



# Comune di Castelluccio dei Sauri

Provincia di Foggia

OPERA

## *Intervento di demolizione e ricostruzione della Sede Municipale C.O.C. del Comune di Castelluccio dei Sauri*

### **PROGETTO ESECUTIVO**

**FINANZIAMENTO:** REGIONE PUGLIA - SEZIONE DIFESA DEL SUOLO E RISCHIO SISMICO - SERVIZIO SISMICO - Contributi per interventi di prevenzione del rischio sismico ai sensi dell'articolo 2 comma 1 lettera b) dell'OCDPC n. 293/2015 - annualità 2014

#### PROGETTISTA RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI:

Ing. Donato COPPOLELLA - Ing. Paolo COPPOLELLA - Arch. Antonia VOLPONE - Geol. Pietro BONASSISA  
Capogruppo di R.T.P.  
Dott. Ing. Donato COPPOLELLA

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :  
Dott. Ing. Caterina INGELIDO

VISTO - IL SINDACO:  
Dott. Ing. Antonio DEL PRIORE

ULTERIORI VISTI:

ELABORATO:

**R.14**

### **RELAZIONE DI CALCOLO**

PROGETTO N. :  
1602

DATA :

SCALA :

NOME FILE :

DOTT. ING. DONATO COPPOLELLA Capogruppo di R.T.P.  
Via Vico I Sotto le Mura, 3 - 71020 Castelluccio V.M. (FG)  
tel. 347 0144625 e-mail: d.coppolella@gmail.com

## Indice generale

<b>RELAZIONE DI CALCOLO.....</b>	<b>2</b>
• <b>DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO .....</b>	<b>6</b>
• <b>INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA.....</b>	<b>7</b>
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
REFERENZE TECNICHE (CAP. 12 D.M. 17.01.2018).....	7
MISURA DELLA SICUREZZA .....	7
MODELLI DI CALCOLO .....	8
• <b>AZIONI SULLA COSTRUZIONE .....</b>	<b>9</b>
AZIONI AMBIENTALI E NATURALI.....	9
DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE.....	10
AZIONE SISMICA.....	11
AZIONI DOVUTE AL VENTO .....	11
AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA .....	11
NEVE.....	11
AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI.....	12
COMBINAZIONI DI CALCOLO .....	12
COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE.....	13
• <b>TOLLERANZE .....</b>	<b>13</b>
• <b>DURABILITÀ .....</b>	<b>13</b>
• <b>PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO .....</b>	<b>14</b>
• <b>AFFIDABILITA' DEI CODICI UTILIZZATI .....</b>	<b>15</b>
• <b>VALIDAZIONE DEI CODICI .....</b>	<b>15</b>
• <b>PRESENTAZIONE SINTETICA DEI RISULTATI.....</b>	<b>16</b>
• <b>INFORMAZIONI SULL' ELABORAZIONE.....</b>	<b>17</b>
• <b>GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' .....</b>	<b>17</b>

## RELAZIONE DI CALCOLO

La presente relazione di calcolo strutturale accompagna il progetto esecutivo per i lavori di “*Demolizione e ricostruzione della Sede Municipale C.O.C. del Comune di Castelluccio dei Sauri*”.

### • DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

La concezione dell'edificio oggetto di ricostruzione è stata vincolata da tre punti cardine:

1. la demolizione con ricostruzione in sito con soluzione architettonica uniforme all'edificio storico in muratura attiguo e vincolato dalla Soprintendenza dei Beni Culturali: circostanza che ha vincolato le dimensioni in pianta, l'altezza della costruzione, i prospetti, la copertura e le finiture esterne;
2. Gli impianti termici esistenti: la centrale termica esistente è ubicata nell'edificio storico e serve entrambi i corpi di fabbrica della Sede Municipale. Con l'intervento de quo è previsto il rifacimento degli impianti che si andranno ad allacciare alla centrale termica esistente;
3. la ricerca di una soluzione strutturale del tipo regolare, visto che trattasi di edificio strategico con classe d'uso IV, in modo da ottimizzare il dimensionamento strutturale.

L'edificio di progetto ha pianta rettangolare, con impronta a terra pari a 14,20x12,00m, e consiste in un corpo di fabbrica di tre livelli fuori terra giuntato di 25cm dall'edificio storico e di 20cm dall'impalcato preservato dalla demolizione.

Da un punto di vista architettonico la costruzione sarà articolata in:

piano seminterrato: destinato a parcheggio e locali di servizio, per una superficie di circa 170,40mq; altezza netta interna di 3,45m, pavimentazione in cls, intonaci e pitturazioni. Il piano interrato sarà annesso al seminterrato da preservare dalla demolizione che, previo intervento di consolidamento e impermeabilizzazione dell'impalcato, sarà destinato ad archivio. Pertanto la superficie complessiva del seminterrato è pari a circa 400,80 mq;

piano terra: destinato all'attività amministrativa, agli uffici comunali e alla sede del Centro Operativo Comunale di Protezione Civile. Il livello di calpestio è complanare all'antistante Piazza Municipio. La superficie complessiva lorda di piano è pari a 170,40mq, altezza netta interna pari a 4,20m. Le finiture saranno realizzate con massetto alleggerito e pavimentazione in gres porcellanato. Le tramezzature interne sono in laterizio forato dello spessore di 8cm; le pareti e i soffitti saranno intonacati e tinteggiati;

piano primo: destinato all'ufficio tecnico e sala consiliare, altezza interna netta di 3,55m. Le finiture prevedono massetto alleggerito e pavimentazione in gres porcellanato, tramezzi in laterizio forato da 8cm. Pareti intonacate con intonaco premiscelato per interni e tinteggiate;

sottotetto: la soluzione strutturale di progetto prevede la realizzazione di un solaio di sottotetto utile alla riduzione dell'altezza della tesa dei pilastri nonché per la formazione di un volume per l'eventuale creazione di uffici non aperti al pubblico per l'archivio annesso all'ufficio tecnico o di ispezione alla copertura. L'accesso al sottotetto sarà garantito da una scala in acciaio da ubicare nel locale magazzino;

copertura: a padiglione con struttura portante in acciaio, pannello Sandwich per l'isolamento e l'impermeabilizzazione, listellatura in profili cavi sottili per l'ancoraggio delle tegole. La copertura a tetto avrà medesima inclinazione di quella limitrofa della sede storica.

La struttura portante in c.c.a. verrà così organizzata:

- fondazione: del tipo diretta con travi a “T rovescia” ed “L”, sezione 150xh130cm, cls C25/30 barre di armatura in acciaio B450C, travi ordite in entrambi le direzioni principali della costruzione improntate su magrone di sottofondazione in cls spesso cm.15.

I telai di fondazione saranno colmati con pietrame calcareo informe avente funzione di vespaio e sovrastante pavimentazione in battuta di cls con rete elettrosaldata interposta.

In corrispondenza del foro ascensore, per la fondazione dell'ascensore autoportante, è prevista la realizzazione di una platea dello spessore di 40cm, con stesso piano di posa delle travi rovesce.

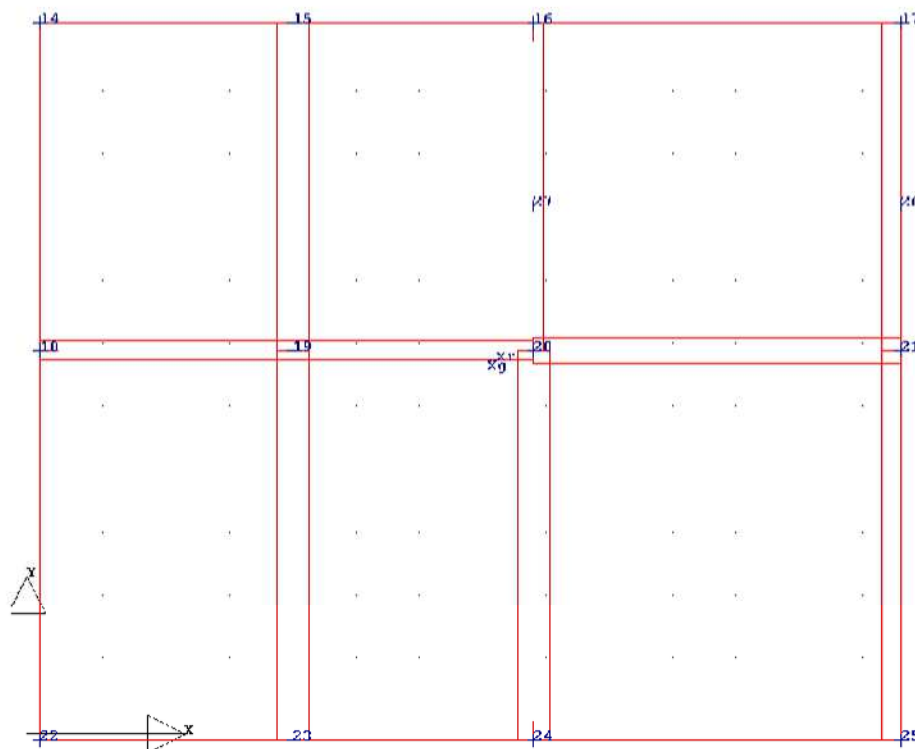
- Struttura in elevazione: dalle travi di fondazione sarà spiccata la struttura in elevazione del tipo antisismico consistente in pilastri e travi in cemento armato in entrambe le direzioni principali della costruzione, cls C28/35 barre di armatura in acciaio B450C. Pertanto il sistema strutturale resistente nei confronti dei carichi statici e sismici è una struttura del tipo a telaio.

La problematica affrontata nella progettazione dell'edificio è stata la presenza di tamponature disposte su due o tre lati dell'edificio, quindi sismicamente di un potenziale piano soffice al piano seminterrato dove vi è la presenza di tamponature su soli due lati, mentre vi è anche disposizione irregolare in pianta per tutti i livelli.

Per cercare di dare una risposta sia al problema del piano pilotis che a quello dell'edificio torsionalmente deformabile, è stato necessario progettare pilastri di idonee dimensioni a partire dal piano seminterrato in modo da aumentare la “resistenza del piano debole”, così come previsto dalle NTC 18, imponendo loro di dover resistere ad azioni incrementate del 40% (par. 7.2.3. NTC 08).

Ai piani superiori si è passati a rastremare gli elementi strutturali pilastri e a “ridisegnare” le travi per garantire una necessaria variazione di rigidezza-resistenza.

Dall'immagine seguente si nota come il dimensionamento strutturale dell'impalcato 1 ha previsto la quasi corrispondenza tra baricentro delle masse e baricentro delle rigidezze. La “circuitazione” delle massime inerzie dei pilastri oltre che essere un requisito fondamentale della corretta progettazione strutturale, conferisce alla struttura rigidezza torsionale in modo da garantire il soddisfacimento della norma che richiede al punto 7.4.3.1. che il rapporto  $r/l_s$  sia maggiore di 1,0 a tutti i livelli.



L'applicazione della gerarchia delle resistenze agli elementi sismo-resistenti, così come previsto dalle NTC 18, ha confermato ancora una volta la scelta sensata delle dimensioni dei pilastri che ha consentito di non eccedere in termini di quantitativi di armatura sia sugli stessi sia sulle travi su di essi concorrenti in quanto si sono potute realizzare sezioni di larghezza accettabile.

L'armatura dei pilastri al seminterrato e terra risulta assolutamente maggiore di quella ai piani superiori in virtù dell'applicazione del passo normativo che richiede localmente l'amplificazione delle azioni di progetto sui "piani scoperti o non tamponati" punto 7.2.3 NTC 18.

- Impalcato di interpiano: i solai saranno realizzati del tipo in laterocemento con travetti prefabbricati e interposte pignatte spessore  $s=20+5=25\text{cm}$ . Per il miglioramento della riposta sismica è stato inserito un impalcato di sottotetto, praticabile a servizio dell'ufficio tecnico, sul quale sarà installata la copertura del tipo leggero.
- Copertura: sempre ai fini dell'ottimizzazione del modello strutturale, la copertura a padiglione è stata progettata del tipo leggero, con struttura portante in acciaio, travi principali tipo IPE 270 ancorate al cordolo sommitale, arcarecci quadrati cavi  $130\times 60\times 4\text{mm}$ . Sugli arcarecci saranno bullonati i pannelli Sandwich e quindi la listellatura per il sostegno delle tegole.
- Sbalzi: con getto di soletta  $s = 20\text{cm}$ , incastrati alle travi a mezzo di molle in acciaio adeguatamente dimensionate. Inoltre armatura trasversale di distribuzione e cordoletto terminale.
- Scala: con struttura portante in c.c.a. collegante il piano terra e il piano primo mediante soletta  $s = 20\text{cm}$  ed  $s=16\text{cm}$ , dalla trave di piano alla trave di interpiano e al pilastro n.13 all'uopo realizzato. I pilastri a sostegno del vano scala sono stati opportunamente dimensionati e armati, risultano verificati con adeguato margine di sicurezza anche nei confronti dell'azione tagliante (considerata l'altezza di interpiano non manifestano il meccanismo di collasso a taglio tipico del pilastro tozzo).

Le rifiniture per il calcolo dei pesi permanenti non strutturali possono sintetizzarsi come appresso:

- muri di tamponamento: muratura spessa 50 cm con blocchi in mattoni del tipo Alveolater 20 esterno + 10 interno, interposto cappotto di isolamento in lana di vetro con lato interno rivestito in alluminio dello spessore di 10cm e interposta camera d'aria di max 5cm;
- presidi antisismici tamponature: le murature di tamponamento, ai sensi delle NTC2018 punto C7.3.6.3 e della Circ. Min. 617/2009, saranno realizzate con presidi antiribaltamento atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della Fa corrispondente allo SLV;
- pavimenti: massetto in battuta di cls per i locali al seminterrato, in gres porcellanato per gli ambienti destinati a uffici e sala consiliare;
- finiture copertura: pannello Sandwich isolante termico e impermeabilizzante con listelli qui quali saranno posate le tegole della stessa tipologia del limitrofo edificio storico;
- tramezzi interni: realizzati con mattoni forati dello spessore di 8cm;
- finiture solaio interpiano: massetto cls alleggerito spessore min.  $s=10\text{cm}$ ;
- intonaci interni: del tipo civile per interni;
- intonaci esterni: del tipo civile per esterni.

## • DETTAGLI SULLA MODELLAZIONE E ANALISI STRUTTURALE

Il modello utilizzato per il calcolo, descrittivo delle scelte architettonico-strutturali, prevede esclusivamente elementi monodimensionali ad asta. L'ascensore sarà del tipo autoportante, collegato ai cordoli di piano, senza la creazione di setti in c.c.a. che avrebbero comportato concentrazioni locali di rigidità.

In fase di calcolo la copertura è stata dapprima modellata con le sole travi principali, per valutare gli effetti sulla sottostruttura, in seguito calcolata a parte nei vari componenti principali, secondari e collegamenti.

La struttura è stata quindi controllata in termini di deformabilità laterale, spostamenti sismici relativi anche nei confronti dello SLD e SLO per comprendere l'affidabilità allo stato limite di esercizio sotto sismi di media intensità con spettri elastici aventi probabilità di superamento del 63% in un Periodo di Ritorno pari a 50 Anni.

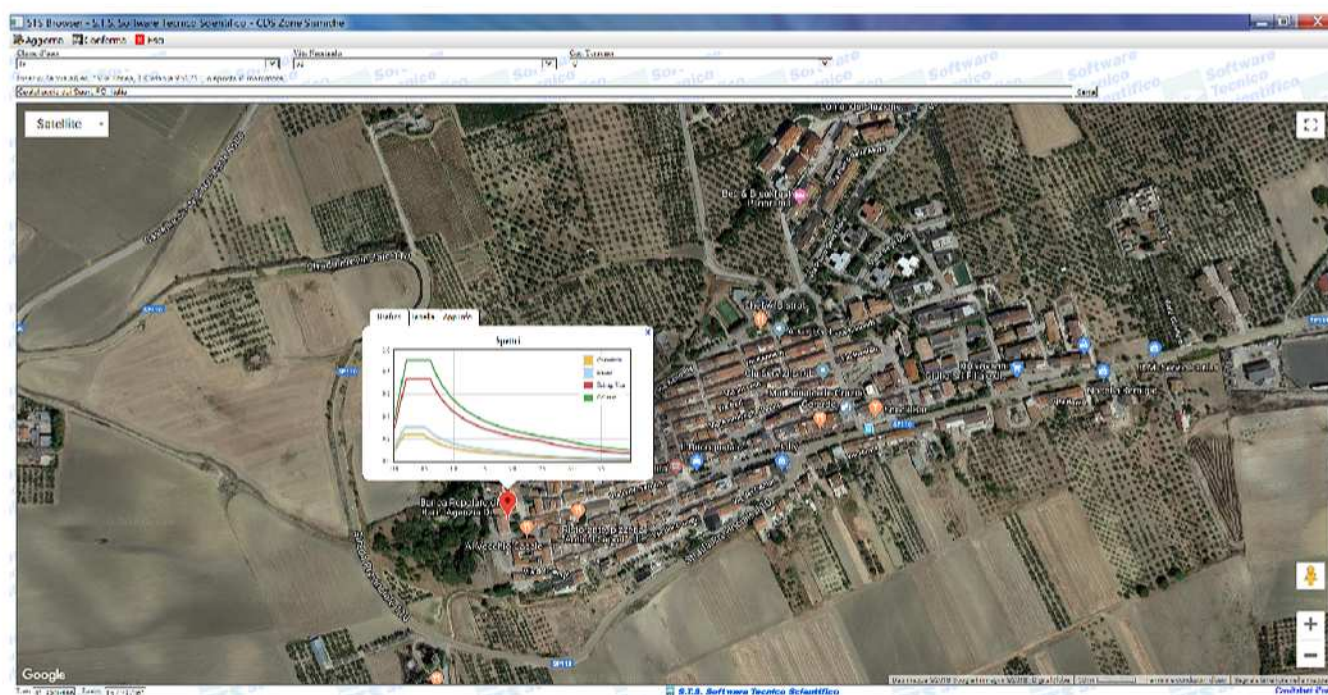
## • RIEPILOGO PARAMETRI SISMICI

Castelluccio dei Sauri è un sito a medio-alta sismicità (vecchia zona sismica 2), nel territorio della Capitanata confinante con l'Irpinia.

Ai sensi del vigente D.M. 17/01/2018 e Circ. Min. n.617 del 02 febbraio 2009, il calcolo dell'azione sismica viene effettuato partendo dalla dichiarazione da parte del progettista, che di concerto con la committenza individua la vita nominale della struttura VN, che in questo caso è stata individuata in 50 anni e di una classe d'uso CU che, poiché l'opera rientra in quelle classificabili come "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti...", sarà individuata come classe IV avente un valore detto coefficiente d'uso pari a 2. Il tutto per arrivare a determinare il periodo di riferimento, necessario per il calcolo dell'azione sismica,  $VR = VN * CU = 50 * 2 = 100$  anni.

La categoria del sottosuolo è tipo C, il coefficiente di amplificazione topografico  $St=1,00$ .

Di seguito l'ubicazione satellitare del sito e i relativi parametri di caratterizzazione sismica:



Vita Nominale	50
Classe d'Uso	4
Categoria del Suolo	C
Categoria Topografica	1
Latitudine del sito oggetto di edificazione	41.30519
Longitudine del sito oggetto di edificazione	15.47449

Considerato che la struttura di progetto prevede strutture portanti in c.c.a. con capacità dissipativa, dal punto di vista delle verifiche agli SLV si è potuto utilizzare, per ridurre lo spettro elastico calcolato in funzione dei parametri di pericolosità forniti in Relazione Geologico-Geotecnica, un fattore di comportamento  $q$  tipico delle “strutture a telaio a più piani e a più campate” in CD B e pertanto  $q=3,9$ . Le strutture di fondazione sono state modellate e calcolate quali elementi elastici senza capacità dissipativa con  $q=1,0$ .

Di seguito i parametri per gli SL considerati in fase di calcolo:

STATI LIMITE SISMICI	
Attivo	SI
P <sub>vr</sub>	0,81
Tr	60
Ag/g	0,063
F <sub>o</sub>	2,550563
T <sub>c</sub>	0,3298484
F <sub>v</sub>	0,8665258
TB	0,166471
TC	0,4994131
TD	1,853328
S <sub>s</sub>	1,5
Spost.Rel	0,0033 h

**SLO**

STATI LIMITE SISMICI	
Attivo	SI
P <sub>vr</sub>	0,63
Tr	101
Ag/g	0,081
F <sub>o</sub>	2,565147
T <sub>c</sub>	0,3566464
F <sub>v</sub>	0,9862368
TB	0,1754153
TC	0,5262459
TD	1,924437
S <sub>s</sub>	1,5
Spost.Rel	0,005 h
Verif. Resist.	SI

**SLD**

STATI LIMITE SISMICI	
Attivo	SI
P <sub>vr</sub>	0,1
Tr	949
Ag/g	0,214
F <sub>o</sub>	2,517606
T <sub>c</sub>	0,4362664
F <sub>v</sub>	1,574977
TB	0,2007713
TC	0,6023141
TD	2,458945
S <sub>s</sub>	1,375627
Spost.Rel	0,025 h

**SLV**

La struttura risulta verificata nei confronti degli SLO, SLD, SLV.

Infine, a vantaggio di sicurezza, considerato che trattasi di un fabbricato pubblico ospitante funzione strategica importante, lo scrivente progettista ha ritenuto di progettare e calcolare la struttura implementando anche le sollecitazioni dovute al sisma verticale, sebbene la verifica a sisma verticale non fosse prescritta dalla normativa vigente per il caso in specie.

## • DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO

L'area di studio in cui è ubicato l'edificio della Sede Municipale Centro Operativo Comunale di Protezione Civile di Castelluccio dei Sauri è compresa nel “Foglio 421 - Ascoli Satriano” della Carta Geologica d'Italia, scala 1:50.000 ed è situata nella zona settentrionale della tavoletta topografica I.G.M. “foglio 175 - IV NO Castelluccio dei Sauri” scala 1:25.000.

La stratigrafia nella zona d'intervento è la seguente:

- Massicciata stradale, terreno di riporto e crostone evaporitico. Spessore di circa 2,00 m con una rilevante compressibilità nella parte superiore;
- Complesso sabbioso – limoso misto a ghiaia poligenica mediamente addensata di colore marroncino-rossiccio;
- Argilla limosa di consistenza medio-alta di colore giallastra – verdastra a partire dalla profondità di circa 12,5 m dal piano campagna.

Modello di sottosuolo schematizzato in fase di calcolo strutturale e geotecnico:

Sabbia limosa mista a ghiaia - Unità litotecnica 1:

Peso di volume  $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$

Angolo d'attrito  $\varphi = 22^\circ$

Coesione drenata  $C' = 0,06 \text{ kg/cm}^2$

Coesione non drenata  $c_u = 0,40 \text{ kg/cm}^2$

Argilla limosa di consistenza medio-alta - Unità litotecnica 2:

Peso di volume  $\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$

Angolo di attrito  $\varphi = 24^\circ$

Coesione drenata  $C' = 0,25 \text{ kg/cm}^2$

Coesione non drenata  $c_u = 2,00 \text{ kg/cm}^2$

Limo argilloso molto consistente - Unità litotecnica 3:

Peso di volume  $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$

Angolo di attrito  $\varphi = 21^\circ$

Coesione drenata  $C' = 0,275 \text{ kg/cm}^2$

Coesione non drenata  $c_u = 2,25 \text{ kg/cm}^2$

Per il calcolo delle fondazioni si è proceduto creando un unico modello di calcolo, comprensivo delle fondazioni e delle strutture in elevazione. Il modello così creato ha consentito di ottenere una risposta anche in termini di interazione terreno-struttura, in modo da verificare la loro idoneità a sopportare i carichi di progetto.

La fondazione dell'edificio di nuova costruzione sarà del tipo diretto organizzata con travi con sezione a "T rovescia" e ad "L" colleganti le strutture in elevazione in entrambi le direzioni. Il sistema fondale è stato progettato con opportuna rigidità in modo da trasmettere pressioni uniformemente distribuite ai terreni sottostanti.

Le verifiche strutturali sono state condotte con il software dedicato CDS della STS, riportate all'allegato fascicolo dei calcoli.

Le verifiche geotecniche sono state condotte con il software dedicato CDG's della STS, prevedendo un calcolo non lineare in condizioni drenate e non drenate. Gli esiti delle verifiche sono riportati all'allegato Relazione geotecnica - fascicolo dei calcoli.

• **INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA**

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M 17/01/2018 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;  
Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018;

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

- UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.  
UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.  
UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.  
UNI EN 1995-1 - Costruzioni in legno  
UNI EN 1998-1 - Azioni sismiche e regole sulle costruzioni  
UNI EN 1998-5 - Fondazioni ed opere di sostegno

MISURA DELLA SICUREZZA

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

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

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali. Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate;
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (S.L.E.) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni;
- la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (S.L.D.) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica;
- robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani;

Per quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

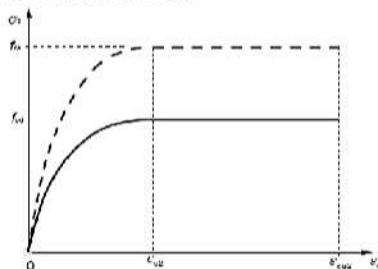
### MODELLI DI CALCOLO

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

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 17/01/18 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009, n. 617 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

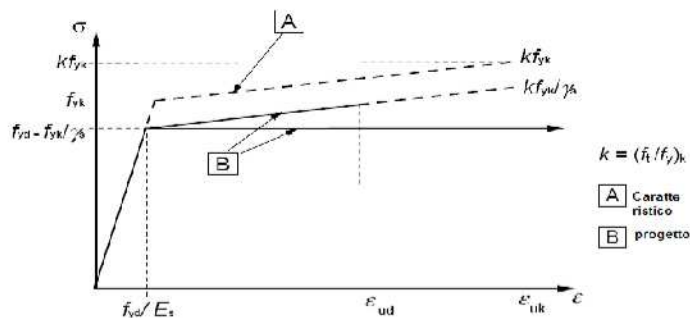
La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



Legame costitutivo di progetto parabola-rettangolo per il calcestruzzo.

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

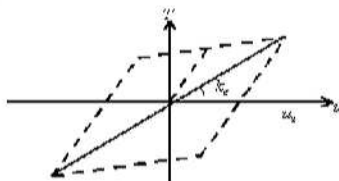


Legame costitutivo di progetto elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

legame rigido plastico per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e elastico lineare per quelle di classe 3 e 4;

legame elastico lineare per le sezioni in legno;

legame elasto-viscoso per gli isolatori.



Legame costitutivo per gli isolatori.

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

- **AZIONI SULLA COSTRUZIONE**

## AZIONI AMBIENTALI E NATURALI

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

Gli stati limite di esercizio sono:

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

Gli stati limite ultimi sono:

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

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

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

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

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

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 17/01/18 e dalla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009 n. 617 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

### DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17/01/2018 in funzione della destinazione d'uso. I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti  $q_k$  [kN/m<sup>2</sup>]
- carichi verticali concentrati  $Q_k$  [kN]
- carichi orizzontali lineari  $H_k$  [kN/m]

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

Categ.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale.</b> 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	<b>Uffici.</b> Cat. B1 – Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 – Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento.</b> Cat. C1 – Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 – Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi 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	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
D	<b>Ambienti ad uso commerciale.</b> Cat. D1 – Negozi Cat. D2 – Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00
E	<b>Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.</b> Cat. E1 – Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 – Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	> 6,00 -	6,00 -	1,00* -
F – G	<b>Rimesse e parcheggi.</b> Cat. F – Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G – Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN, da valutarsi caso per caso	2,50 -	2 x 10,00 -	1,00** -
H	<b>Coperture e sottotetti.</b> Cat. H1 – Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 – Coperture praticabili Cat. H3 – Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50 Secondo categoria di appartenenza -	1,20 - -	1,00 - -

\* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati  
 \*\* per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso

I valori nominali e/o caratteristici  $q_k$ ,  $Q_k$  ed  $H_k$  di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle N.T.C. 2018. In presenza di carichi verticali concentrati  $Q_k$  essi sono stati applicati su impronte di

carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

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

### AZIONE SISMICA

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

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

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

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

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

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

### AZIONI DOVUTE AL VENTO

Le azioni del vento sono state determinate in conformità al §3.3 del D.M. 17/01/18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009 n. 617. Si precisa che tali azioni hanno valenza significativa in caso di strutture di elevata snellezza e con determinate caratteristiche tipologiche come ad esempio le strutture in acciaio.

### AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA

E' stato tenuto conto delle variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali, con un delta di temperatura di 15° C.

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

### NEVE

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

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

in cui si ha:

$q_s$  = carico neve sulla copertura;

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

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

per un periodo di ritorno di 50 anni;

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

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

### AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI

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

### COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2018. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.) (2.5.1);
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 (2.5.2);
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4);
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6).

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

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

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

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

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

I valori dei coefficienti  $\psi_2$  sono riportati nella Tabella 2.5.I.

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

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

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

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

### COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

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

<b>Categoria/Azione variabile</b>	<b><math>\psi_{0i}</math></b>	<b><math>\psi_{1i}</math></b>	<b><math>\psi_{2i}</math></b>
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

*Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione*

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

#### • **TOLLERANZE**

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

- Copriferro  $-5$  mm (EC2 4.4.1.3)

Per dimensioni  $\leq 150$  mm  $\pm 5$  mm

Per dimensioni  $\leq 400$  mm  $\pm 15$  mm

Per dimensioni  $\geq 2500$  mm  $\pm 30$  mm

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

#### • **DURABILITÀ**

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

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi. Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al

progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle “Norme Tecniche per le Costruzioni” D.M. 17/01/2018 e relative Istruzioni.

## • **PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO**

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

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

## • **TIPO ANALISI SVOLTA**

### • Tipo di analisi e motivazione

L'analisi per le combinazioni delle azioni permanenti e variabili è stata condotta in regime elastico lineare.

Per quanto riguarda le azioni sismiche, tenendo conto che per la tipologia strutturale in esame possono essere significativi i modi superiori, si è optato per l'analisi modale con spettro di risposta di progetto e fattore di comportamento. La scelta è stata anche dettata dal fatto che tale tipo di analisi è nelle NTC2018 indicata come l'analisi di riferimento che può essere utilizzata senza limitazione di sorta. Nelle analisi sono state considerate le eccentricità accidentali pari al 5% della dimensione della struttura nella direzione trasversale al sisma.

### • Metodo di risoluzione della struttura

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 le travi ed i pilastri 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 ulteriori suddivisioni interne degli elementi strutturali.

Nel modello sono stati tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi. La presenza di eventuali orizzontamenti è stata tenuta in conto o con vincoli cinematici rigidi o con modellazione della soletta con elementi SHELL. I vincoli tra i vari elementi strutturali e quelli con il terreno sono stati modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale.

In particolare, il modello di calcolo ha tenuto conto dell'interazione suolo-struttura schematizzando le fondazioni superficiali (con elementi plinto, trave o piastra) come elementi su suolo elastico alla Winkler.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono del tipo elastico lineare.

### • Metodo di verifica sezionale

Le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU e SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 17/01/2018.

Per le verifiche sezionali degli elementi in c.a. ed acciaio sono stati utilizzati i seguenti legami:

Legame parabola rettangolo per il cls

Legame elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio

### • Combinazioni di carico adottate

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal DM 17/01/2018 per i vari stati

limite e per le varie azioni e tipologie costruttive. In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite, sono state considerate le combinazioni delle azioni di cui al § 2.5.3 delle NTC 2018, per i seguenti casi di carico:

SLO	SI
SLD	SI
SLV	SI
SLC	NO
Combinazione Rara	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente	SI
SLU terreno A1 – Approccio 1/ Approccio 2	SI
SLU terreno A2 – Approccio 1	NO

- Motivazione delle combinazioni e dei percorsi di carico

Il sottoscritto progettista ha verificato che le combinazioni prese in considerazione per il calcolo sono sufficienti a garantire il soddisfacimento delle prestazioni sia per gli stati limite ultimi che per gli stati limite di esercizio.

Le combinazioni considerate ai fini del progetto tengono infatti in conto le azioni derivanti dai pesi propri, dai carichi permanenti, dalle azioni variabili, dalle azioni termiche e dalle azioni sismiche combinate utilizzando i coefficienti parziali previsti dalle NTC 2018 per le prestazioni di SLU ed SLE.

In particolare per le azioni sismiche si sono considerate le azioni derivanti dallo spettro di progetto ridotto del fattore  $q$  e le eccentricità accidentali pari al 5%. Inoltre le azioni sismiche sono state combinate spazialmente sommando al sisma della direzione analizzata il 30% delle azioni derivanti dal sisma ortogonale.

#### • **ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO**

Produttore	S.T.S. srl
Titolo	CDSWin
Versione	Rel. 2018
Nro Licenza	30971

Ragione sociale completa del produttore del software:

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

*Via Tre Torri n°11 – Complesso Tre Torri*

*95030 Sant'Agata li Battiati (CT).*

#### • **AFFIDABILITA' DEI CODICI UTILIZZATI**

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente 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 liberamente consultabili all'indirizzo:

<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>

#### • **VALIDAZIONE DEI CODICI**

L'opera in esame non è di importanza tale da necessitare un calcolo indipendente eseguito con altro software da altro calcolista.

• **PRESENTAZIONE SINTETICA DEI RISULTATI**

Una sintesi del comportamento della struttura e' consegnata nelle tabelle di sintesi dei risultati, riportate in appresso, e nelle rappresentazioni grafiche allegate in coda alla presente relazione in cui sono rappresentate le principali grandezze (deformate, sollecitazioni, etc..) per le parti piu' sollecitate della struttura in esame.

Tabellina Riassuntiva delle % Massa Eccitata

Il numero dei modi di vibrare considerato (14) ha permesso di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura, per le varie direzioni:

DIREZIONE	% MASSA
X	96
Y	98
Z	89

Tabellina Riassuntiva degli Spostamenti SLO/SLD

Stato limite	Status Verifica
SLO	VERIFICATO
SLD	VERIFICATO

Tabellina riassuntiva delle verifiche SLU

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
<b>Travi c.a. Fondazione</b>	0 su 26	VERIFICATO
<b>Travi c.a. Elevazione</b>	0 su 90	VERIFICATO
<b>Pilastrini in c.a.</b>	0 su 50	VERIFICATO
<b>Shell in c.a.</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Piastre in c.a.</b>	0 su 1	VERIFICATO
<b>Aste in Acciaio</b>	0 su 198	VERIFICATO
<b>Aste in Legno</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Zattera Plinti</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Pali/Micropali (Plinti)</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Micropali (Travi/Piastre)</b>	0 su 0	NON PRESENTI

Tabellina riassuntiva delle verifiche SLE

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
<b>Travi c.a. Fondazione</b>	0 su 26	VERIFICATO
<b>Travi c.a. Elevazione</b>	0 su 90	VERIFICATO
<b>Pilastrini in c.a.</b>	0 su 50	VERIFICATO
<b>Shell in c.a.</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Piastre in c.a.</b>	0 su 1	VERIFICATO
<b>Aste in Acciaio</b>	0 su 198	VERIFICATO
<b>Aste in Legno</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Zattera Plinti</b>	0 su 0	NON PRESENTI
<b>Pali</b>	0 su 0	NON PRESENTI

## Relazione di calcolo

### Tabellina Riassuntiva della Ridistribuzione Plastica

	Numero totale Travi a cui si e' applicata la ridistribuzione plastica	Numero Travi con coeff. di ridistribuzione plastica inferiore al limite di Norma
Ridistribuzione Plastica Travi in C.A.	NON ESEGUITA	NON ESEGUITA

### Tabellina Riassuntiva delle Verifiche di Gerarchia delle Resistenze

	Non Verif/Totale	STATUS
Gerarchia Trave Colonna c.a.	0 su 37	VERIFICATO
Gerarchia Trave Colonna acc.	0 su 0	NON ESEGUITA

### Tabellina riassuntiva della portanza

	VALORE	STATUS
Sigma Terreno Massima (kg/cm <sup>q</sup> )	1.91	
Coeff. di Sicurezza Portanza Globale	1.04	VERIFICATO
Coeff. di Sicurezza Scorrimento	2.82	VERIFICATO
Cedimento Elastico Massimo (cm)	1.52	
Cedimento Edometrico Massimo (cm)	1.13	
Cedimento Residuo Massimo (cm)	NON CALCOLATO	

## • INFORMAZIONI SULL' ELABORAZIONE

Il software e' dotato di propri filtri e controlli di autodiagnostica che intervengono sia durante la fase di definizione del modello sia durante la fase di calcolo vero e proprio.

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

- Filtri per la congruenza geometrica del modello generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.

Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su labilita' o eventuali mal condizionamenti delle matrici, con 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.

Rappresentazioni grafiche di post-processo che consentono di evidenziare eventuali anomalie sfuggite all' autodiagnostica automatica.

In aggiunta ai controlli presenti nel software si sono svolti appositi calcoli su schemi semplificati, che si riportano nel seguito, che hanno consentito di riscontrare la correttezza della modellazione effettuata per la struttura in esame.

## • GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA'

Il software utilizzato ha permesso di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello hanno consentito di controllare sia la coerenza geometrica che la adeguatezza delle azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali: sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti e reazioni vincolari, hanno permesso un immediato controllo di tali valori con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati della struttura stessa.

Si è inoltre riscontrato che le reazioni vincolari sono in equilibrio con i carichi applicati, e che i

valori dei taglianti di base delle azioni sismiche sono confrontabili con gli omologhi valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Sono state inoltre individuate un numero di travi ritenute significative e, per tali elementi, e' stata effettuata una apposita verifica a flessione e taglio.

Le sollecitazioni fornite dal solutore per tali travi, per le combinazioni di carico indicate nel tabulato di verifica del CDSWin, sono state validate effettuando gli equilibri alla rotazione e traslazione delle dette travi, secondo quanto meglio descritto nel calcolo semplificato, allegato alla presente relazione.

Si sono infine eseguite le verifiche di tali travi con metodologie semplificate e, confrontandole con le analoghe verifiche prodotte in automatico dal programma, si e' potuto riscontrare la congruenza di tali risultati con i valori riportati dal software.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato tutte esito positivo.

Da quanto sopra esposto si puo' quindi affermare che il calcolo e' andato a buon fine e che il modello di calcolo utilizzato e' risultato essere rappresentativo della realtà fisica, anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.