguiti al computer e fanno riferimento alle norme tecniche contenute nel DM 19/6/1984. è stato eseguito per zona sismica di seconda categoria, con S=9 e I=1,20. I sovraccarichi accidentali previsti per i solai di calpestio sono di 350 kg/m^2, 150 kg/m^2 per la copertura. Si tratta di sovraccarichi maggiori di quelli previsti dall’attuale normativa.

È disponibile il progetto originario, che riporta le carpenterie, le armature, i particolari costruttivi, oltre che i materiali, in particolare acciaio FeB38k controllato e calcestruzzo Rbk 250 kg/cm^2.

L’edificio è stato costruito in un'unica fase e non si riconoscono aggiunte successive.

Non risultano effetti di traumi, né modifiche delle condizioni al contorno, né cambi di destinazione d’uso.

Non sono presenti dissesti o fessure significative e non risultano interventi

pregressi.

UNITÀ STRUTTURALE

Il fabbricato è composto da tre corpi strutturalmente indipendenti, che sono stati analizzati in maniera separata.

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

DESCRIZIONE DELLE INDAGINI EFFETTUATE E LIVELLO DI CONOSCENZA

Il livello di conoscenza raggiunto è LC2, con **fattore di confidenza FC = 1,2**. Si riporta, di seguito, la descrizione rilevabile dalla circolare n. 7 del 21/1/2019.

Livello di conoscenza LC2:

LC2: si intende raggiunto quando sia stata effettuata l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato (con riferimento al § C8.5.1), la geometria della struttura sia nota in base ai disegni originali (effettuando un rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni) o a un rilievo, i dettagli costruttivi siano noti, o parzialmente dai disegni costruttivi originali integrati da ***indagini limitate*** in situ sulle armature e sui collegamenti presenti negli elementi piu importanti,o (con riferimento al § C8.5.2) a seguito di una ***indagine estesa*** in situ (i dati raccolti devono essere tali da consentire, nel caso si esegua un'analisi lineare, verifiche locali di resistenza, oppure la messa a punto di un modello strutturale non lineare), le caratteristiche meccaniche dei materiali siano note in base ai disegni costruttivi, integrati da ***prove limitate*** in situ (se i valori ottenuti dalle prove in situ sono minori dei corrispondenti valori indicati nei disegni di progetto, si eseguono ***prove estese*** in situ),o con ***prove estese*** in situ(con riferimento al § C8.5.3); il corrispondente fattore di confidenza e **FC=1,2**. La valutazione della sicurezza e eseguita mediante metodi di analisi lineare o non lineare, statici o dinamici; le informazioni raccolte sulle dimensioni degli elementi strutturali, insieme a quelle riguardanti i dettagli strutturali, devono consentire la messa a punto di un modello strutturale idoneo.

Tabella C8.5.IV – *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	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e ***indagini limitate*** in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e ***prove limitate*** in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Elaborati progettuali incompleti con ***indagini limitate*** in situ; in alternativa ***indagini estese*** in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con ***prove limitate*** in situ; in alternativa da ***prove estese*** in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con ***indagini limitate*** in situ; in alternativa ***indagini esaustive*** in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con ***prove estese*** in situ; in alternativa da ***prove esaustive*** in situ	Tutti	1,00

(*) A meno delle ulteriori precisazioni già fornite nel § C8.5.4.

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Per quanto riguarda la **geometria**, è stato eseguito un rilievo che ha confermato i grafici strutturali disponibili..

Per i **dettagli costruttivi**, sono state eseguite verifiche della presenza delle armature, in particolare con una serie di prove paco metriche, descritte nella relazione sulle prove.

Per quanto riguarda la **resistenza dei materiali**, i grafici originari prevedono acciaio FeB38k controllato e calcestruzzo Rbk 250 kg/cm^2.

Si riporta la tabella con i risultati delle prove a compressione sulle carote:

Provino	Resistenza (N/mmq)
C1	38.80
C2	35.31
C3	38.42
C4	20.14
C5	29.01
C6	35.98
Resistenza media:	32.94

Ne deriva:

Resistenza media in opera: kg/cm^2 329.4

fck = resistenza media/FC = 329.4/1,20 = kg/cm^2 274.5

compatibile con calcestruzzo Rbk 250 kg/cm^2.

Per quanto riguarda l'acciaio, dalle prove si ricava:

Provino	Resistenza (N/mmq)
D1	624.60
D2	569.40
D3	634.80
D4	613.20
Resistenza media:	610.50

Resistenza media: kg/cm^2 6105

fyk = resistenza media/FC = 6105/1,20 = kg/cm^2 5087

compatibile con acciaio FeB38k controllato

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

CARENZE STRUTTURALI

L'analisi sismica non lineare, per tutti e tre i corpi, ha evidenziato un coefficiente di sicurezza piuttosto basso, mettendo in evidenza una insufficiente prestazione nei confronti delle azioni sismiche. L'insufficienza delle prestazioni antisismiche è da attribuire soprattutto dalle limitate dimensioni dei pilastri e dalla loro scarsa armatura, oltre che all'insufficiente confinamento dei nodi.

DESCRIZIONE DEI MODELLI STRUTTURALI ADOTTATI, DELLE ANALISI EFFETTUATE E DELLE IPOTESI DI CALCOLO ASSUNTE

Classe d'uso:

III

Metodo di calcolo:

Sono state eseguite due distinte analisi non lineari: la prima per lo stato di fatto, la seconda per la configurazione di progetto.

Per ciascuna di esse, nei tabulati, si allegano le tabelle con i risultati generali relativi alle singole curve di push-over e, a seguire, i dettagli delle verifiche.

Il livello di conoscenza può considerarsi ***LC2***.

Il ***fattore di confidenza***, pertanto, è ***FC = 1,2***.

La struttura è stata schematizzata come un telaio tridimensionale.

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando vari elementi di libreria specializzati per schematizzare i vari elementi strutturali. In particolare gli elementi del telaio sono stati schematizzati con elementi asta a due

nodi deformabili assialmente, a flessione e taglio, utilizzando funzioni di forma cubiche di Hermite. Tale modello finito ha la caratteristica di fornire la soluzione esatta in campo elastico lineare, per cui non necessita di ulteriore suddivisioni interne degli elementi strutturali.

Nel modello sono stati tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi. I vincoli tra i vari elementi strutturali e quelli con il terreno sono stati modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale.

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Azione sismica

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le Costruzioni".

In particolare il procedimento per la definizione degli spettri di progetto per i vari Stati Limite per cui sono state effettuate le verifiche è stato il seguente:

- Definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, il cui uso combinato ha portato alla definizione del Periodo di Riferimento dell'azione sismica.
- Individuazione, tramite latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base a_g, F_0 e T_c per tutti e quattro gli Stati Limite previsti (SLO, SLD, SLV e SLC); l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio.
- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.
- Calcolo del periodo T_c corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

I dati così calcolati sono stati utilizzati per determinare gli Spettri di Progetto nelle verifiche agli Stati Limite considerate.

DATI GENERALI DI STRUTTURA

D A T I G E N E R A L I D I S T R U T T U R A			
P A R A M E T R I S I S M I C I			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	TERZA
Longitudine Est (Grd)	14.35466	Latitudine Nord (Grd)	40.85858
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1.00000
Sistema Costruttivo Dir.1	C.A.	Sistema Costruttivo Dir.2	C.A.
Regolarita' in Altezza	NO(KR=.8)	Regolarita' in Pianta	NO
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0.00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.			
Probabilita' Pvr	0.81	Periodo di Ritorno Anni	45.00
Accelerazione Ag/g	0.06	Periodo T'c (sec.)	0.31
Fo	2.34	Fv	0.76
Fattore Stratigrafia'Ss'	1.50	Periodo TB (sec.)	0.16
Periodo TC (sec.)	0.47	Periodo TD (sec.)	1.83
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0.63	Periodo di Ritorno Anni	75.00
Accelerazione Ag/g	0.08	Periodo T'c (sec.)	0.32
Fo	2.33	Fv	0.87
Fattore Stratigrafia'Ss'	1.50	Periodo TB (sec.)	0.16
Periodo TC (sec.)	0.49	Periodo TD (sec.)	1.90
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0.10	Periodo di Ritorno Anni	712.00
Accelerazione Ag/g	0.19	Periodo T'c (sec.)	0.34
Fo	2.42	Fv	1.44
Fattore Stratigrafia'Ss'	1.42	Periodo TB (sec.)	0.17
Periodo TC (sec.)	0.51	Periodo TD (sec.)	2.38
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0.05	Periodo di Ritorno Anni	1462.00
Accelerazione Ag/g	0.24	Periodo T'c (sec.)	0.35
Fo	2.51	Fv	1.67
Fattore Stratigrafia'Ss'	1.34	Periodo TB (sec.)	0.17
Periodo TC (sec.)	0.52	Periodo TD (sec.)	2.57
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1.15	Calcestruzzo CLS armato	1.50
Legno per comb. eccez.	1.00	Legno per comb. fondament.:	1.50
Livello conoscenza	LC2		
FRP Collasso Tipo 'A'	1.10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1.20
FRP Collasso Tipo 'B'	1.25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1.50
FRP Resist. Press/Fless	1.00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1.20
FRP Resist. Confinamento	1.10		

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Analisi non lineare

Trattandosi di analisi non lineare, la verifica si effettua confrontando la domanda di spostamento con la capacità dello spostamento ultimo. È stata eseguita, inoltre, la verifica degli spostamenti relativi. L'analisi è stata effettuata in base alle indicazioni del par. 7.3.4.2.

La struttura è stata sottoposta a due ordini di distribuzione di forze, incrementate monotonamente: proporzionale alle forze calcolate con un'analisi sismica dinamica, una alle masse.

Sono stati eseguiti push-over nelle quattro direzioni principali. Per ciascuna direzione si è associato il 30% del sisma nella direzione ortogonale.

I carichi considerati, in funzione dei quali sono state assunte le distribuzioni di forze, sono quelli tipicamente associati all'azione sismica:

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \ldots$$

Modello di calcolo analisi non lineare

È stato verificato che il rapporto tra la domanda elastica di tagliante alla base e la resistenza del sistema SDOF equivalente non superi il valore 3, secondo il paragrafo 7.8.1.6 delle norme.

Il sistema strutturale è stato associato a uno equivalente a un grado di libertà.

I passi significativi della procedura di push-over sono di seguito schematicamente riassunti:

- *determinazione del legame forza-spostamento generalizzato;*
- *schematizzazione del sistema bi-lineare equivalente;*
- *ricerca della risposta massima del sistema equivalente in termini di spostamento;*
- *conversione nella risposta effettiva dell'edificio.*

Nelle pagine di output sono riportati i risultati dell'analisi non lineare. Tra i diversi parametri che ne descrivono gli esiti, vengono riportati:

- *la massa totale del sistema equivalente*
- *il tagliante massimo alla base della struttura reale*
- *il coefficiente di partecipazione relativo alla distribuzione di forze orizzontali utilizzate nell'analisi della Push-Over*
- *la resistenza allo snervamento del sistema ad un grado di libertà equivalente*
- *la rigidezza all'origine del sistema ad un grado di libertà equivalente*
- *lo spostamento a cui corrisponde lo snervamento del sistema ad un grado di libertà equivalente*
- *il periodo proprio del sistema ad un grado di libertà equivalente*
- *il rapporto tra la rigidezza incrudente e la rigidezza all'origine del sistema ad un grado di libertà equivalente*
- *il rapporto tra il tagliante ultimo e il tagliante a cui corrisponde la formazione della prima cerniera plastica. Per le strutture esistenti tale valore può assumere valori molto alti in quanto per bassi valori di forze orizzontali spesso viene raggiunto il limite elastico in qualche sezione*
- *il attore di struttura (q) calcolato "a posteriori" in funzione delle effettive risorse*

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

anelastiche della struttura

- *il oefficiente di smorzamento di un oscillatore elasto-viscoso che dissipa per viscosità la stessa energia della struttura*
- *la duttilità misurata sul legame bilatero del sistema elastoplastico equivalente come rapporto tra lo spostamento ultimo (fine del tratto orizzontale) e lo spostamento al limite elastico (inizio tratto orizzontale)*
- *il rapporto tra la domanda elastica di tagliante alla base e la resistenza del sistema SDOF equivalente. Viene utilizzato solo per le struttura in muratura in qual caso non può superare il valore 3*

Per quanto riguarda i parametri del sistema equivalente a un grado di libertà,

m* (nei tabulati "massa SDOF") = $\Sigma mi \times \Phi i$

Γ (nei tabulati "coefficiente di partecipazione") = $\Sigma mi \times \Phi i / \Sigma mi \times \Phi i^2$

con sommatorie estese da 1 a n, con "n" pari al numero dei piani;
mi è la massa del piano i-esimo
Φi è l'autovettore del primo modo di vibrare normalizzato al punto di controllo

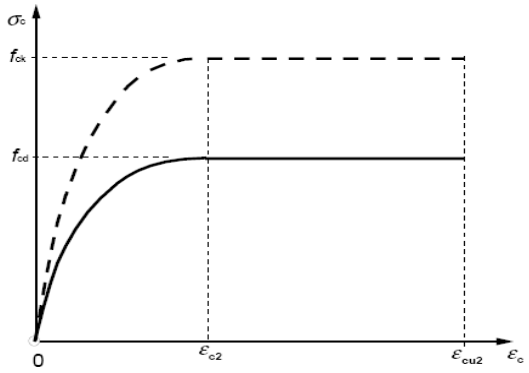
Altri parametri sono riportati nei tabulati.

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

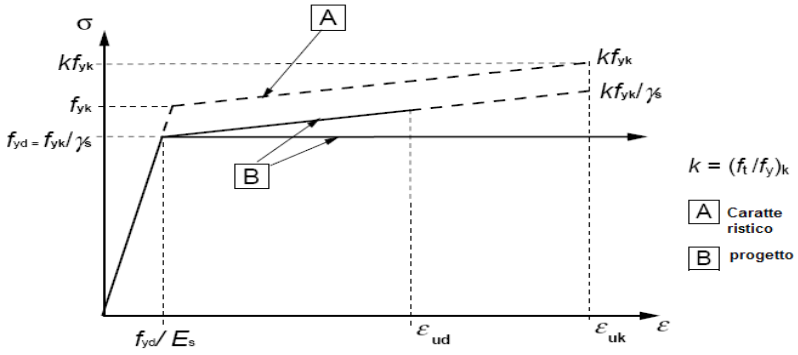
Legami costitutivi

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



Legame costitutivo di progetto parabola-rettangolo per il calcestruzzo.

Il valore ε_{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.

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Verifiche di regolarità

Una struttura è regolare in pianta o in elevazione se rispetta i requisiti previsti dal punto 7.2.1 delle NTC 2018, di seguito elencati:

regolarità in pianta

a) la distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell'orizzontamento e, per ogni rientranza, l'area compresa tra il perimetro dell'orizzontamento e la linea convessa circoscritta all'orizzontamento non supera il 5% dell'area dell'orizzontamento;
b) il rapporto tra i lati del rettangolo circoscritto alla pianta di ogni orizzontamento è inferiore a 4;
c) ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l'efficacia di tale distribuzione.

regolarità in altezza

d) tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l'altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell'edificio;
e) massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25%, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o di pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base;
f) il rapporto tra la capacità e la domanda allo SLV non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall'analogo rapporto calcolato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti;

g) eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.

La struttura è stata considerata non regolare né in pianta, né in elevazione (né nello stato di fatto, né in quello di progetto), a vantaggio di sicurezza.

Per quanto riguarda la ***distribuzione degli elementi non strutturali***, non vi sono elementi all'origine di una distribuzione fortemente irregolare capace di creare significative eccentricità.

Nel caso di verifica non lineare, comunque, le valutazioni di regolarità sono ininfluenti, in quanto il fattore di struttura emerge dal calcolo.

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Fattore di comportamento

Nell’analisi non lineare il fattore di comportamento non è un dato di input, ma rappresenta un risultato dell’analisi. Nelle tabelle di output sono riportati i valori dei fattori di struttura relativi alle diverse curve di pushover.

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Per quanto concerne la classificazione sismica dei suoli si è proceduto come disciplinato dal D.M. 17.01.2018 nel cap. 3.2.2 .

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni propongono l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A – B – C – D – E) tipologie di suoli (più altri due speciali: S1 e S2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}).

In particolare:

A. **Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi**, caratterizzati da valori di V_{S30} superiore a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore pari a 3 mt;

B. **Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**, con spessori superiori a 30 mt, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec;

C. Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiore a 30 mt, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec;

D. Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiore ai 30 mt, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} inferiori a 180 m/sec;

E. Terreni dei sottosuoli di tipo C o D, per spessore non superiore a 20 mt, posti sul substrato di riferimento con $V_{S30} > 800$ m/sec.

Come detto in precedenza, in aggiunta a queste categorie, se ne sono definite altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1. Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{S30} < 100$ m/sec , (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 metri di terreno a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 mt di torba o di argilla altamente organiche*;*

S2. Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

L'appartenenza ad una delle categorie di sottosuolo sopra definite, viene fatto attraverso la determinazione della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità (V_{S30}), oppure la resistenza

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

penetrometrica dinamica equivalente ($N_{SPT,30}$) o la resistenza non drenata equivalente ($c_{u,30}$), definite dalle seguenti espressioni:

$$\mathbf{V_{S30} = 30 / \sum (hi / Vs,i)}$$

$$\mathbf{N_{SPT,30} = \sum hi / \sum (hi / N_{SPT,i})}$$

$$\mathbf{c_{u,30} = \sum hi / \sum (hi / c_{u,i})}$$

dove si indica con:

hi = spessore dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 mt di profondità

Vs,i = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato

$N_{SPT,i}$ = numero di colpi N_{SPT} nell'i-esimo strato

$c_{u,i}$ = resistenza non drenata nell'i-esimo strato

Ai fini della definizione della categoria del sottosuolo, si fa riferimento al V_{S30}, determinato con una prova sismica del tipo MASW, dalla cui correlazione si ottiene un valore di V_{S30} compreso tra 360 e 800 m/s.

Ne consegue che il sottosuolo (3.2.II delle NTC) è di categoria "B".

Prospezione sismica	*$V_{S\,0\text{-}30}$ (m/s)*	*$V_{S\,3\text{-}33}$ (m/s)*	*Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)*
MASW n. 1	*[393 ÷ 394]*	*[453 ÷ 454]*	*B*

Tabella 4 : Categorie Suolo di fondazione ottenute dalla prospezione sismica MASW effettuata.

La categoria topografica è la T1.

Il coefficiente di amplificazione topografica è pari a 1,0. $S_T = 1$

I parametri descrittivi della pericolosità sismica di base, così come definiti al § 3.2 delle NTC e come descritti nella relazione tecnica generale e nella relazione di calcolo, sono di seguito riepilogati:

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	TERZA
Longitudine Est (Grd)	14.35366	Latitudine Nord (Grd)	40.87061
Categoria Suolo	B	Coeff. Condiz. Topogr.	1.00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.			
Probabilita' Pvr	0.81	Periodo di Ritorno Anni	45.00
Accelerazione Ag/g	0.06	Periodo T'c (sec.)	0.31
Fo	2.33	Fv	0.76
Fattore Stratigrafia'Ss'	1.20	Periodo TB (sec.)	0.14
Periodo TC (sec.)	0.43	Periodo TD (sec.)	1.83
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0.63	Periodo di Ritorno Anni	75.00
Accelerazione Ag/g	0.08	Periodo T'c (sec.)	0.32
Fo	2.33	Fv	0.87
Fattore Stratigrafia'Ss'	1.20	Periodo TB (sec.)	0.15
Periodo TC (sec.)	0.44	Periodo TD (sec.)	1.90
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0.10	Periodo di Ritorno Anni	712.00
Accelerazione Ag/g	0.19	Periodo T'c (sec.)	0.35
Fo	2.43	Fv	1.44
Fattore Stratigrafia'Ss'	1.20	Periodo TB (sec.)	0.16

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - FONDAZIONI

Le fondazioni sono costituite da plinti in c.a. e travi di collegamento. Le travi di collegamento forniscono un graticcio corrente nelle due direzioni ortogonali.

Non sono previste opere in fondazione.

L'area è stabile, priva di fenomeni evolutivi, esclusa dalle aree a rischio del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Territorio, redatto dall' ex Autorità di Bacino Campania Centrale.
È sostanzialmente pianeggiante, costituita da sabbie con gradi di addensamento crescente con la profondità.
La falda di base è assente nei primi 15 m.

È stata eseguita una prova penetrometrica dinamica pesante tipo DPSH, spinta fino al rifiuto. Tale prova è stata ritenuta sufficiente alle esigenze specifiche. Il volume significativo investigato appare sufficiente, avendo la prova raggiunto il rifiuto. Le caratteristiche della prova e i risultati sono descritti nella relazione geologica.

Si riassumono di seguito i caratteri fisico – meccanici del terreno, così come desunti dalla relazione geologica. Ad essa si rimanda anche per la correlazione tra i risultati della prova e i parametri geotecnici.

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Profondità (m)	Descrizione litologica	Nspt	Dr (%)	Φ(°)	γ (t/m3)	γ sat (t/m3)	E (Kg/cm²)	M (Kg/cm²)	v
0,00 - 1,00	Riporto in terreno sabbioso limoso	16	36	27	1,65	1,70	93	149	0,35
1,00 -2,60	Sabbia debolmente limosa poco addensta	5	25	24	1,55	1,60	30	59	0,39
2,60-4,00	Sabbia addensata	71	82	32	1,70	1,80	399	537	0,30

Dove Nspt : numero colpi prova SPT; Dr : Densità relativa; Φ= Angolo di resistenza al taglio; γ: peso di volume; γsat: peso di volume saturo; E : modulo di Young; M: Modulo Edometrico; v : coefficiente di Poisson

Lo strato di interesse, intercettato dal piano di posa delle fondazioni, è il secondo. Nei tabulati è stato assunto indefinitamente profondo.

Omissione verifiche in fondazione

In base al punto 8.3 delle NTC2018, è possibile omettere verifiche in fondazione, a condizione che:

- *nella costruzione non siano presenti importanti dissesti di qualsiasi natura attribuibili a cedimenti delle fondazioni e sia stato accertato che dissesti della stessa natura non si siano prodotti neppure in precedenza;*
- *si escludano fenomeni di ribaltamento e/ o scorrimento per effetto di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modifiche apportate al profilo del terreno o per le azion sismiche di progetto.*
- *Siano possibili fenomeni di liqufazione del terreno di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto.*

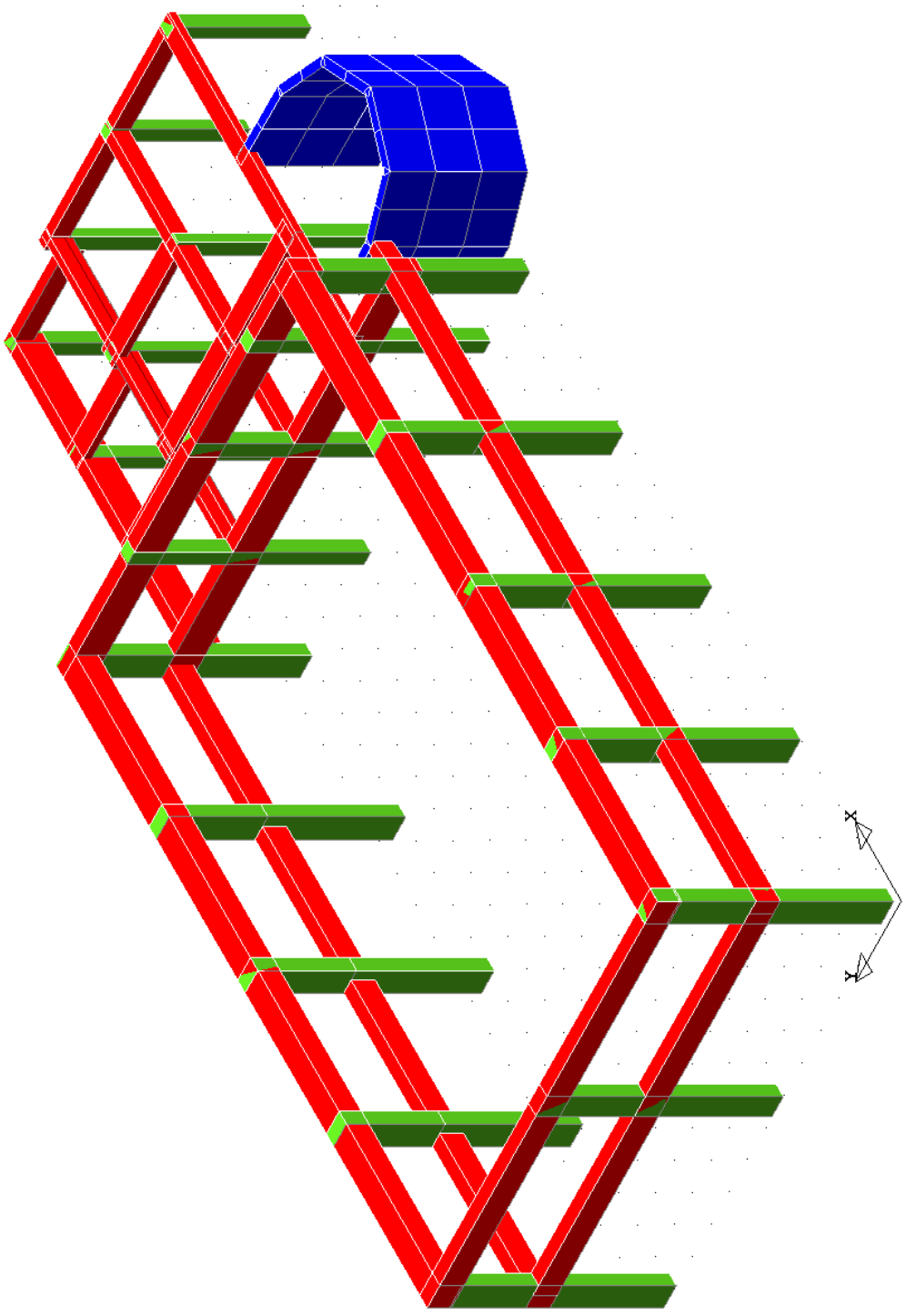
Nel caso specifico, sono assenti dissesti imputabili a insufficienze fondali, si escludono fenomeni di ribaltamento e di scorrimento, atteso l'elevato rapporto B/H della costruzione, sono esclusi fenomeni di liquefazione, per quanto visto.

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

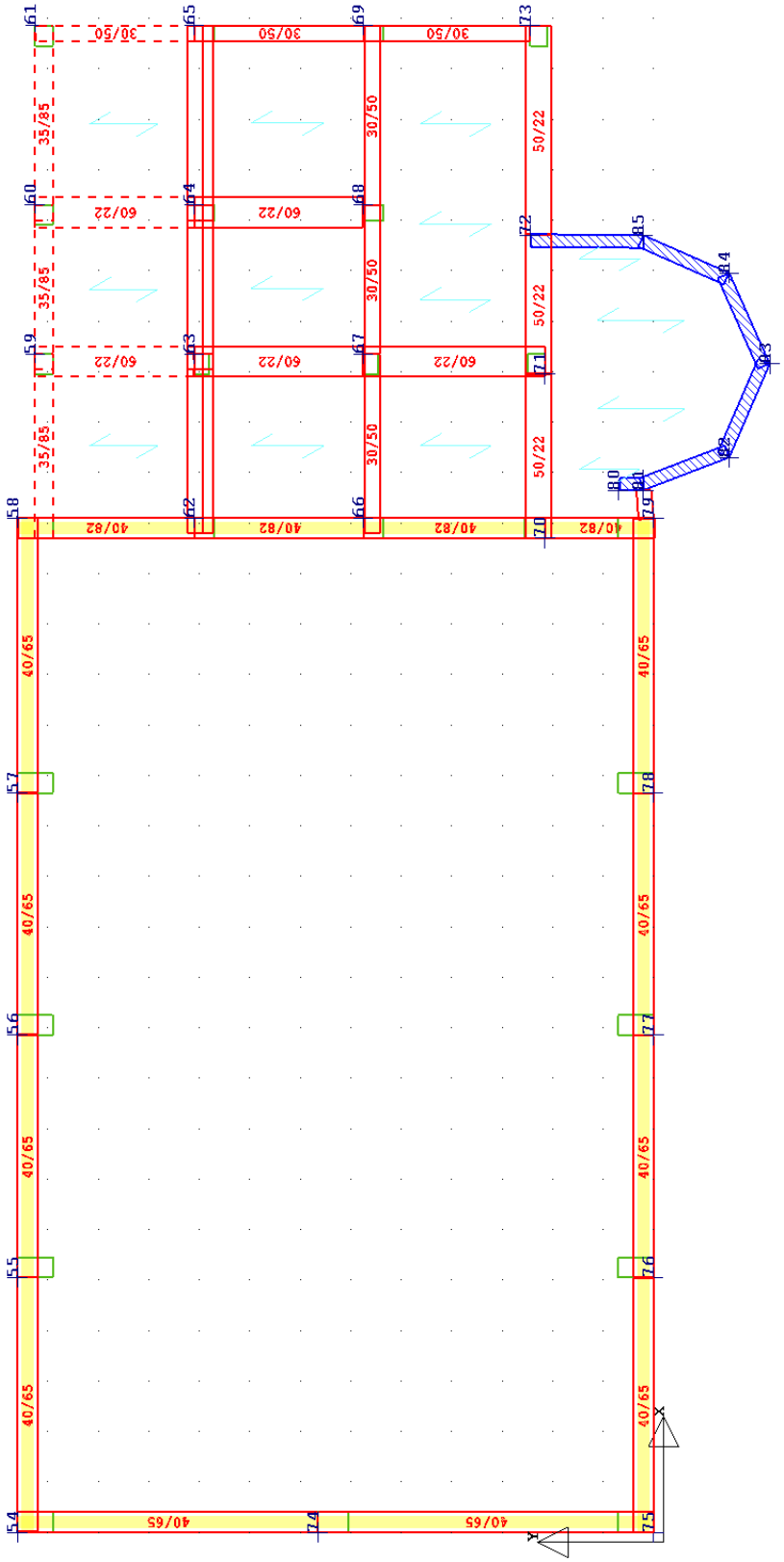
Modellazione struttura

CORPO “B” (palestra)



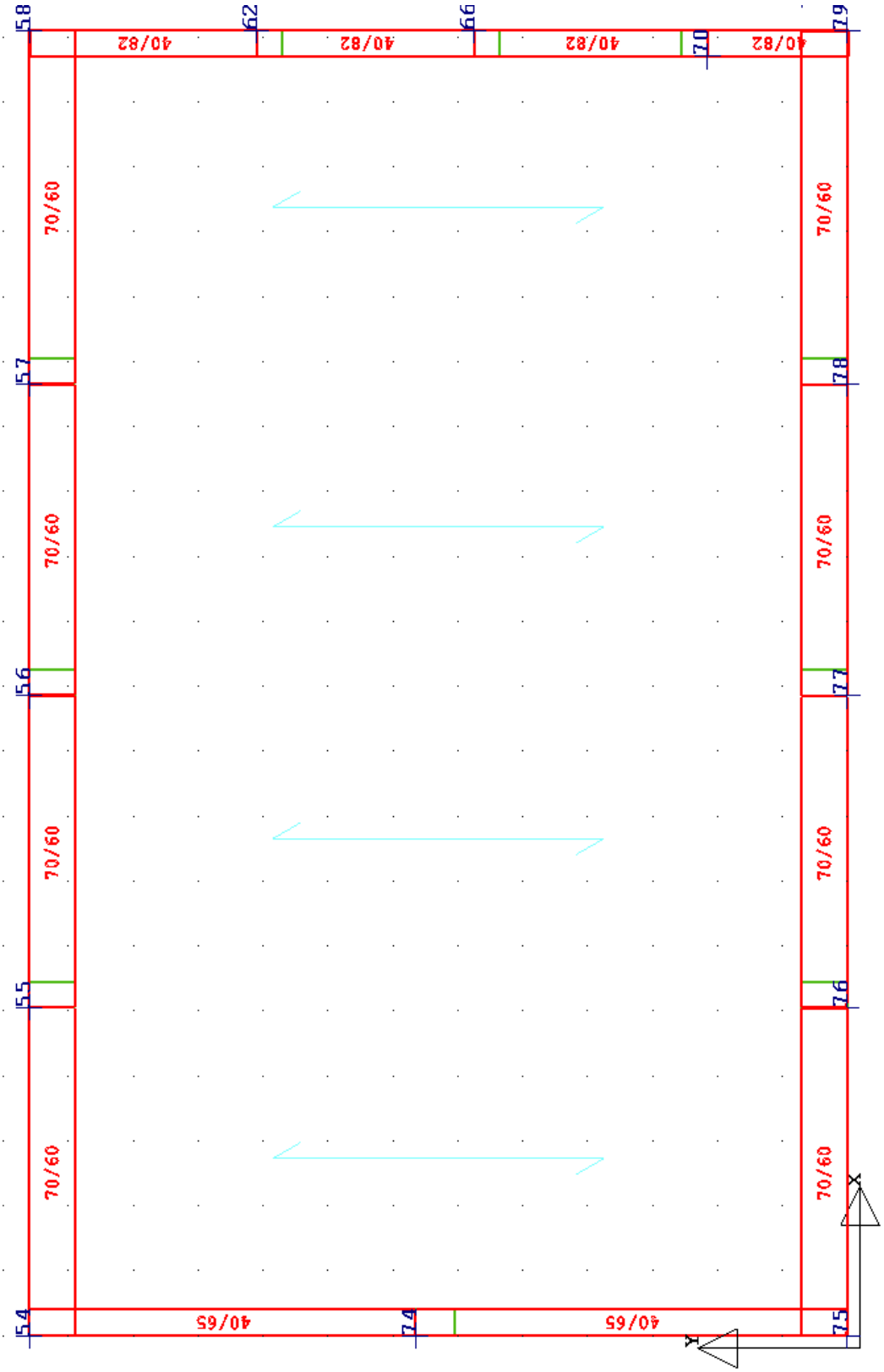
Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Numerazione fili – primo livello



Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Numerazione fili – secondo livello



Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Descrizione degli interventi

Avendo riscontrato una notevole carenza delle prestazioni antisismiche, dovute essenzialmente all'insufficiente armatura della parete in c.a. e alla rottura fragile di una trave particolarmente tozza tra la parete e la palestra, l'intervento in progetto prevede un ringrosso delle pareti per tutta la loro altezza, con incamiciatura in c.a. con l'inserimento di barre orizzontali e verticali, e nella creazione di una parete che inglobi la trave tozza.
Gli elementi incamiciati sono stati considerati monolitici, con piena aderenza tra il calcestruzzo vecchio e quello nuovo.

Sicurezza degli impianti

Le opere impiantistiche non interagiscono con gli SLU e gli SLE della struttura o di parti di essa.
In particolare, le opere di realizzazione degli impianti eviteranno l'inserimento di condutture in breccia, la creazione di nicchie e, più in generale, qualunque azione invasiva sulle strutture.
Per quanto riguarda la sicurezza degli impianti per i diversi stati limite, non sono previste componenti impiantistiche dotati di peso proprio significativo, tale da rappresentare una massa sismica che richieda apposite verifiche. Gli impianti sono del tipo ordinario, composti essenzialmente da tubazioni di diametro contenuto e di adeguata flessibilità. Nei tabulati di calcolo sono riportati gli spostamenti interpiano adimensionalizzati per tutti i fili della struttura per i diversi stati limite (per la configurazione di progetto). Gli spostamenti sono indicati in termini di *% u/h*, dove *u* è lo spostamento interpiano in corrispondenza del filo di riferimento, *h* è l'altezza interpiano.

Allo SLO e allo SLD è verificato che lo spostamento interpiano sia inferiore, rispettivamente, a 0,0033h e a 0,005h. Per lo SLV emergono valori dello spostamento interpiano sempre di un ordine di grandezza anch'esso assolutamente compatibile con la capacità deformativa delle tubazioni degli impianti, con le tolleranze delle staffature di sostegno, con le dimensioni dei cavedi per i loro alloggiamenti.

Per quanto riguarda gli SLE, si escludono condizioni che possano risultare significative per gli elementi impiantistici. Non si riscontrano frecce eccessive e i rapporti dimensionali degli orizzontamenti e degli elementi inflessi sono tali da escludere deformazioni in grado di danneggiare gli impianti.

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Azioni controllabili dall'uomo, e azioni non controllabili

Per quanto riguarda le **azioni controllabili dall'uomo**, esse consistono nei sovraccarichi permanenti e accidentali.

Per i sovraccarichi accidentali si fa riferimento alla Tabella 3.1.II del DM 17/1/2018, da cui si ottiene:

Sovraccarico accidentale copertura

Carichi accidentali: 50 kg/m^2 (come da Tab. 3.1.II, categ. H)

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

Categ.	Ambienti	q_k [kN/m^2]	Qk [kN]	Hk [kN/m]
A	**Ambienti ad uso residenziale.**			
	Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	**Uffici.**			
	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
C	**Ambienti suscettibili di affollamento.**			
	Cat. C1 – Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole	3,00	2,00	1,00
	Cat. C2 – Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 – Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sporte relative tribune	5,00	5,00	3,00
D	**Ambienti ad uso commerciale.**			
	Cat. D1 – Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 – Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie	5,00	5,00	2,00
E	**Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.**			
	Cat. E1 – Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	> 6,00	6,00	1,00*
	Cat. E2 – Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	-	-	-
F – G	**Rimesse e parcheggi.**			
	Cat. F – Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G – Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN, da valutarsi caso per caso	-	-	-
H	**Coperture e sottotetti.**			
	Cat. H1 – Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0,50	1,20	1,00
	Cat. H2 – Coperture praticabili	Secondo categoria di appartenenza		
	Cat. H3 – Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) 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

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

La verifica relativa a queste azioni è quella di tipo statico corrispondente alla combinazione fondamentale dei carichi:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \ldots \qquad [2.5.1]$$

dove:

G_1 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);

G_2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

P rappresenta pretensione e precompressione;

Q azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:

- di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
- di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;

Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;

$\gamma_g, \gamma_q, \gamma_p$ coefficienti parziali come definiti nella tabella 2.6.I del DM 14 gennaio 2008;

ψ_{0i} sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali G_2[1]	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

[1] Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

I valori dei coefficienti ψ_{2i} sono riportati nella seguente tabella:

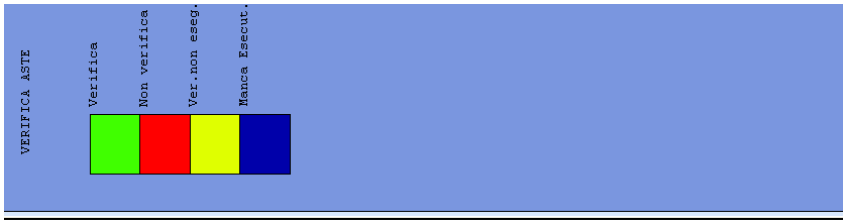
Categoria/Azione variabile	ψ0j	ψ 1j	ψ 2j
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 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 ≤ 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

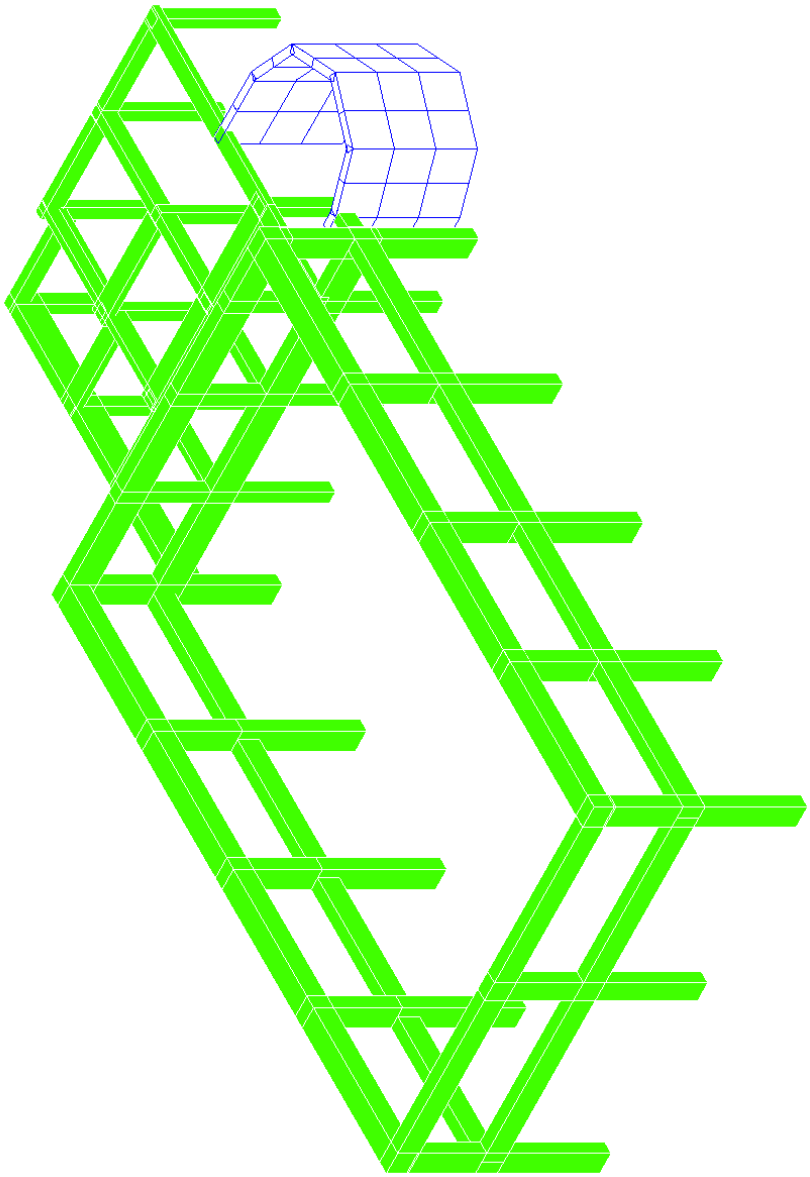
Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

La verifica ha restituito l'evidenza di prestazioni adeguate alle prescrizioni normative, come da tabulati di calcolo allegati negli appositi fascicoli, e come appare dai seguente report di verifica forniti da software, distinti per elementi aste e per elementi shell:

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

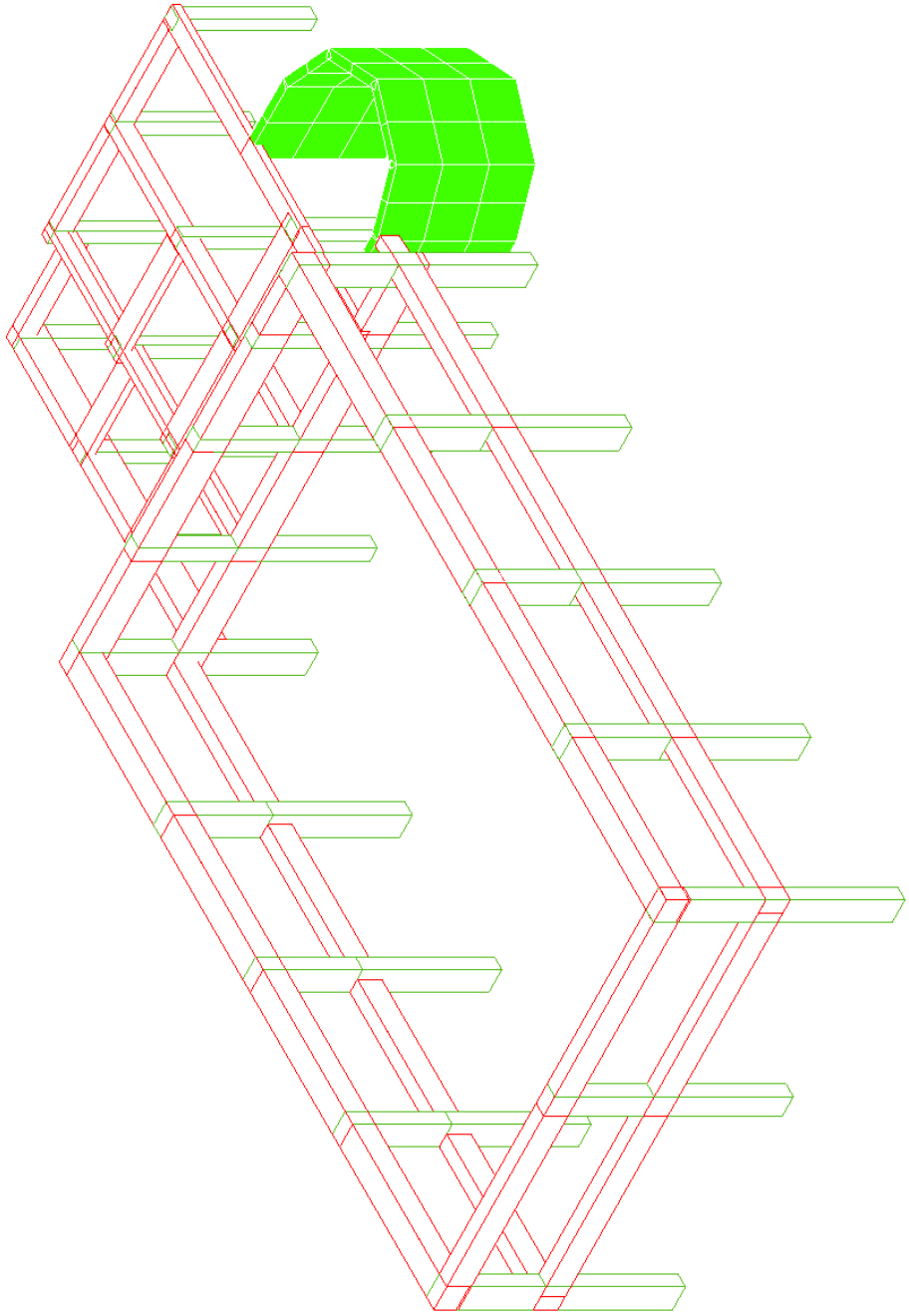




Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Per gli elementi shell





Per quanto riguarda le **azioni non controllabili dall'uomo**, data la trascurabilità dell'azione del vento su una struttura di tale massa, l'azione presa in considerazione è quella sismica. Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle verifiche sismiche e gli indicatori di rischio relativi.

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Sintesi dei risultati pre e post intervento e indicatori di rischio sismico

Per quanto riguarda le verifiche sismiche, nel caso di analisi statica non lineare la verifica di sicurezza consiste nel confronto tra la capacità di spostamento ultimo della costruzione e la domanda di spostamento.

Nei riepiloghi tabellari sono riportati anche i rapporti PGALV/PGA10%.

PGALV rappresenta la PGA corrispondente all'evento sismico che provoca il raggiungimento della capacità per lo stato limite di Salvaguardia della Vita. Prestazione definita dal raggiungimento della resistenza nel piano del primo pannello in muratura.

PGA10% rappresenta la PGA al bedrock del sisma atteso nel sito con la probabilità prevista per lo stato limite di salvaguardia della vita.

Negli stessi tabulati con i risultati generali sono anche riportati i valori del rapporto capacità/domanda espressi con il parametro $\mathbf{R_{CD}= (TR,C/TR,D)^a}$ **,** con a=0,41**.** Tali valori sono stati calcolati con riferimento alle linee guida nazionali e sono riportati, in ciascuna tabella, nell'ultima riga.

IR = PGALV/PGA10%= 0,548

Si riportano, di seguito, i risultati generali della push – over n. 4 relativa al corpo B:

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

RISULTATI GENERALI PUSH-OVER			
PUSH-OVER N.ro	4 -	Distrib.Forze Prop.Modo: -Fy +0.3*Fx	
Angolo Ingr. Sisma (Grd)	270	Numero collassi totali	1
Numero passo Resist.Max.	1	Numero passi significativi	1
Massa SDOF (t)	366.31	Taglio alla base max. (t)	194.56
Coeff. Partecipazione	1.14	Resistenza SDOF (t)	170.14
Rigidezza SDOF (t/m)	65932.60	Spostam. Snervam. SDOF mm	3
Periodo SDOF (sec)	0.15	Rapporto di incrudimento	0.000
Rapporto Alfau/alfa1	1.000	Fattore struttura	1.000
Coeff Smorzam.Equival.	5.000	Duttilita	1.000
STATO LIMITE DI OPERATIVITA'			
DOMANDA		CAPACITA'	
Spostamento mm	1.076	Spostamento mm	1.935
S.L. Operativita'	VERIFICATO	Numero passo precedente	0
PgaLO/g	0.106	PgaLO/Pga 81%	1.865
Rapporto q*=Fe/Fy	0.42	TrCLO	149.000
Vita Residua (anni)	164.667	(TrCLO/TDLO)^a	1.637
STATO LIMITE DI DANNO			
DOMANDA		CAPACITA'	
Spostamento mm	1.386	Spostamento mm	1.935
S.L. Danno	VERIFICATO	Numero passo precedente	0
PgaLD/g	0.106	PgaLD/Pga 63%	1.418
Rapporto q*=Fe/Fy	0.54	Asta3D Nro	
Vita Residua (anni)	98.667	TrCLD	149.000
----------		(TrCLD/TDLD)^a	1.326
STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA			
DOMANDA		CAPACITA'	
Spostamento mm	5.489	Spostamento mm	1.935
S.L. Salvaguardia Vita	NON VERIFICA	Numero passo precedente	0
PgaLV/g	0.106	PgaLV/Pga 10%	0.548
Rapporto q*=Fe/Fy	1.33	Asta3D Nro	36
Vita Residua (anni)	10.667	TrCLV	149.000
----------		(TrCLV/TDLV)^a	0.525
STATO LIMITE DI COLLASSO			
DOMANDA		CAPACITA'	
Spostamento mm	8.009	Spostamento mm	2.581
S.L. Collasso	NON VERIFICA	Numero passo precedente	1
PgaLC/g	0.133	PgaLC/Pga 5%	0.548
Rapporto q*=Fe/Fy	1.61	Asta3D Nro	36
Vita Residua (anni)	8.667	TrCLC	248.000
----------		(TrCLC/TDLC)^a	0.482

Si rimanda alle relazioni di calcolo per i risultati generali e di dettaglio delle varie pushover.

Per la ***configurazione di progetto***, è risultato

I_R = PGALV/PGA10% = 1,452 (STRUTTURA VERIFICATA)

R_{CD}= (TR,C/TR,D)^a = 1,670

corrispondente alla curve di pushover n. 4

Si riportano, di seguito, i risultati generali della push – over n. 4:

(Si rimanda alle relazioni di calcolo per i risultati generali e di dettaglio delle varie pushover)

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

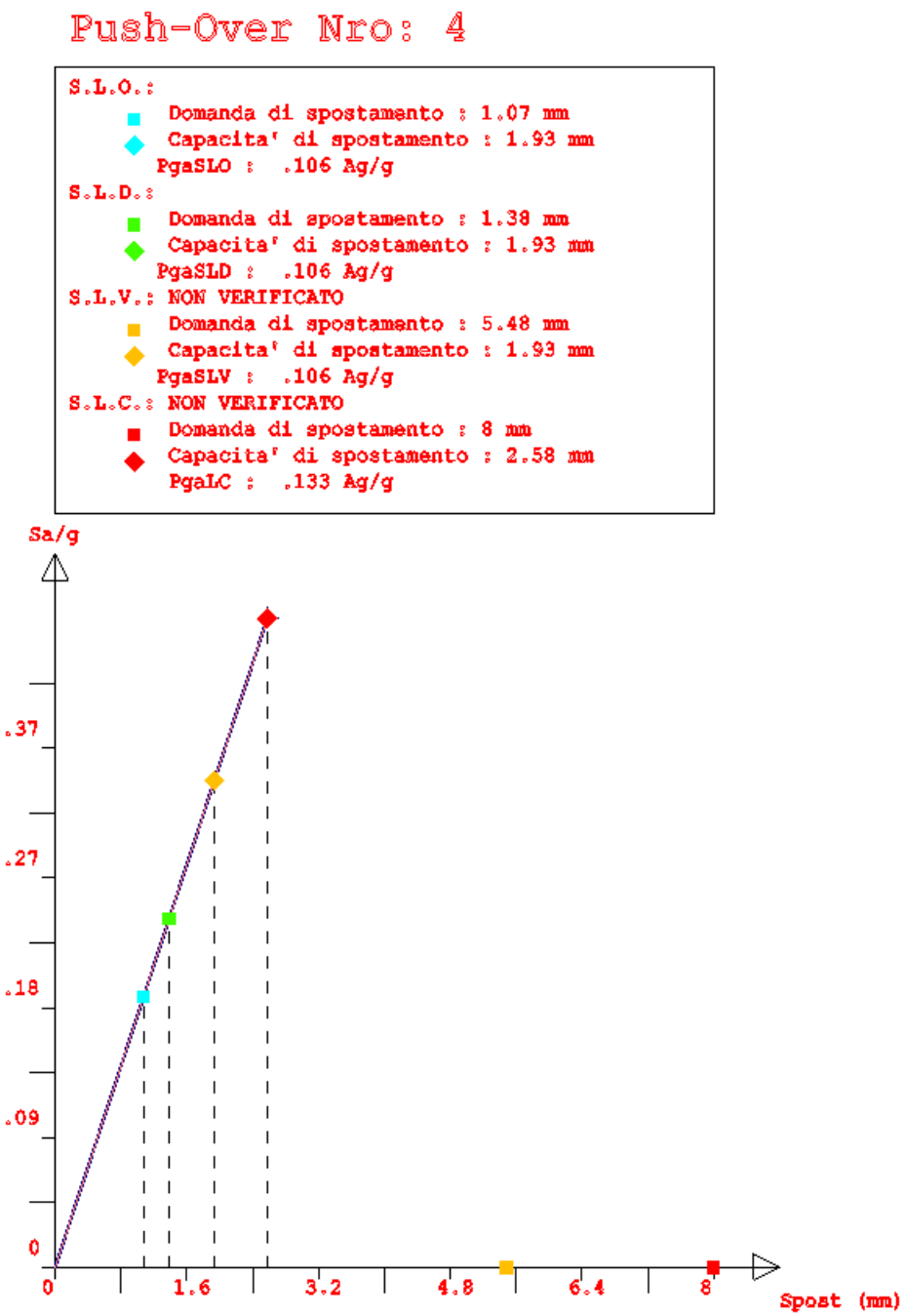
Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

RISULTATI GENERALI PUSH-OVER			
PUSH-OVER N.ro	4 -	Distrib.Forze Prop.Modo: -Fy +0.3*Fx	
Angolo Ingr. Sisma (Grd)	270	Numero collassi totali	1
Numero passo Resist.Max.	38	Numero passi significativi	38
Massa SDOF (t)	378.01	Taglio alla base max. (t)	458.47
Coeff. Partecipazione	1.13	Resistenza SDOF (t)	365.31
Rigidezza SDOF (t/m)	72314.46	Spostam. Snervam. SDOF mm	5
Periodo SDOF (sec)	0.15	Rapporto di incrudimento	0.000
Rapporto Alfau/alfa1	2.070	Fattore struttura	1.396
Coeff Smorzam.Equival.	23.000	Duttilita	2.403
STATO LIMITE DI OPERATIVITA'			
DOMANDA		CAPACITA'	
Spostamento mm	0.995	Spostamento mm	10.353
S.L. Operativita'	VERIFICATO	Numero passo precedente	35
PgaLO/g	0.282	PgaLO/Pga 81%	4.941
Rapporto q*=Fe/Fy	0.20	TrCLO	2475.000
Vita Residua (anni)	2740.000	(TrCLO/TDLO)^a	5.202
STATO LIMITE DI DANNO			
DOMANDA		CAPACITA'	
Spostamento mm	1.283	Spostamento mm	10.451
S.L. Danno	VERIFICATO	Numero passo precedente	35
PgaLD/g	0.282	PgaLD/Pga 63%	3.755
Rapporto q*=Fe/Fy	0.25	Asta3D Nro	68
Vita Residua (anni)	1640.667	TrCLD	2475.000
----------		(TrCLD/TDLD)^a	4.216
STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA			
DOMANDA		CAPACITA'	
Spostamento mm	3.170	Spostamento mm	12.041
S.L. Salvaguardia Vita	VERIFICATO	Numero passo precedente	37
PgaLV/g	0.282	PgaLV/Pga 10%	1.452
Rapporto q*=Fe/Fy	0.63	Asta3D Nro	17
Vita Residua (anni)	174.000	TrCLV	2475.000
----------		(TrCLV/TDLV)^a	1.670
STATO LIMITE DI COLLASSO			
DOMANDA		CAPACITA'	
Spostamento mm	3.840	Spostamento mm	12.138
S.L. Collasso	VERIFICATO	Numero passo precedente	38
PgaLC/g	0.282	PgaLC/Pga 5%	1.164
Rapporto q*=Fe/Fy	0.76	Asta3D Nro	17
Vita Residua (anni)	84.667	TrCLC	2475.000
----------		(TrCLC/TDLC)^a	1.242

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

CORPO A – STATO DI FATTO

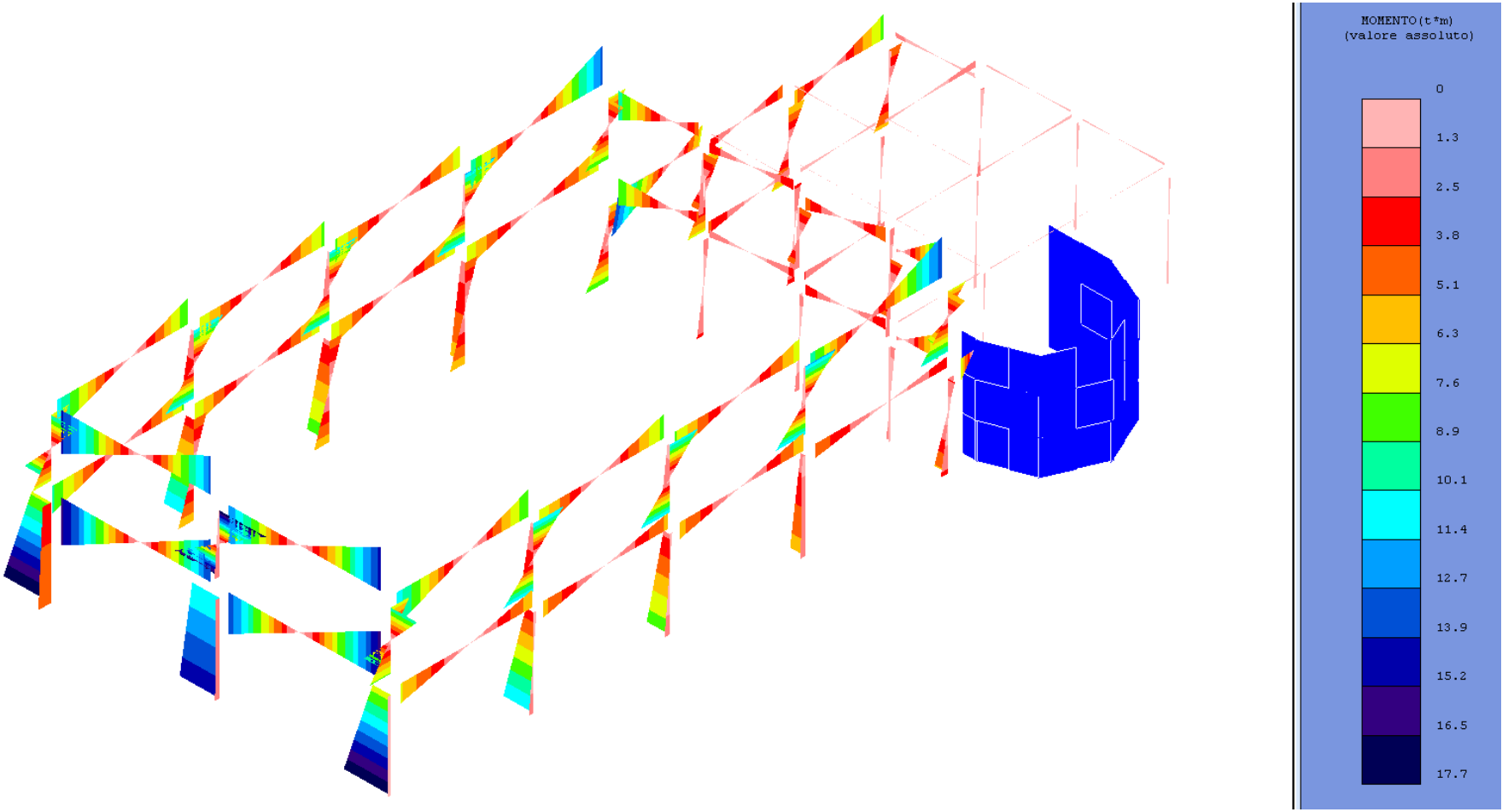
Diagramma ADSR pushover n. 4 – stato di fatto



Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Corpo A

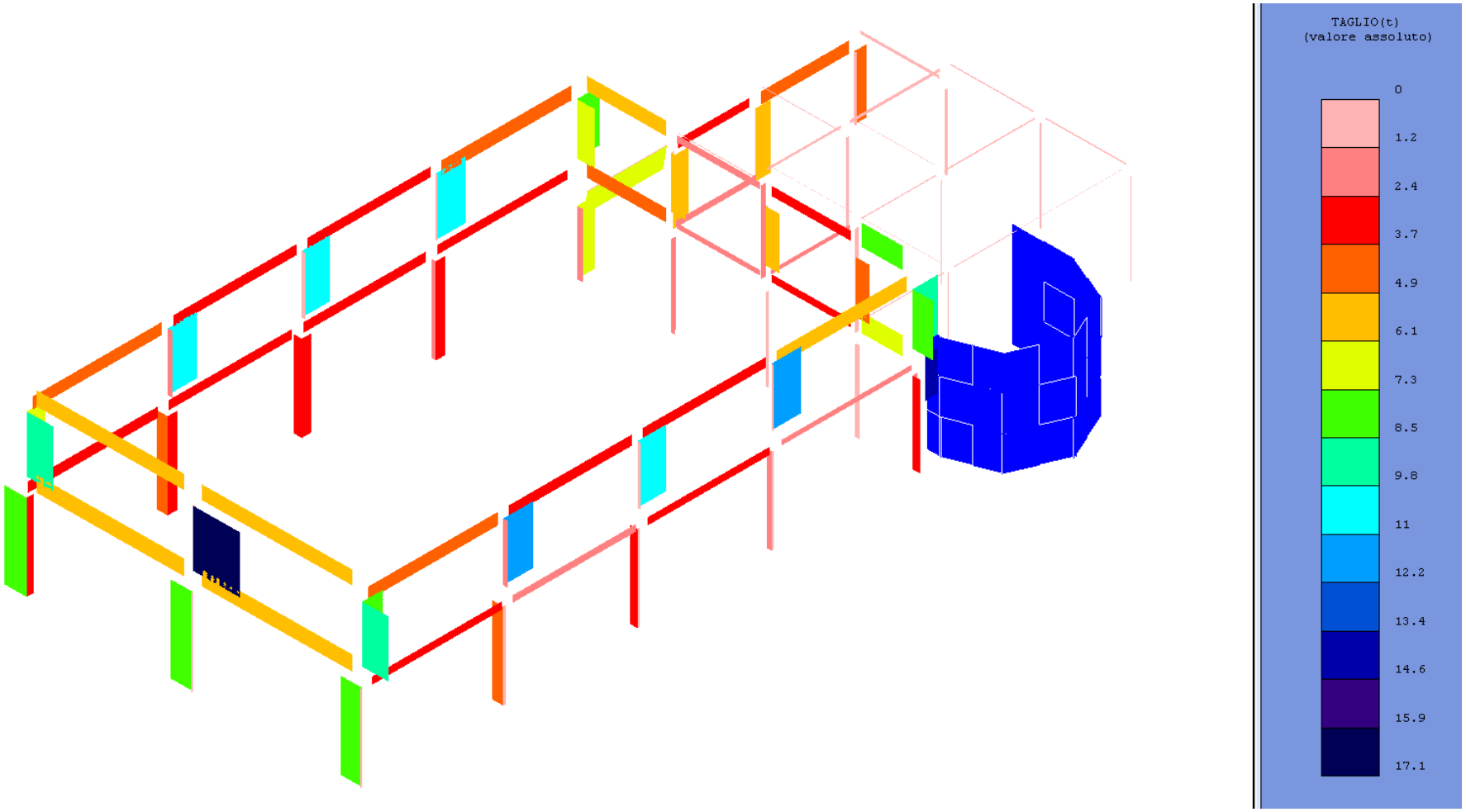
Diagrammi dei momenti massimi in direzione X – stato di fatto



Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

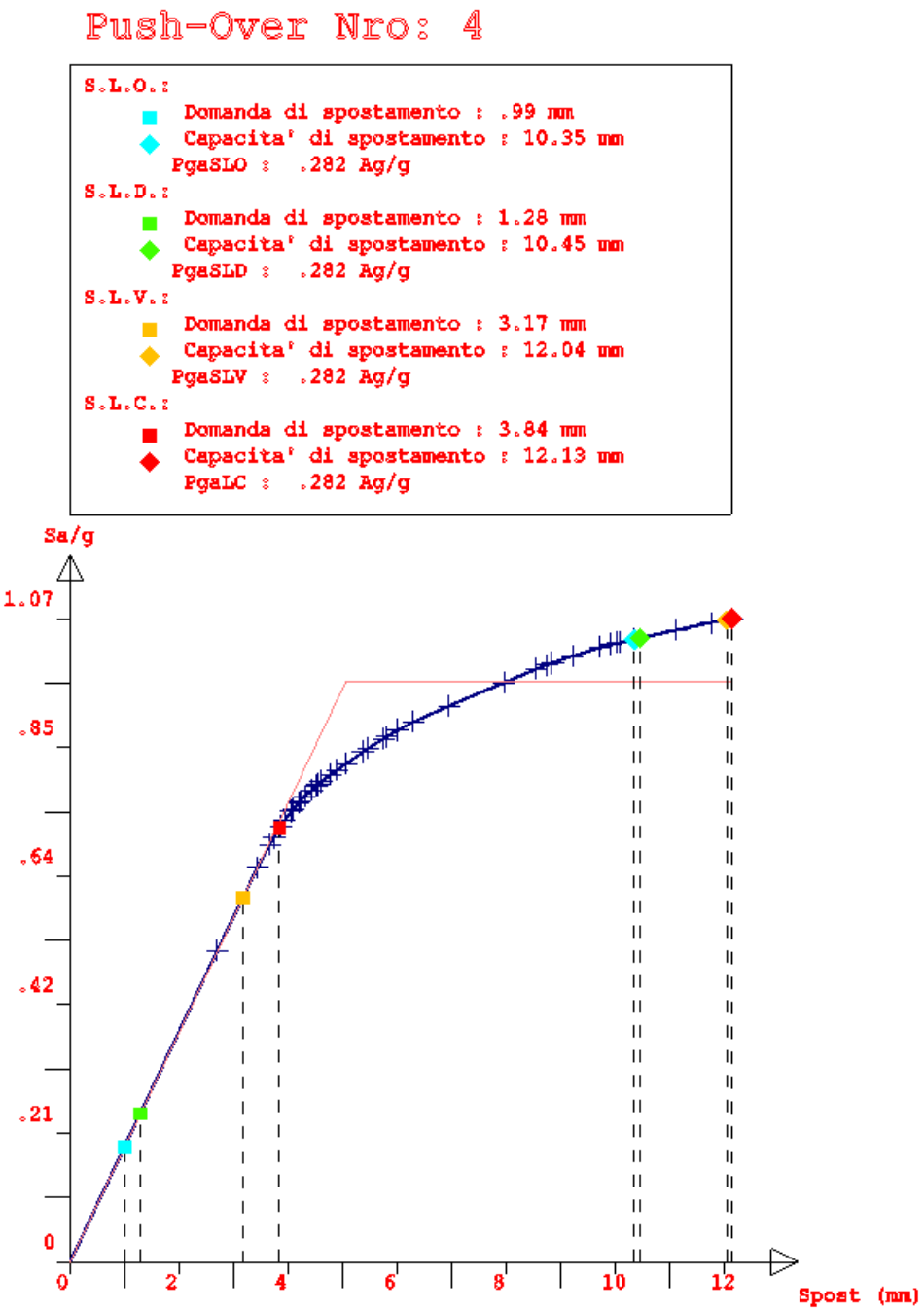
Corpo A

Diagramma del taglio in direzione X – stato di fatto



Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

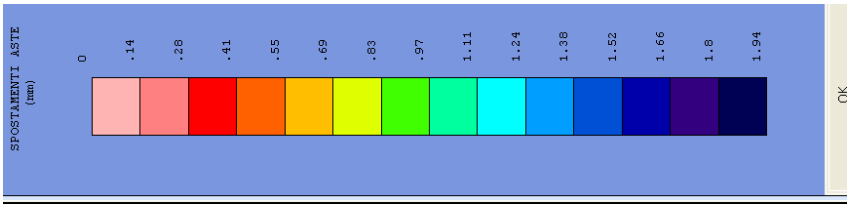
Diagramma ADSR pushover n. 4 – progetto

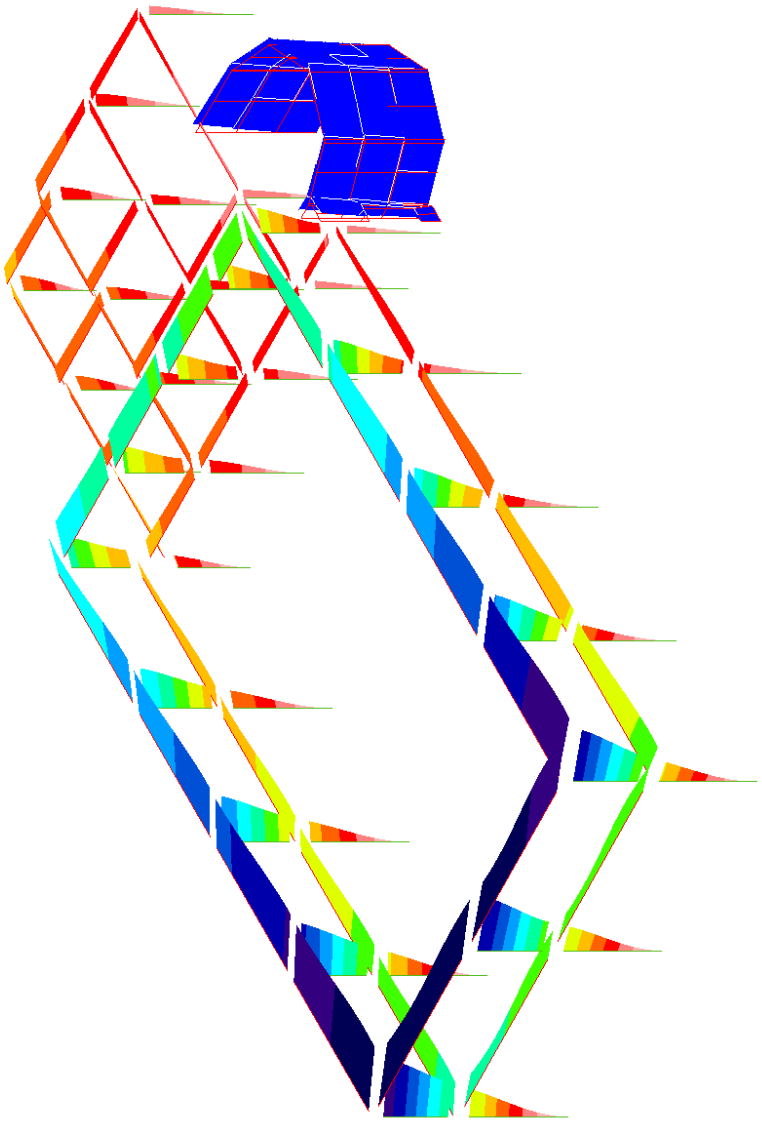


Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Corpo B

Spostamentii sisma dir. X – progetto

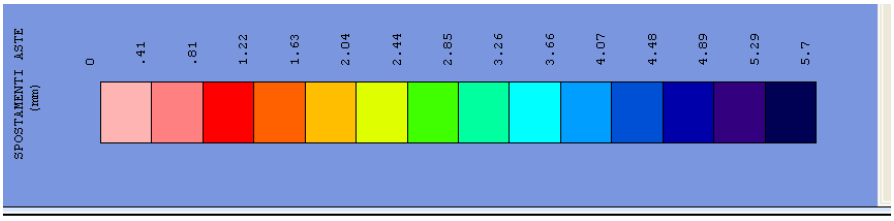


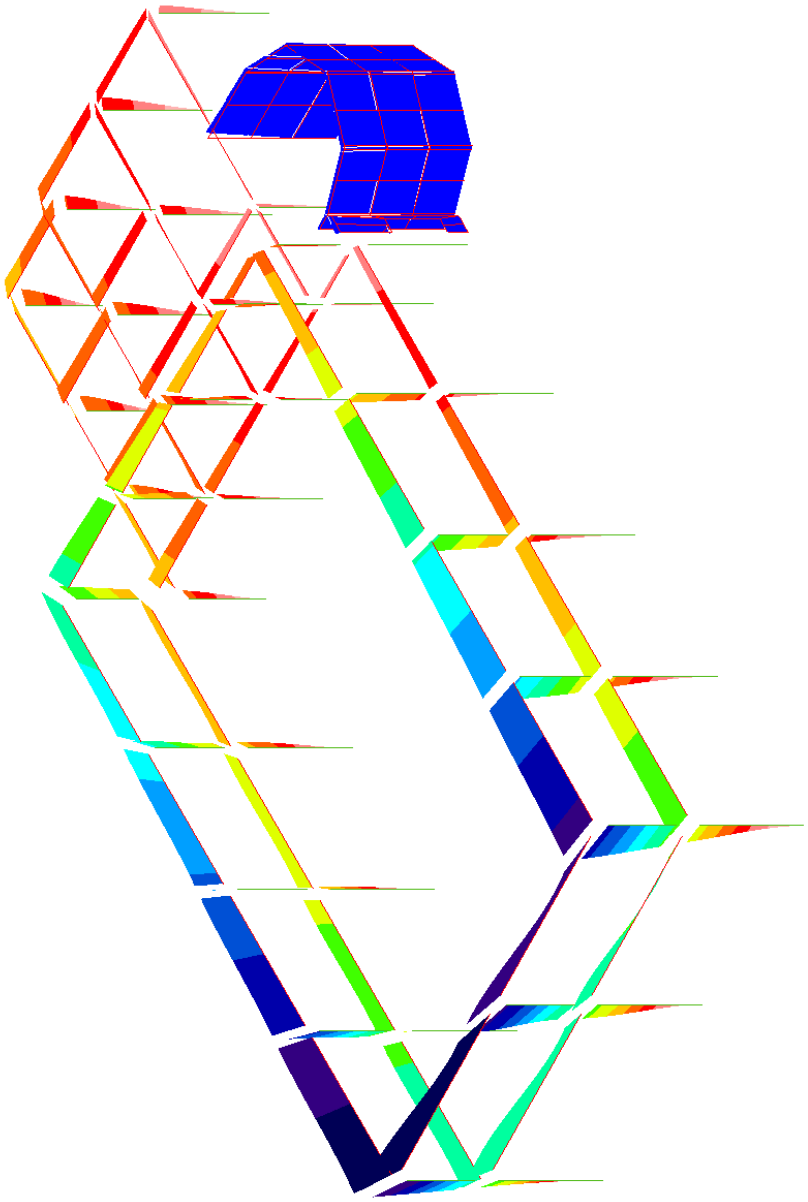


Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Corpo B

Spostamenti sisma dir. Y – progetto





Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Codice di calcolo, solutore e affidabilità dei risultati

I calcoli sono stati eseguiti con il software C.D.M. della S.T.S. s.r.l. rel. 2018.

Come previsto nelle 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.

La S.T.S. s.r.l. a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti fornisce direttamente on-line i test sui casi prova (http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm)

Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio.

I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello di calcolo generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.
- Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su eventuali mal condizionamenti delle matrici, verifica dell'indice di condizionamento.
- Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.
- Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

Comune di Cercola Prot. N. 0005436 del 21-03-2023 - arrivo

Valutazione dei risultati e giudizio motivato sulla loro accettabilità

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, in particolare per i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche si è provveduto a confrontarli con valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

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.