

COMMITTENTE



Comune di CELANO  
Provincia di L'Aquila



Presidenza del Consiglio dei Ministri

PROGETTO

RIQUALIFICAZIONE URBANA, SOCIALE E CULTURALE  
AREE DEGRADATE  
RIONE MURICELLE, STAZIONE, TRIBUNA E VASCHETTE

TITOLO

SCUOLA "BENEDETTO CROCE"  
Relazione sintetica del progetto strutturale scuola

FORMATO

A4

SCALA

-

elaborato composto da n. 30 pagine esclusa la testata

PROGETTISTA



STUDIO PARIS ENGINEERING

Via G. Amendola, 48  
67051 AVEZZANO (AQ)  
tel/fax: 0863.1940207  
email: info@studioparisengineering.it



TIMBRO E FIRMA

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	novembre 2017	progetto definitivo - esecutivo	MR	MR	LP

ELABORATO

REL . STR . 01



OGGETTO: "RIQUALIFICAZIONE URBANA, SOCIALE E CULTURALE AREE DEGRADATE RIONE MURICELLE, STAZIONE, TRIBUNA E VASCLETTE"

DITTA: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CELANO

## RELAZIONE SINTETICA DEL PROGETTO STRUTTURALE

(Regolamento n. 3/2015, art. 3, comma 2.c)

OGGETTO: "APPALTO INTEGRATO PER LA RISTRUTTURAZIONE DELL'EDIFICIO EX SCUOLA "LOLA DI STEFANO" E LA SISTEMAZIONE DEGLI SPAZI DI PERTINENZA"

DITTA: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI BUSSI SUL TIRINO

a)

CONTESTO EDILIZIO:

Il presente progetto ha per oggetto un edificio scolastico sito in Celano (AQ) , in Via Vaschette. E' situato nel centro abitato del paese.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SITO:

L'area in esame è impostata principalmente su sedimenti detritici, di accumulo antropico e sedimenti di ambiente fluvio-lacustre. Tali sedimenti sono stati depositi dai corsi d'acqua provenienti principalmente dall'asta fluviale del T. la Foce e dal Rio Pago, nonché dalle numerose incisioni del M. Serra direttamente drenanti verso il bacino del Fucino.

La presenza del lago stesso ha comportato l'instaurarsi di vari cicli sedimentari legati all'alternanza delle diverse fasi di stazionamento della superficie lacustre, con episodi di basso stazionamento, in cui sono prevalsi fenomeni erosivi, e fasi di ingressione, che hanno permesso la deposizione di vari strati più o meno potenti di ghiaie, sabbie, limi, argille e conglomerato ciottoloso.

L'area in esame è impostata attualmente sui sedimenti di natura alluvionale, essenzialmente di tipo ghiaioso sabbioso o sabbioso-ghiaioso.

Questo deposito si trova sovrastante ai depositi quaternari di origine sedimentaria, del tipo limoso-argilloso e sabbioso, probabilmente interposti a grandi livelli ghiaioso-sabbiosi di origine fluvio-lacustre.



L'influenza tettonica quaternaria nell'area di Celano ha probabilmente rialzato numerose porzioni di sedimenti lacustri, generando una serie di terrazzi morfologici visibili nell'area e causando eventi deposizionali sinsedimentari all'azione della tettonica.

I depositi si trovano in eteropia di facies con le facies pelitiche di origine lacustre proprie della Piana del Fucino. Al tetto della successione è presente un modesto orizzonte detritico di natura eluviale, coperto da terreno vegetale.

L'area d'interesse, è impostata su una superficie terrazzata, posta ai piedi del versante calcareo di M. Serra di Celano, sulla fascia di raccordo tra il colle di Celano e la piana del Fucino, da cui dista un paio di chilometri.

Tale superficie presenta una leggera pendenza verso Sud-Ovest, formatasi a seguito dell'alternarsi di cicli di erosione e sedimentazione, concomitanti con le variazioni della superficie del lago, dovuti al naturale ciclo evolutivo morfogenetico legato alle variazioni climatiche che si sono succedute negli ultimi 30.000 anni. Essa è geomorfologicamente sospesa sui sedimenti lacustri dell'Olocene, impostata sui depositi alluvionali di tipo ghiaioso sabbioso.

Tutta l'area su cui è edificato l'abitato di Celano è posta su una serie di alture, raccordate tra loro da piccole scarpate, dell'ordine di qualche metro, talora oblitrate dall'urbanizzazione o dalla naturale sedimentazione dei depositi colluviali e di suolo vegetale. Queste alture sono il risultato di eventi deposizionali che hanno interessato il territorio di Celano con fenomeni talora parossistici (paleofrane), talora di deposizione sedimentaria fluvio-lacustre. Queste superfici sono incise a vari livelli dai corsi d'acqua o fossi che scendono dalle Gole di Celano e dai versanti del M. Serra, verso il bacino del Fucino.

L'area in oggetto si trova ad una quota di circa 740m s.l.m., nel settore occidentale del Rio La Foce che dista circa un chilometro.

Il sito appare sub-pianeggiante, impostato sui sedimenti ghiaioso-sabbiosi di natura detritico-alluvionale.

Dal punto di vista geomorfologico l'area risulta stabile, vista la sostanziale mancanza di fenomeni gravitativi di qualsivoglia genere. Data la natura dei terreni è possibile escludere il rischio di alluvionamenti e impaludamenti. La regimazione idrica ad opera dei canali di raccolta e delle opere di urbanizzazione primaria, riduce notevolmente la possibilità di fenomeni di alluvionamento, debris flow o tracimazione delle acque.

Sotto il profilo idrogeologico l'area in esame si inquadra nella situazione tipica dell'Appennino centrale caratterizzata da importanti ed estesi acquiferi regionali, costituiti dalle dorsali carbonatiche, circondate da cinture di materiali meno permeabili, che fungono da limite di permeabilità basale. I litotipi che costituiscono tali limiti sono rappresentati in linea generale da due diversi tipi di sedimenti:

- i sedimenti sinorogenici terrigeni (flysch), che essendo caratterizzati da una permeabilità molto bassa rappresentano dei limiti a flusso nullo e quindi non interagiscono con le falde regionali carbonato carsiche contenute nei massicci montuosi;



- i sedimenti plio-quadernari continentali, che hanno riempito le depressioni determinate dall'attività tettonica recente oppure che costituiscono i depositi alluvionali dei corsi d'acqua.

In questo caso, la permeabilità relativa dei sedimenti alluvionali quadernari può influenzare l'idrodinamica sotterranea, permettendo scambi idrici sotterranei tra acquiferi carbonatici e falde multistrato dei depositi quadernari, che in genere ricevono apporti idrici sotterranei dai rilievi montuosi. Questi importanti acquiferi vengono generalmente drenati alla base da alcune sorgenti, caratterizzate da portate elevate (spesso maggiori di 1 m<sup>3</sup>/s). Il gruppo sorgivo più importante, localizzato al margine delle strutture carbonatiche, che vengono alimentati in prevalenza dal sistema idrogeologico del Sirente, è Fontana Grande-S.Francesco.

L'area in esame si trova a valle di un diffuso fronte sorgentizio costituito da una serie di venute d'acqua che si allineano formando un esteso fronte d'emergenza idrico che si versa direttamente all'interno dell'abitato storico di Celano.

Tale fronte sorgentizio è di discreta entità e vede la sua area di alimentazione nelle acque di ruscellamento del versante sovrastante, raccolte all'interno di lenti o strati più permeabili (sabbiosi o ghiaiosi) che sgorgano in corrispondenza di cambi litologici o di pendenza.

La particolare conformazione dei depositi può far sì che localmente si possano trovare, a varia profondità, orizzonti acquiferi modesti, sostenuti dalle lenti limo-argillose intercluse nei sedimenti detritici.

Comunque, data l'elevata permeabilità dei terreni rinvenuti entro 20m dal piano campagna, si esclude la presenza di falda acquifera fino a quella quota.

Dei depositi continentali possono considerarsi permeabili le brecce, i conglomerati e le fasce detritiche ed impermeabili i depositi lacustri sabbioso-argillosi.

Le acque di superficie, come già accennato in precedenza, sono allontanate tramite opere di regimazione idraulica (scarichi di fognatura) che garantiscono lo smaltimento della maggior parte delle acque di ruscellamento.

**b)**

#### DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA:

Le strutture portanti verticali dell'immobile oggetto di intervento sono costituite da murature in pietrame aventi spessori variabili. La malta risulta di cattiva consistenza e si disgrega facilmente. Gli orizzontamenti sono invece caratterizzati da solai di interpiano del tipo latero-cementizio con sovrastante caldana armata. Il solaio di copertura è costituito da capriate portanti in legno e sovrastante tavolato in legno.

I muri portanti non sono legati da cordoli in cemento.

Le fondazioni sono impostate tutte alla stessa quota e sono costituite presumibilmente da travi in c.a. L'edificio attualmente risulta libero su tutti i lati. E' prevista la costruzione di un corpo di fabbrica destinato a



contenere una scala ed un ascensore che serviranno i piani dell'edificio scolastico in esame. Tale corpo di fabbrica sarà strutturalmente scollegato dall'edificio scolastico in quanto verrà realizzato un giunto tecnico di adeguate dimensioni.

Verifica del giunto tecnico:

Altezza fabbricato: 11.50 m

Giunto tecnico minimo:  $(11.50/100) * a_g * S/0.5g = (11.50/100) * 2.35 / (0.5 * 9.81) = 0.055 \text{ m}$

Giunto tecnico da realizzare = 0.10m > 0.055 m VERIFICATO

L'altezza netta di interpiano è di 3.80 m al piano terra e 3.90 m al piano primo.

La campata massima è pari a 9.20 m .

Infine le tramezzature interne sono realizzate da mattoni forati in laterizio.

DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI: (vedi anche elaborati grafici allegati)

Al fine di migliorare il comportamento della struttura in oggetto sotto l'azione dei carichi statici e sismici, sono stati progettati i seguenti interventi strutturali:

- Demolizione della scala esterna in c.a. posta sul lato posteriore dell'edificio;
- Consolidamento di tutti i maschi murari esterni sia mediante intonaco armato con rete elettrosaldata sulla faccia interna sia mediante iniezioni di legante;
- Consolidamento di tutti i maschi murari interni mediante intonaco armato con rete elettrosaldata su entrambe le facce;
- Realizzazione di alcune aperture sui maschi murari interni;
- Chiusura di alcune aperture presenti su alcuni maschi murari interni con blocchi sismici in laterizio;
- Realizzazione di cerchiature, su alcune aperture, costituite da due profili metallici accoppiati ed opportunamente ammorsati alla muratura esistente;
- Realizzazione di cerchiature metalliche in corrispondenza del corridoio al piano primo allo scopo di creare un collegamento in direzione Y tra i maschi murari;

Con tali interventi ci si propone di variare la distribuzione delle rigidzze degli elementi sismo resistenti, oltre che migliorare le carenze locali insite nel sistema costruttivo. Per quanto non chiarito si faccia riferimento agli allegati elaborati progettuali.

DESTINAZIONI D'USO:

L'edificio in oggetto è adibito a scuola elementare.

c)

NORMATIVA TECNICA:



Il calcolo delle opere si è svolta nel rispetto della seguente normativa vigente:

- D.M 14.01.2008 - 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. 14 gennaio 2008;

Le norme NTC 2008, 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 con il Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 14.01.2008 e s.m. ed i.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (SLE) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni.
- la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (SLD) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica
- robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani.

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

d)

DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO:

- Vita nominale ( $V_N$ ):  $\geq 50$  anni;
- Classe d'uso: III;
- Periodo di riferimento: (Paragrafo 2.4.3 NTC 2008)  $V_R = V_N \times C_U$  dove  $C_U$  rappresenta il coefficiente d'uso che, per la classe d'uso "III", assume un valore pari a 1,50 e quindi, considerando  $V_N = 50$  anni e  $C_U = 1,50$  si ottiene un periodo di riferimento  $V_R = 75$  anni;
- Categoria del sottosuolo: Come si evince dalla relazione geologica a pag. 18/31, dalla prova MASW risultano due valori di  $V_{S,30} = 352$  m/sec e che corrisponde, secondo la Tab. 3.2.II del D.M. 14/01/2008, ad un terreno di categoria "C", in quanto  $180 \text{ m/sec} < V_{S,30} < 360 \text{ m/sec}$ ;
- Categoria topografica: (Tab. 3.2.IV) Considerata la conformazione altimetrica della zona circostante l'edificio, si considera una categoria topografica "T1" con coefficiente di amplificazione topografica pari a 1,00;
- Zona sismica: 1;
- Coordinate geografiche: Long. Est **13,54635** - Lat. Nord **42,08009**;
- Per quanto riguarda le azioni sulla costruzione si considerano quelle derivanti dai carichi statici (permanenti ed accidentali) e le azioni sismiche;

e)

#### DESCRIZIONE DEI MATERIALI:

I materiali che verranno impiegati per l'esecuzione delle diverse categorie di lavori strutturali previsti in progetto sono i seguenti:

- **elementi in muratura esistente presenti ai vari livelli:**

Si fa riferimento al seguente schema

Tipologia di muratura	$F_m$ (N/cm <sup>2</sup> )	$t_0$ (N/cm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	W (kN/m <sup>3</sup> )
Pietrame disordinata	140	3,0	870	290	19

- **elementi in muratura nella struttura rinforzata presenti ai vari livelli:**

Si fa riferimento al seguente schema

tipologia di muratura	$f_m$ (N/cm <sup>2</sup> )	$t_0$ (N/cm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	w (kN/m <sup>3</sup> )
Pietrame disordinata + rete elettrosaldata su una faccia + iniezioni di leganti	467	9,0	2899,9	966,6	19
Pietrame disordinata + rete elettrosaldata su due facce + iniezioni di leganti	1050	19	6525	2175	19

--	--	--	--	--	--

- **acciaio per c.a.:**

In barre tonde ad aderenza migliorata del tipo B450C conforme alle prescrizioni di cui al punto 11.3 del D.M. 14/01/2008 (punto C.11.3 della Circolare 02/02/09 n. 617), con le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$< 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\ %$	10.0

$\Rightarrow f_{y\ nom} = 450\ N/mm^2;$   
 $\Rightarrow f_{t\ nom} = 540\ N/mm^2;$

I diametri da impiegare saranno:  $\varnothing 5$  per l'intonaco armato in rete  $10 \times 10\ cm$ ,  $\varnothing 16$  per le nuove travi ed i nuovi pilastri,  $\varnothing 8$  per le staffe,  $\varnothing 12$  per la platea di fondazione.

Non si porranno in opera armature eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti superficiali che ne menomino la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurre sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

- **calcestruzzo:**

Il conglomerato cementizio impiegato per la realizzazione dell'intonaco armato e della nuova struttura portante della scala esterna dovrà essere di classe di resistenza C25/30, conforme alle specifiche di cui al punto 11.2 del D.M. 14/01/2008 (punto C.11.2 della Circolare 02/02/09 n. 617) e con le seguenti caratteristiche:

- $\Rightarrow R_{ck} = 30\ N/mm^2;$
- $\Rightarrow f_{ck} = 200\ N/mm^2;$
- $\Rightarrow f_{cd} = 14,2\ N/mm^2;$
- $\Rightarrow$  cemento: tipo CEM II/A-LL 32,5 R conforme alla norma UNI EN 197/1;
- $\Rightarrow$  aggregati: conformi alla norma UNI EN 12620;
- $\Rightarrow$  acqua: conforme alla norma UNI EN 1008;
- $\Rightarrow$  additivi: conformi alla norma UNI EN 934-2;
- $\Rightarrow$  classe di esposizione ambientale (UNI EN 206-1): XC1;
- $\Rightarrow$  classe di consistenza (UNI EN 12350-2): S4;
- $\Rightarrow$  abbassamento (slump) al cono di Abrams: da 160 a 210 mm;
- $\Rightarrow$  rapporto acqua/cemento massimo: 0,65;
- $\Rightarrow$  contenuto di cemento minimo: 260 Kg/m<sup>3</sup>;
- $\Rightarrow$  dimensione massima dell'aggregato: 25 mm;
- $\Rightarrow$  copri ferro minimo: 20 mm.;



⇒ composizione del cls per mc di impasto:

- cemento:	Kg	350;
- sabbia:	mc	0,42;
- pietrisco:	mc	0,42;
- pietrischetto:	mc	0,42;
- acqua	lt	140 (a/c = 0,4).

- **inerti:**

Gli inerti, ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali, saranno costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, etc..., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Il pietrisco ed il pietrischetto, ben assortiti granulometricamente, dovranno avere dimensioni massime tali da permettere al conglomerato di riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della sua classe di consistenza, della presenza dell'armatura metallica e di eventuali inerti, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità del getto e dei mezzi d'opera.

L'acqua per gli impasti dovrà essere limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non dovrà essere aggressiva.

- **norme per l'esecuzione dei getti di calcestruzzo:**

modalità dei getti:

⇒ il calcestruzzo deve essere collocato eseguendo il getto da altezze inferiori ad un metro per evitare la separazione dei componenti. Il getto deve essere eseguito a tratti orizzontali e deve essere costipato a strati di spessore inferiore a 40 cm.

modalità per la vibrazione del cls:

- ⇒ utilizzare un vibratore per immersione ad alta frequenza con numero di vibrazione medio pari a 10.000 cicli al minuto;
- ⇒ il vibratore deve essere inserito verticalmente ad intervalli pari a 10 volte il diametro dell'ago;
- ⇒ tempo di vibrazione: 10 - 15 secondi;
- ⇒ estrarre il vibratore lentamente per consentire al cls di riempire tutto il vuoto lasciato dal tubo;
- ⇒ non esercitare pressioni sulle armature o sulle casseforme con vibrator ad immersione.

- **acciaio per architravi e cerchiature**

In profilati di classe S235;

- **bulloni e tirafondi:**

di classe 10.9;

- **prove sui materiali:**

Acciaio



E' onere del Direttore dei Lavori eseguire i prelievi ed i controlli di resistenza e di duttilità dell'acciaio secondo le modalità stabilite al punto 11.3.2.10.4 del D.M. 14/01/2008.

#### Calcestruzzo

E' onere del Direttore dei Lavori eseguire i prelievi ed i controlli di resistenza del calcestruzzo secondo le modalità stabilite al punto 11.2.5 del D.M. 14/01/2008.

Tutti i materiali ed i prodotti per uso strutturale dovranno essere qualificati dal produttore secondo le modalità indicate nel capitolo 11 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14/01/2008. E' onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, acquisire e verificare la documentazione di qualificazione.

Il disarmo delle strutture avverrà nei tempi previsti dalla normativa di legge vigente n° 1086 del 5/11/1971.

f)

#### CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE:

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

Gli elementi finiti a due nodi possono essere utilizzati in analisi di tipo non lineare potendo modellare non linearità sia di tipo geometrico che meccanico con i seguenti modelli:

1. Matrice geometrica per gli effetti del II° ordine;
2. Non linearità meccanica per comportamento assiale solo resistente a trazione o compressione;
3. Non linearità meccanica di tipo elasto-plastica con modellazione a plasticità concentrata e duttilità limitata con controllo della capacità rotazionale ultima delle cerniere plastiche. (per le analisi sismiche di tipo PUSHOVER con le modalità previste dal D.M. 14/01/2008 e s.m.i.)

Per gli elementi strutturali bidimensionali (pareti a taglio, setti, nuclei irrigidenti, piastre o superfici generiche) è stato utilizzato un modello finito a 3 o 4 nodi di tipo *shell* che modella sia il comportamento membranale (lastra) che flessionale (piastra).



Tale elemento finito di tipo isoparametrico è stato modellato con funzioni di forma di tipo polinomiale che rappresentano una soluzione congruente ma non esatta nello spirito del metodo FEM. Per questo tipo di elementi finiti la precisione dei risultati ottenuti dipende dalla forma e densità della MESH.

Il metodo è efficiente per il calcolo degli spostamenti nodali ed è sempre rispettoso dell'equilibrio a livello nodale con le azioni esterne.

Le verifiche sono state effettuate sia direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. Per le azioni dovute al sisma (ed in genere per le azioni che provocano elevata domanda di deformazione anelastica), le verifiche sono state effettuate sulle risultanti (forze e momenti) agenti globalmente su una sezione dell'oggetto strutturale (muro a taglio, trave accoppiamento, etc..)

Nel modello sono stati tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi.

La presenza di eventuali orizzontamenti sono stati tenuti in conto con vincoli cinematici rigidi o con modellazione della soletta con elementi SHELL.

L'analisi delle sollecitazioni è stata condotta in fase elastica lineare tenendo conto eventualmente degli effetti del secondo ordine.

Le sollecitazioni derivanti dalle azioni sismiche sono state ottenute sia con analisi statiche equivalenti che con analisi dinamiche modali.

Nel caso di calcolo della capacità di una struttura progettata, o di una esistente, a resistere al sisma, con verifica dell'effettiva duttilità strutturale si è ricorso ad una analisi statica di tipo non lineare (PUSHOVER).

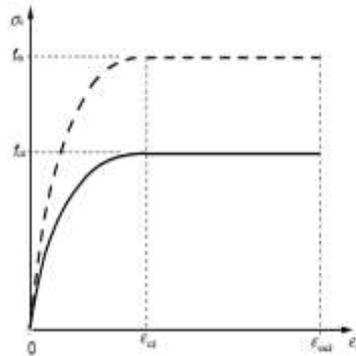
I vincoli tra i vari elementi strutturali e con il terreno sono stati modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale.

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

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono del tipo elastico lineare, mentre nelle eventuali analisi non lineari di tipo PUSHOVER i legami costitutivi utilizzati sono di tipo elastoplastico - incrudente a duttilità limitata, elasto-fragile, elastoplastico a compressione e fragile a trazione.

Per le verifiche sezionali sono stati utilizzati i seguenti legami:

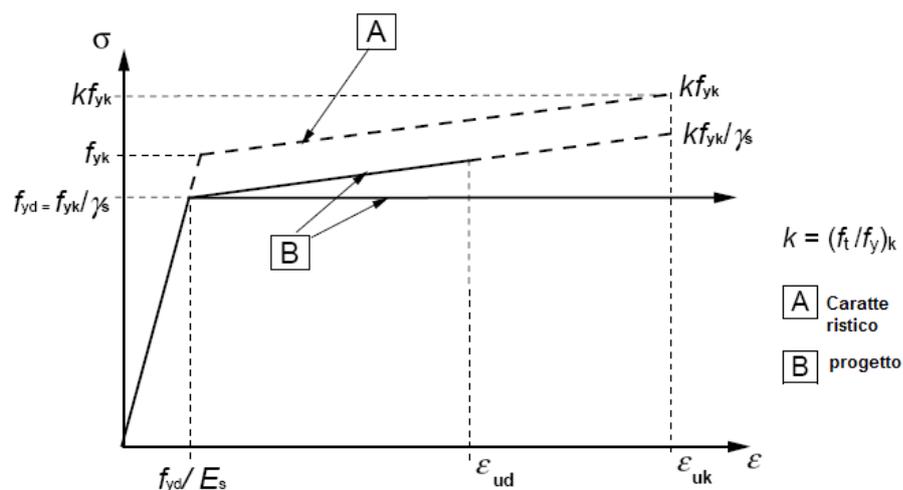
- **LEGAME PARABOLA RETTANGOLO PER IL CALCESTRUZZO**



Legame costitutivo di progetto del calcestruzzo

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

- LEGAME ELASTICO PREFETTAMENTE PLASTICO O INCRUDENTE O DUTTILITA' LIMITATA PER L'ACCIAIO



Legame costitutivo di progetto acciaio per c.a.

- 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

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

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli SLU che allo SLD si è fatto riferimento al D.M. 14.01.08 e alla



circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009, n. 617 che è stata utilizzata come norma di dettaglio.

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

Si riporta di seguito un estratto della relazione di calcolo allegata;

<b>DATI GENERALI DI STRUTTURA</b>			
<b>DATI GENERALI DI STRUTTURA</b>			
Massima dimens. dir. X (m)	40,06	Altezza edificio (m)	9,45
Massima dimens. dir. Y (m)	18,96	Differenza temperatura(°C)	15
<b>PARAMETRI SISMICI</b>			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	TERZA
Longitudine Est (Grd)	13,54635	Latitudine Nord (Grd)	42,08009
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Muratura	Sistema Costruttivo Dir.2	Muratura
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	NO
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.</b>			
Probabilita' Pvr	0,81	Periodo di Ritorno Anni	45,00
Accelerazione Ag/g	0,10	Periodo T'c (sec.)	0,28
Fo	2,34	Fv	0,98
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,15
Periodo TC (sec.)	0,45	Periodo TD (sec.)	1,99
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.</b>			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	75,00
Accelerazione Ag/g	0,12	Periodo T'c (sec.)	0,29
Fo	2,32	Fv	1,10
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,15
Periodo TC (sec.)	0,46	Periodo TD (sec.)	2,09
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.</b>			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	712,00
Accelerazione Ag/g	0,30	Periodo T'c (sec.)	0,35
Fo	2,38	Fv	1,75
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,28	Periodo TB (sec.)	0,17
Periodo TC (sec.)	0,52	Periodo TD (sec.)	2,79
<b>PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.</b>			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1462,00
Accelerazione Ag/g	0,38	Periodo T'c (sec.)	0,37
Fo	2,43	Fv	2,01
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,15	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,54	Periodo TD (sec.)	3,11
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO MURATURA - D I R. 1</b>			
Sistema Strutturale	Ordinaria	AlfaU/Alfa1	1,50
Fattore di struttura 'q'	2,50		
<b>PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO MURATURA - D I R. 2</b>			
Sistema Strutturale	Ordinaria	AlfaU/Alfa1	1,50
Fattore di struttura 'q'	2,50		



**COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI**

Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Muratura azioni sismiche	2,00	Muratura azioni statiche	2,00
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		

SITUAZIONE ANTE OPERAM

**DATI GENERALI DI STRUTTURA**

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
Massima dimens. dir. X (m)	40,06	Altezza edificio (m)	9,45
Massima dimens. dir. Y (m)	18,96	Differenza temperatura(°C)	15
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	TERZA
Longitudine Est (Grd)	13,54635	Latitudine Nord (Grd)	42,08009
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Muratura	Sistema Costruttivo Dir.2	Muratura
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	NO
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
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	0,10	Periodo T'c (sec.)	0,28
Fo	2,34	Fv	0,98
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,15
Periodo TC (sec.)	0,45	Periodo TD (sec.)	1,99
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	75,00
Accelerazione Ag/g	0,12	Periodo T'c (sec.)	0,29
Fo	2,32	Fv	1,10
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,15
Periodo TC (sec.)	0,46	Periodo TD (sec.)	2,09
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	712,00
Accelerazione Ag/g	0,30	Periodo T'c (sec.)	0,35
Fo	2,38	Fv	1,75
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,28	Periodo TB (sec.)	0,17
Periodo TC (sec.)	0,52	Periodo TD (sec.)	2,79
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1462,00
Accelerazione Ag/g	0,38	Periodo T'c (sec.)	0,37
Fo	2,43	Fv	2,01
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,15	Periodo TB (sec.)	0,18
Periodo TC (sec.)	0,54	Periodo TD (sec.)	3,11
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO MURATURA - D I R. 1			
Sistema Strutturale	Ordinaria	AlfaU/Alfa1	1,50
Fattore di struttura 'q'	2,50		
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO MURATURA - D I R. 2			
Sistema Strutturale	Ordinaria	AlfaU/Alfa1	1,50



Fattore di struttura 'q'	2,50		
<b>COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI</b>			
Acciaio per carpenteria	1,05	Verif.Instabilita' acciaio:	1,05
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Muratura azioni sismiche	2,00	Muratura azioni statiche	2,00
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fundament.:	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		

SITUAZIONE POST OPERAM

g)

PRINCIPALI COMBINAZIONI:

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 14.01.2008 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite, sono state definite le seguenti combinazioni delle azioni ( Cfr. al § 2.5.3 NTC 2008):

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU) (2.5.1)
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, 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 (SLE) reversibili (2.5.3)
- Combinazione quasi permanente (SLE), 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 SLE, sono stati omessi i carichi  $Q_{kj}$  dal momento che hanno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

Altre combinazioni sono state considerate in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.), ove nelle formule il simbolo "+" è da intendersi "combinato con".

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{G_i}$  e  $\gamma_{Q_j}$  sono stati desunti dalle norme (Cfr. § 2.6.1, Tab. 2.6.I)



Per le combinazioni sismiche:

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio sono state effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni (Cfr. § 2.5.3 form. 3.2.16 delle NTC 2008)

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

I valori dei coefficienti  $\psi_{2j}$  sono stati desunti dalle norme (Cfr. Tabella 2.5.I)

La struttura è stata progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, con 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 sono state stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado è stata ottenuta con un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'utilizzo, ove necessario, dell'applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

Si riporta un estratto della relazione di calcolo con indicate le combinazioni utilizzate:

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.V. - A1 / S.L.D.															
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Peso Strutturale	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Abitazioni	1,50	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Var.Amb.affol.	1,50	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Var.Scale	1,50	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Var.Coperture	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Sisma direz. grd 0	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30

COMBINAZIONI CARICHI - S.L.V. - A1 / S.L.D.															
DESCRIZIONI	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Abitazioni	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Var.Amb.affol.	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Var.Scale	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Var.Coperture	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 0	-1,00	1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30
Corr. Tors. dir. 90	0,30	0,30	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Sisma direz. grd 0	-1,00	-1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Sisma direz. grd 90	-0,30	-0,30	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00

**COMBINAZIONI CARICHI - S.L.V. - A1 / S.L.D.**

DESCRIZIONI	31	32	33
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00
Var.Abitazioni	0,30	0,30	0,30
Var.Amb.affol.	0,60	0,60	0,60
Var.Scale	0,60	0,60	0,60
Var.Coperture	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,30	-0,30	0,30
Corr. Tors. dir. 90	-1,00	1,00	1,00
Sisma direz. grd 0	-0,30	-0,30	-0,30
Sisma direz. grd 90	-1,00	-1,00	-1,00

**COMBINAZIONI RARE - S.L.E.**

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Abitazioni	1,00
Var.Amb.affol.	1,00
Var.Scale	1,00
Var.Coperture	1,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00

**COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.**

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Abitazioni	0,50
Var.Amb.affol.	0,70
Var.Scale	0,70
Var.Coperture	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00

**COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.**

DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Abitazioni	0,30
Var.Amb.affol.	0,60
Var.Scale	0,60
Var.Coperture	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00

h)

INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI:

Riguardo al calcolo è stata effettuata un'analisi statica non lineare – push over, con la quale si è visto che la struttura non è in grado di sopportare da sola i sovraccarichi, ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con D.M. 14.01.2008. Pertanto, per migliorare i comportamenti statico e sismico della stessa, si è dovuto procedere all'esecuzione dei predetti interventi strutturali.

Mediante questo tipo di analisi, quindi, è possibile analizzare il comportamento dell'edificio a seguito degli interventi di miglioramento sismico previsti (vedasi le relazioni di calcolo allegate per maggiori dettagli).

Dalle analisi suddette, per le situazioni post intervento, si ricava un fattore Teta pari a  $0,008 < 0.1$  e quindi gli effetti del secondo ordine sono trascurabili (7.3.1 NTC);

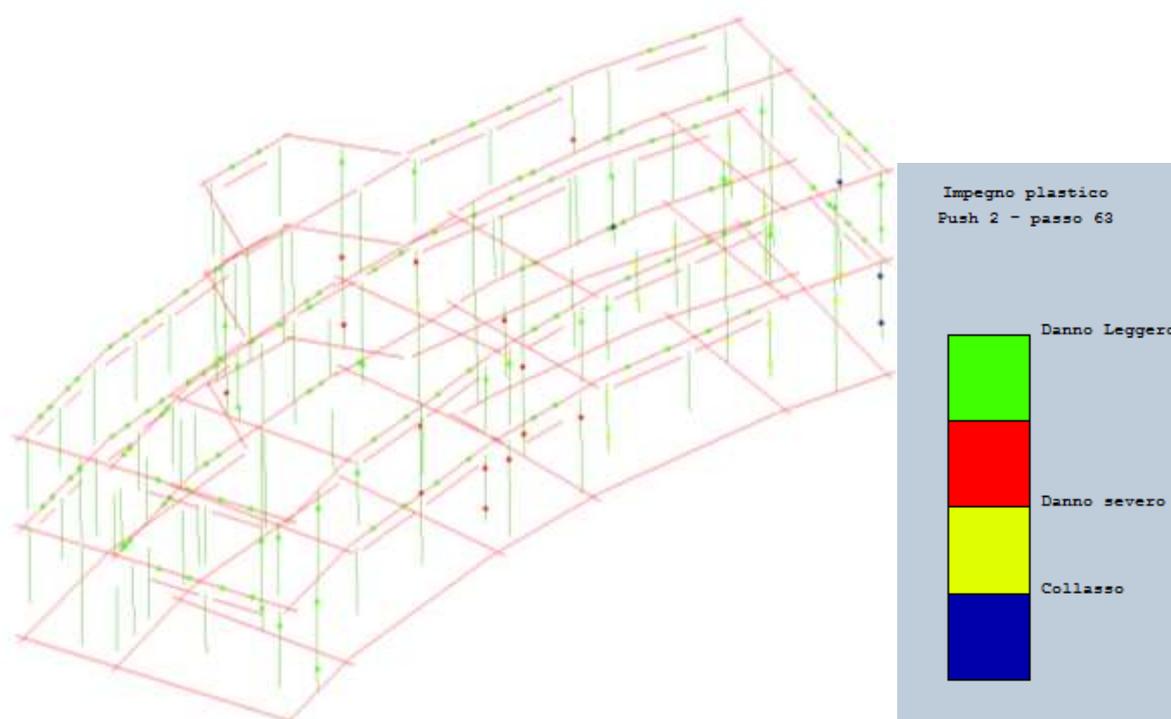
i)

CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE INDAGATI:

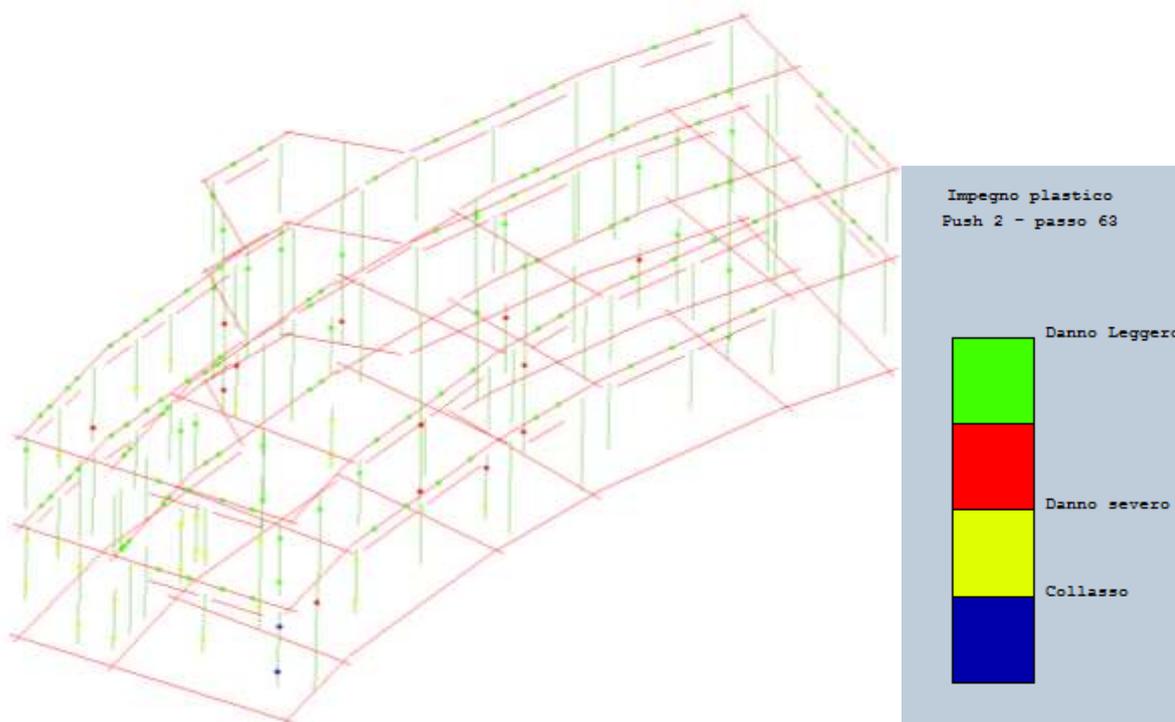
(vedi precedente punto "c");

j)

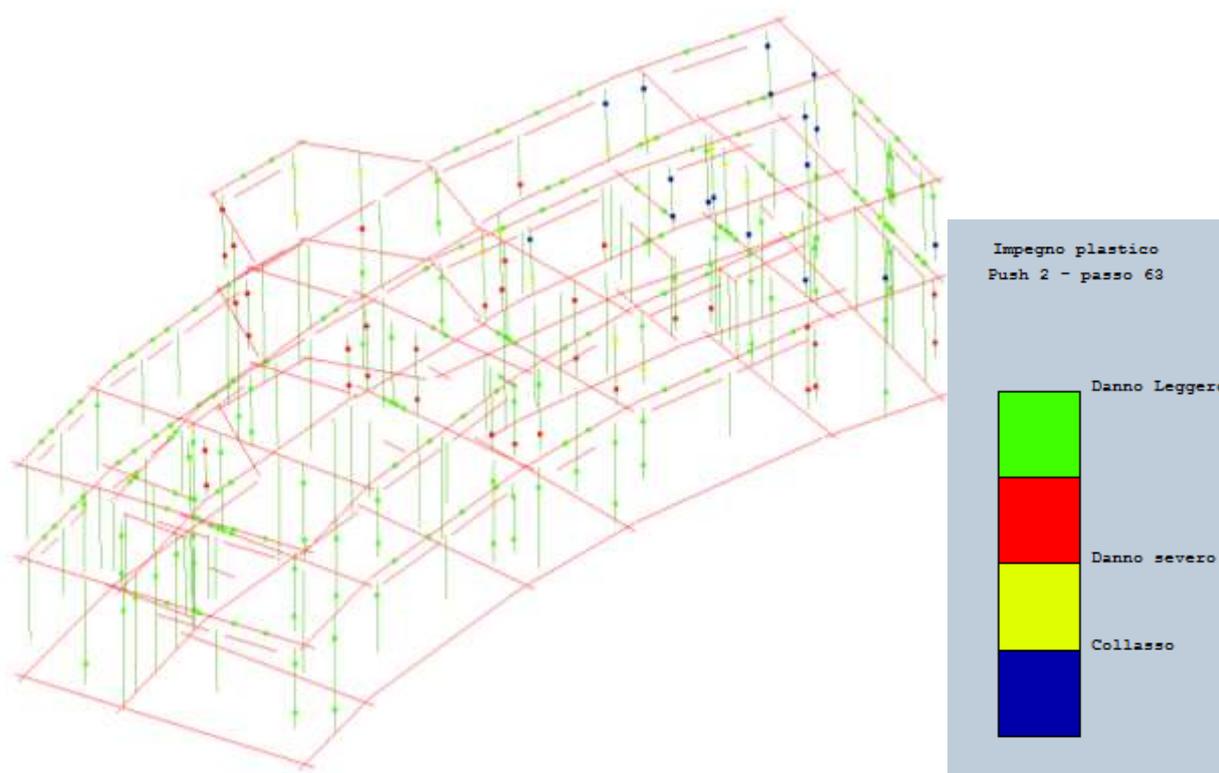
RAPPRESENTAZIONE DELLE CONFIGURAZIONI DEFORMATE E DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE DELLE STRUTTURE PIU' SIGNIFICATIVE:



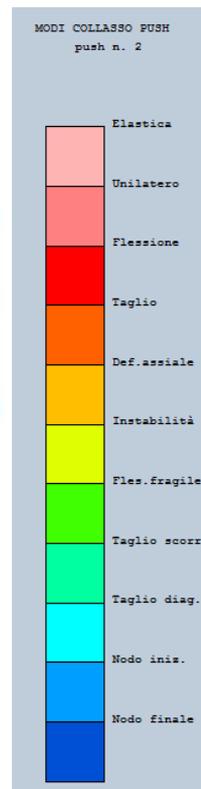
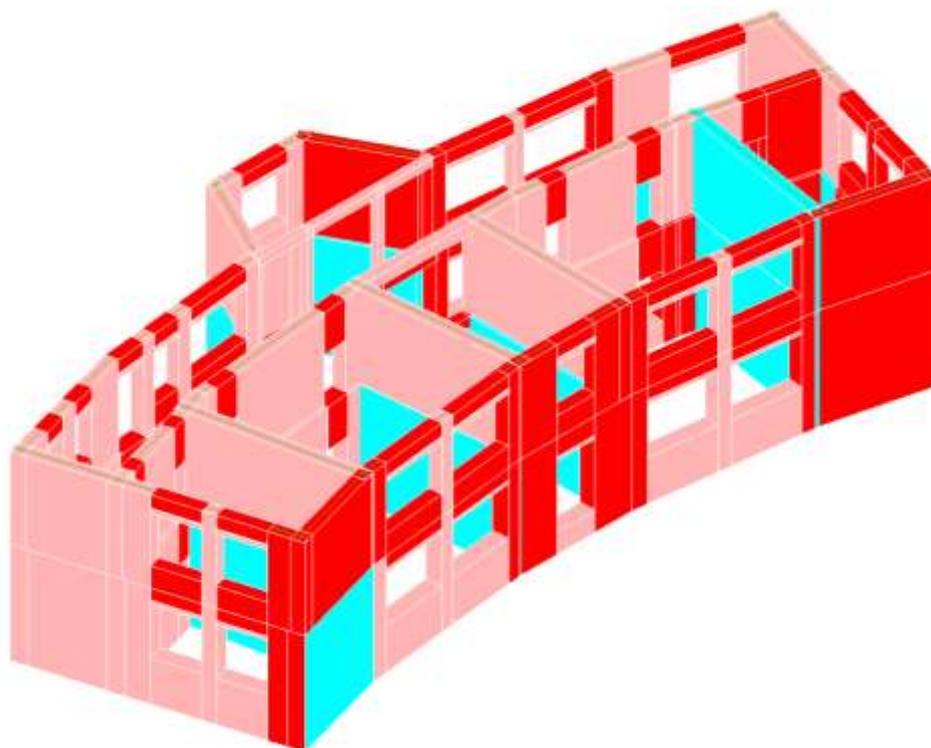
DEFORMATA ANALISI PUSHOVER N. 7 CON FORMAZIONE DELLE CERNIERE PLASTICHE PRE INTERVENTO



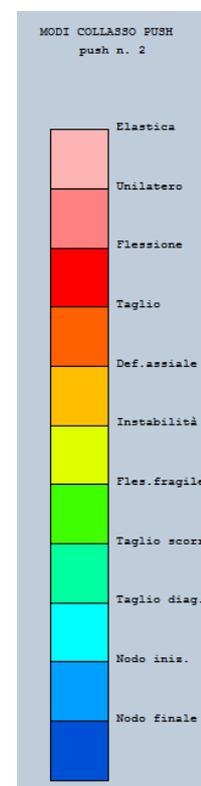
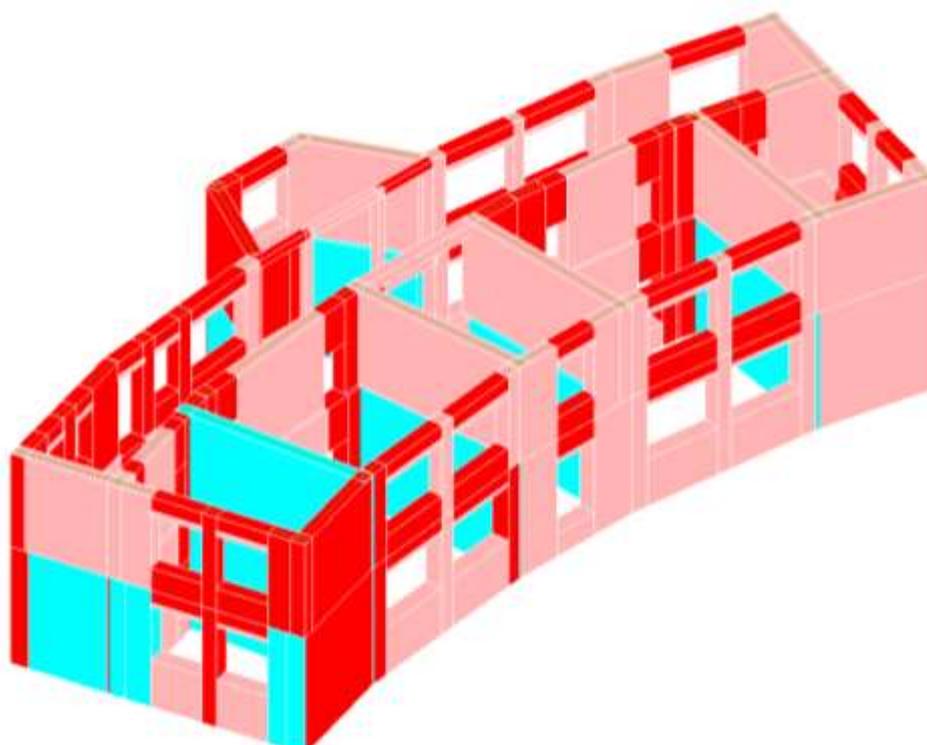
DEFORMATA ANALISI PUSHOVER N. 8 CON FORMAZIONE DELLE CERNIERE PLASTICHE PRE INTERVENTO



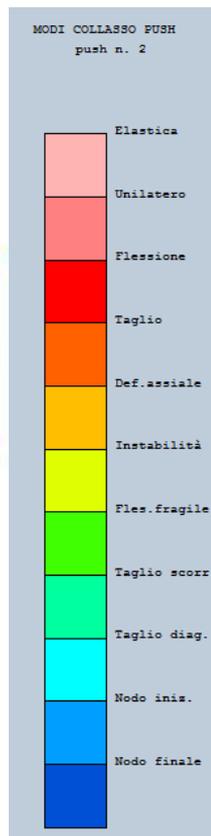
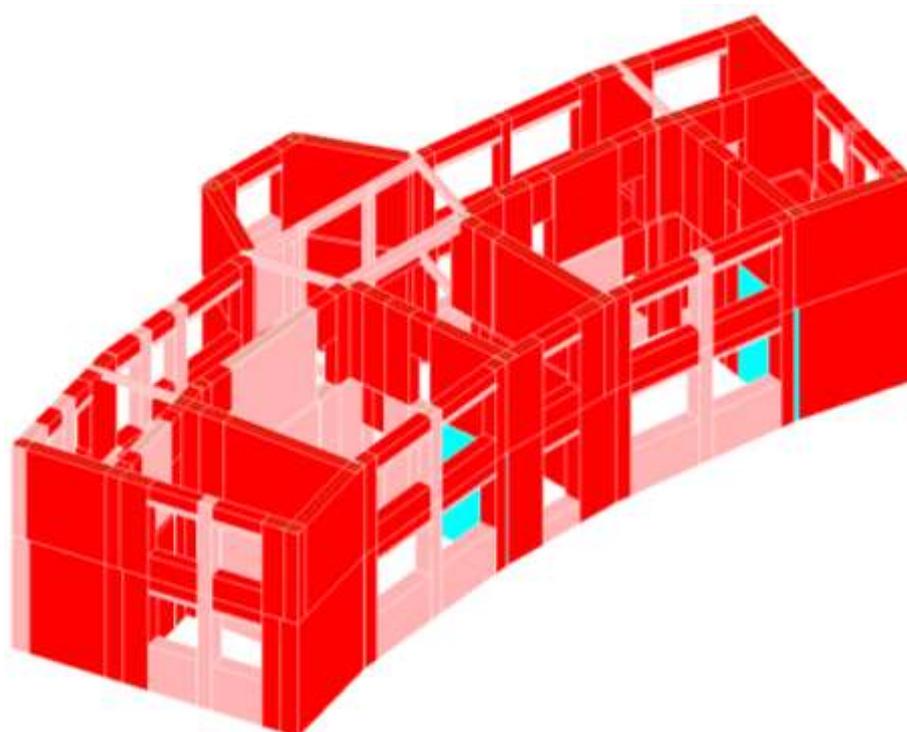
DEFORMATA ANALISI PUSHOVER N. 3 CON FORMAZIONE DELLE CERNIERE PLASTICHE POST INTERVENTO



MODI DI COLLASSO PER LA PUSHOVER N. 7 PRE INTERVENTO



MODI DI COLLASSO PER LA PUSHOVER N. 8 PRE INTERVENTO



MODI DI COLLASSO PER LA PUSHOVER N. 3 POST INTERVENTO

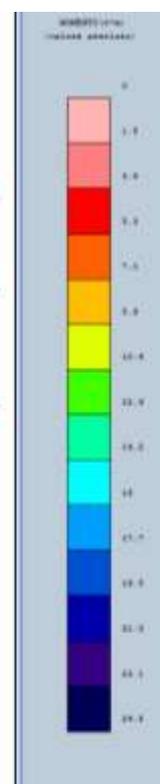
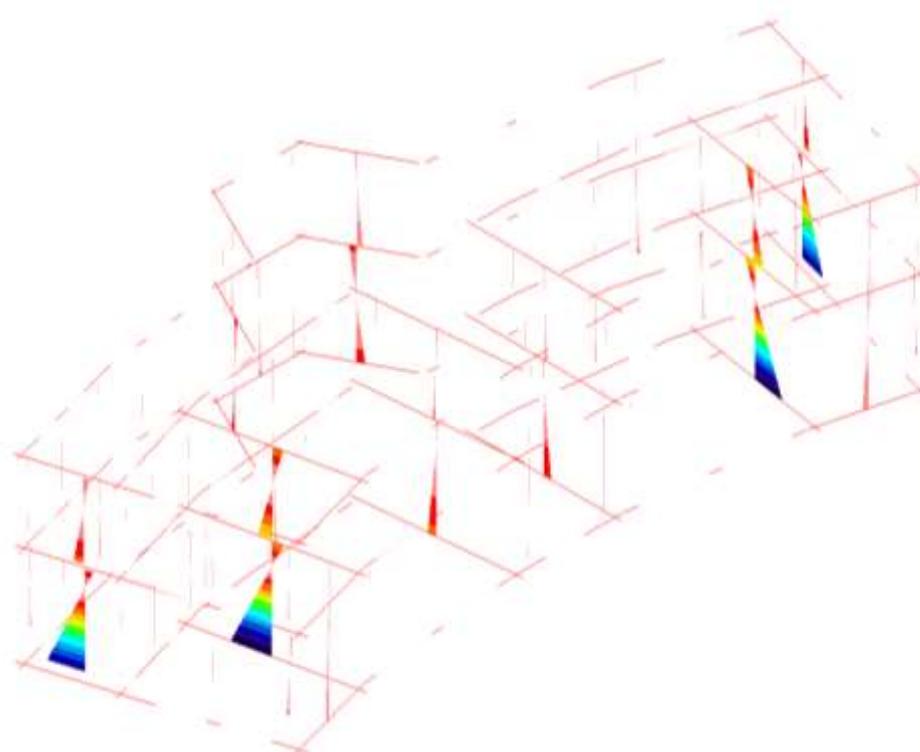


DIAGRAMMA DEL MOMENTO  $M_x$  e  $M_y$  PER LA PUSHOVER N. 7 PRE INTERVENTO

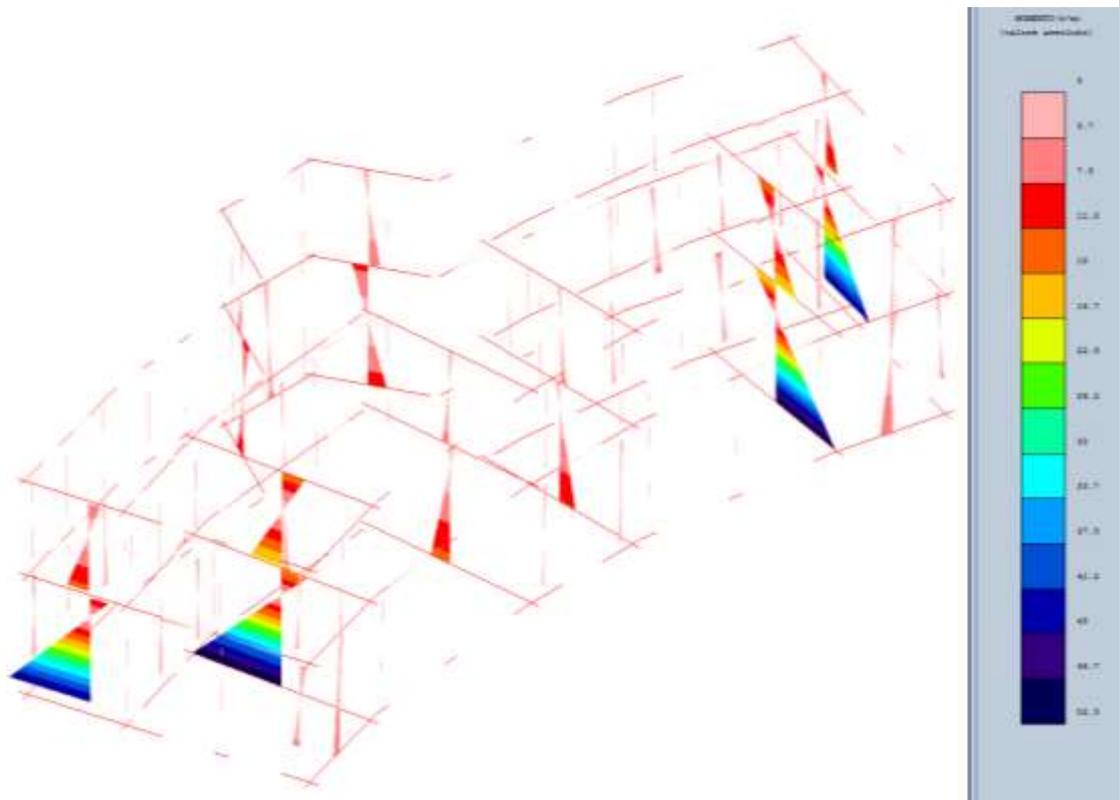


DIAGRAMMA DEL MOMENTO  $M_x$  e  $M_y$  PER LA PUSHOVER N. 8 PRE INTERVENTO

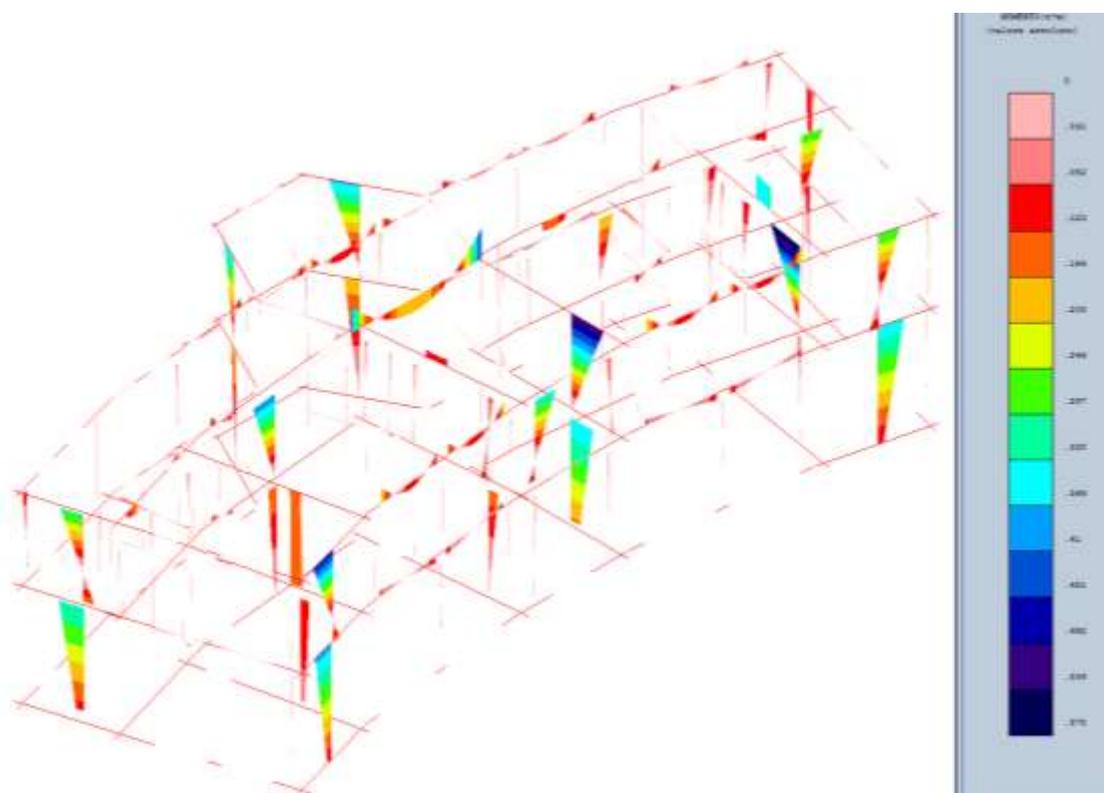


DIAGRAMMA DEL MOMENTO  $M_x$  e  $M_y$  PER LA PUSHOVER N. 3 POST INTERVENTO

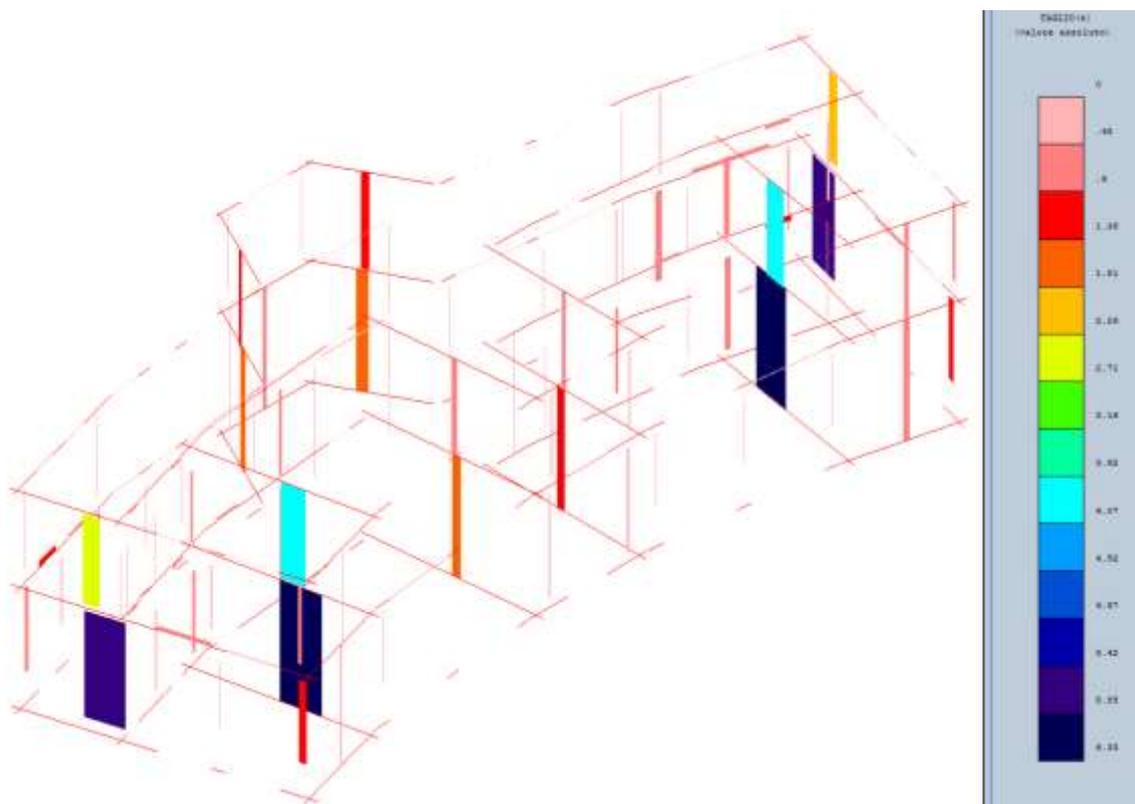


DIAGRAMMA DEL TAGLIO Tx e Ty PER LA PUSHOVER N. 7 PRE INTERVENTO

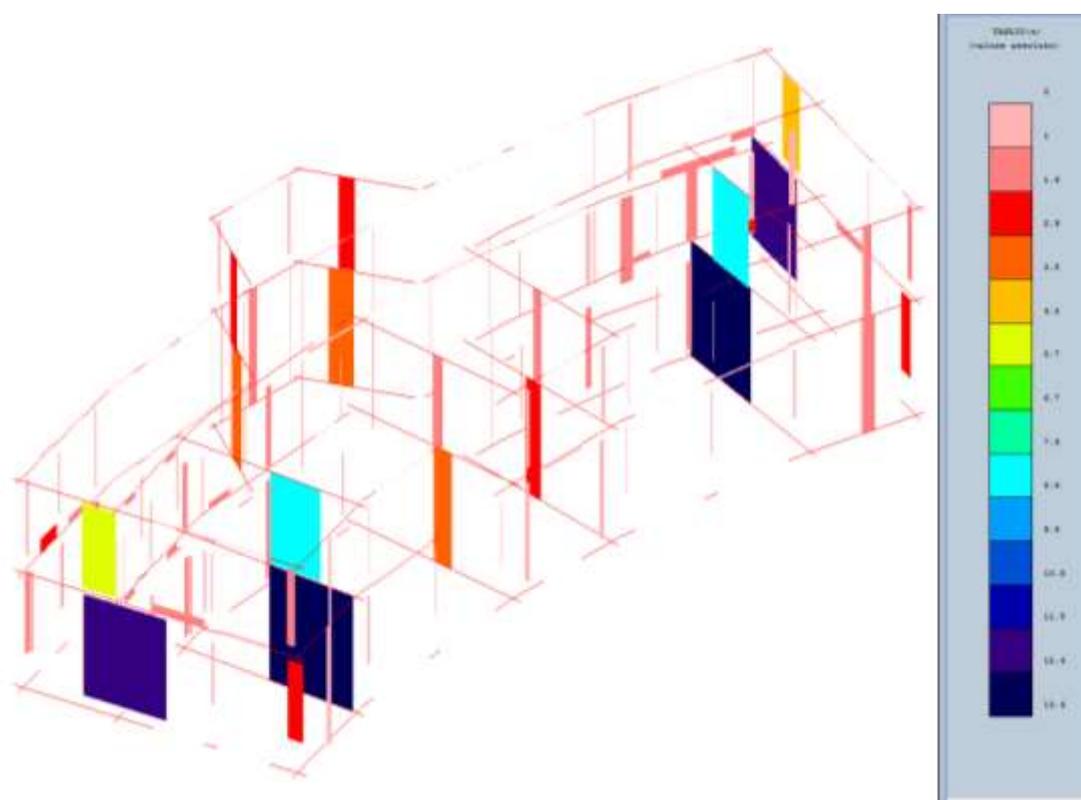


DIAGRAMMA DEL TAGLIO Tx e Ty PER LA PUSHOVER N. 8 PRE INTERVENTO

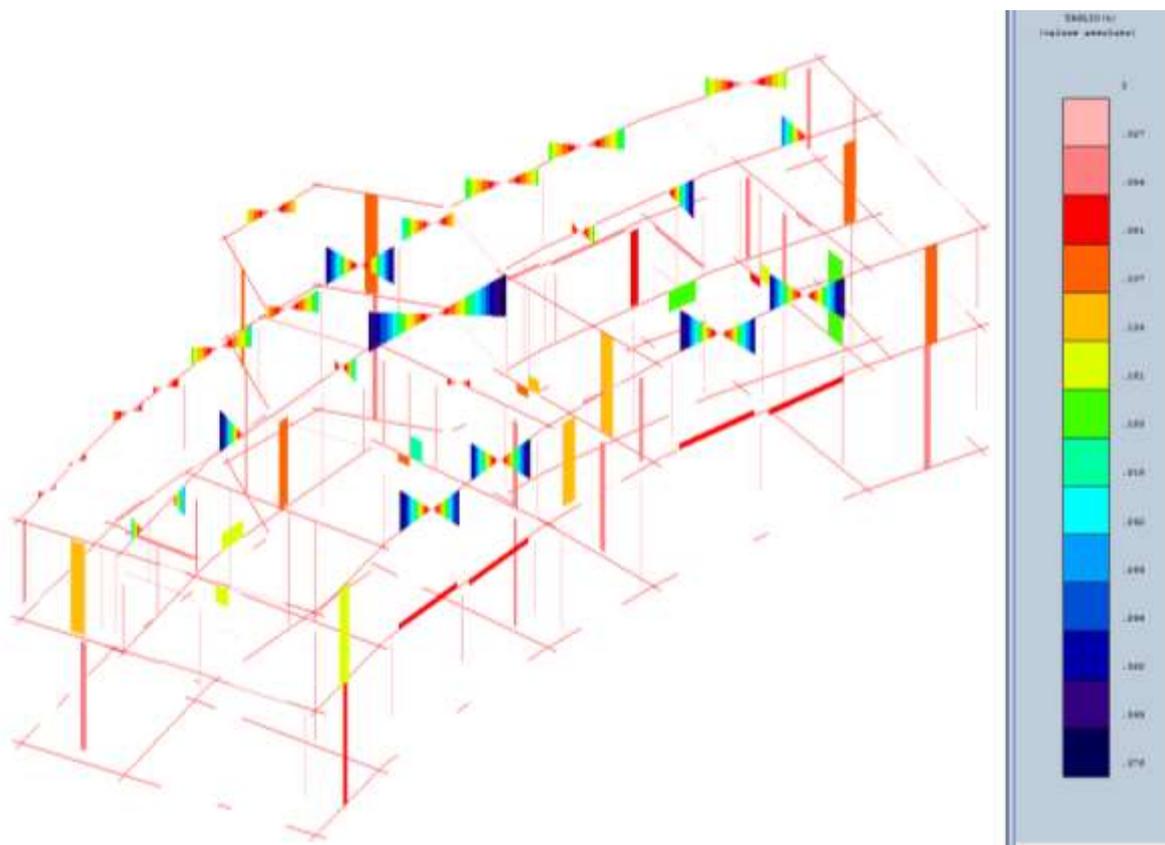


DIAGRAMMA DEL TAGLIO  $T_x$  e  $T_y$  PER LA PUSHOVER N. 3 POST INTERVENTO



DIAGRAMMA DELLO SFORZO NORMALE  $N$  PER LA PUSHOVER N. 7 PRE INTERVENTO

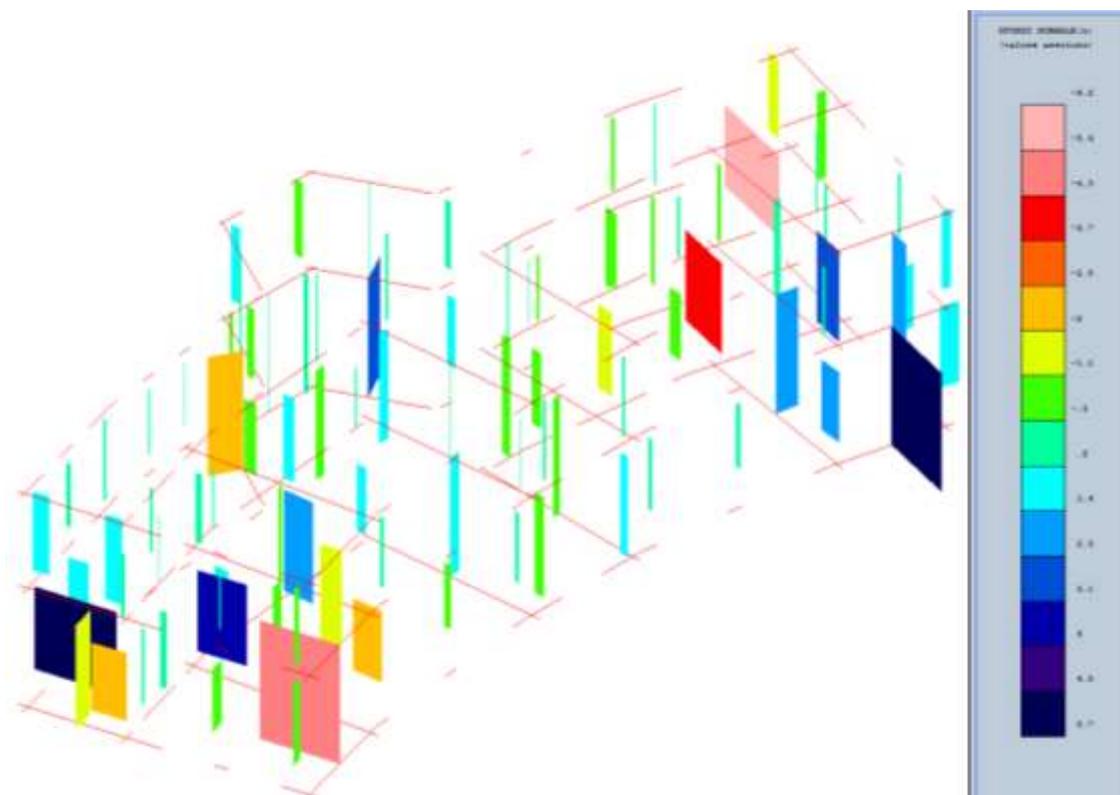
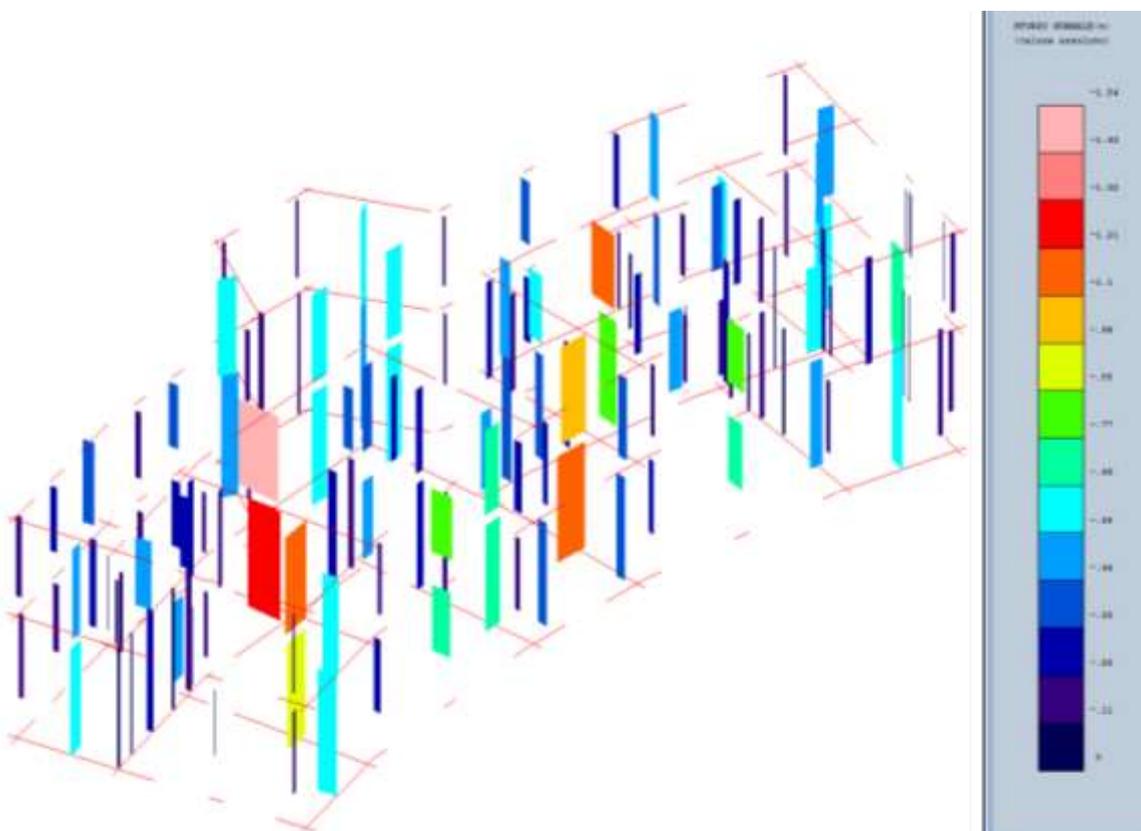


DIAGRAMMA DELLO SFORZO NORMALE N PER LA PUSHOVER N. 8 PRE INTERVENTO





k)

CARATTERISTICHE E AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO:

**Origine e Caratteristiche dei codici di calcolo**

Produttore	S.T.S. srl
Titolo	CDSWin
Versione	Rel. 2016
Nro Licenza	34595

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).*

• *Affidabilità 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>

l)

STRUTTURE GEOTECNICHE O DI FONDAZIONE:

Per quanto riguarda le strutture di fondazione, queste ultime sono costituite presumibilmente da travi in c.a. delle quali non è stato possibile rilevarne le dimensioni effettive. Quelle riportate negli elaborati grafici allegati hanno dimensioni presunte la cui determinazione è stata effettuata tenendo conto degli spessori delle murature sovrastanti.

Dai rilievi effettuati sulla struttura dell'edificio nella sua interezza, si è rilevata la totale assenza di dissesti di qualsiasi natura attribuibili a cedimenti delle fondazioni; inoltre gli interventi progettati non comportano sostanziali alterazioni dello schema strutturale del fabbricato né modificazioni rilevanti delle sollecitazioni trasmesse alle fondazioni. Inoltre, come si evince dai fascicoli dei calcoli strutturali allegati e dagli schemi dei modi di collasso precedentemente descritti, sono esclusi fenomeni di ribaltamento della costruzione per effetto delle azioni sismiche. Quanto esposto è perfettamente in linea con quanto disposto dalla Circ.



617/09 la quale, al C8A.5.11, cita che se sono presenti tutte le condizioni appena esposte è possibile omettere interventi sulle strutture di fondazione nonché le relative verifiche. Sono state quindi omesse le verifiche in fondazione.

m)

INDICAZIONE DELLA CATEGORIA D'INTERVENTO:

L'intervento previsto rientra nella categoria del miglioramento (8.4.2 NTC);

n)

DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA ESISTENTE:

Vedi precedente lettera b). Le strutture portanti verticali dell'immobile oggetto di intervento sono costituite da murature pietrame aventi spessori variabili. La malta risulta di cattiva consistenza e si disgrega facilmente. Gli orizzontamenti sono invece caratterizzati da solai di interpiano del tipo laterocementizi e sovrastante caldana armata. Il solaio di copertura è costituito da capriate portanti in legno con sovrastante tavolato in legno.

I muri portanti non sono legati da cordoli in cemento.

Le fondazioni sono impostate tutte alla stessa quota e sono costituite presumibilmente da travi in c.a. L'edificio attualmente risulta libero su tutti i lati. E' prevista la costruzione di un corpo di fabbrica destinato a contenere una scala ed un ascensore che serviranno i piani dell'edificio scolastico in esame. Tale corpo di fabbrica sarà strutturalmente scollegato dall'edificio scolastico in quanto verrà realizzato un giunto tecnico di adeguate dimensioni.

Verifica del giunto tecnico:

Altezza fabbricato: 11.50 m

Giunto tecnico minimo:  $(11.50/100) * ag * S/0.5g = (11.50/100) * 2.35 / (0.5 * 9.81) = 0.055 \text{ m}$

Giunto tecnico da realizzare = 0.10m > 0.055 m VERIFICATO

L'altezza netta di interpiano è di 3.80 m al piano terra e 3.90 m al piano primo.

La campata massima è pari a 9.20 m .

Infine le tramezzature interne sono realizzate da mattoni forati in laterizio.

o)

DEFINIZIONE DELLE PROPRIETA' MECCANICHE DEI MATERIALI E CONSEGUENTE DETERMINAZIONE DEI LIVELLI DI CONOSCENZA E DEI CORRISPONDENTI FATTORI DI CONFIDENZA:

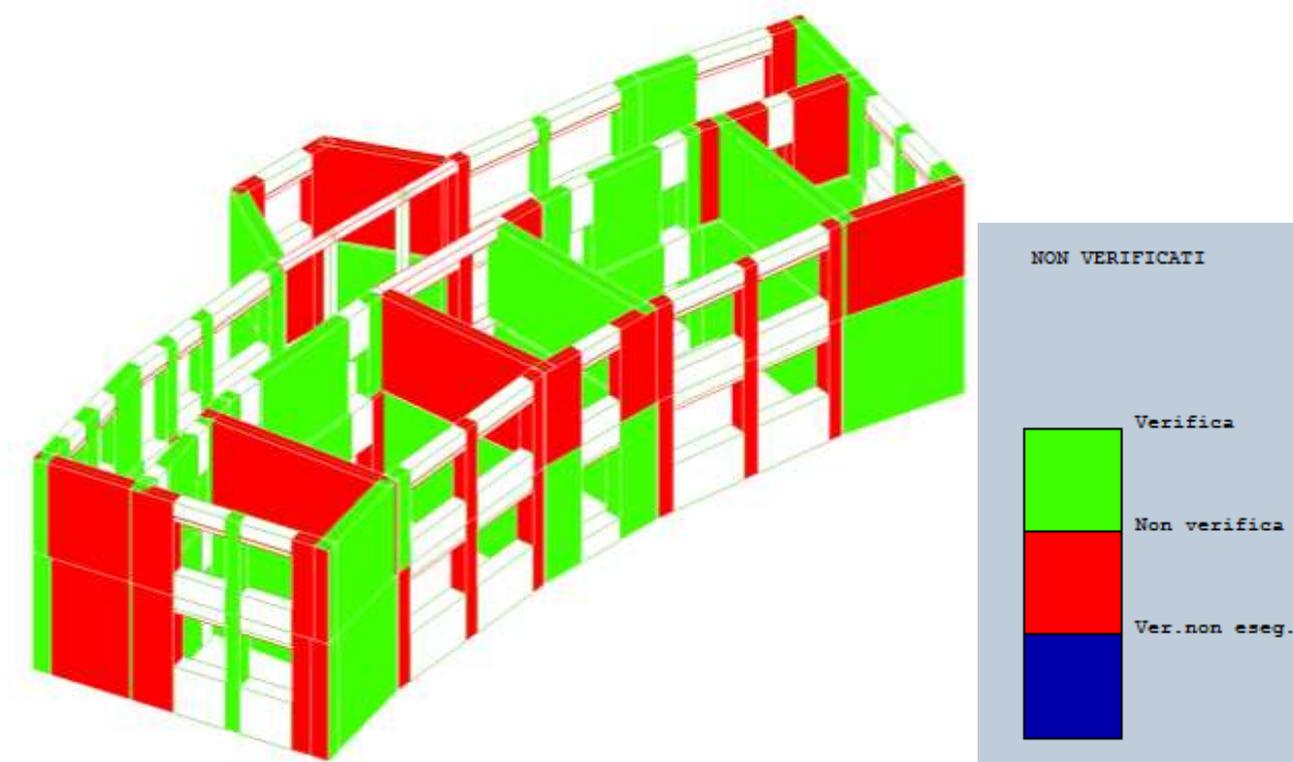
Per quanto riguarda le proprietà meccaniche dei materiali costituenti le strutture interessate, si faccia riferimento alla "relazione sui materiali" allegata. E' stato adottato un livello di conoscenza "LC2" a cui corrisponde un fattore di confidenza "FC" = 1.20 (Tab. C8A.1.1 dell'appendice al § C8 delle NTC). Questo in

virtù del fatto che le indagini svolte in situ sono adeguate e quindi si ha una buona conoscenza delle caratteristiche degli elementi strutturali.

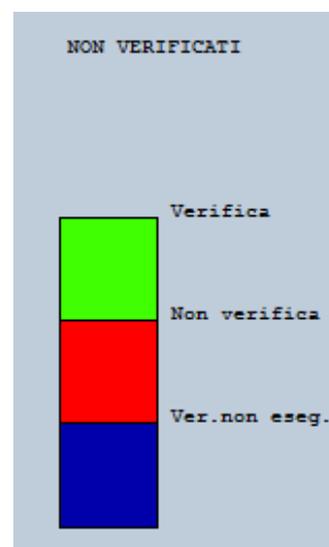
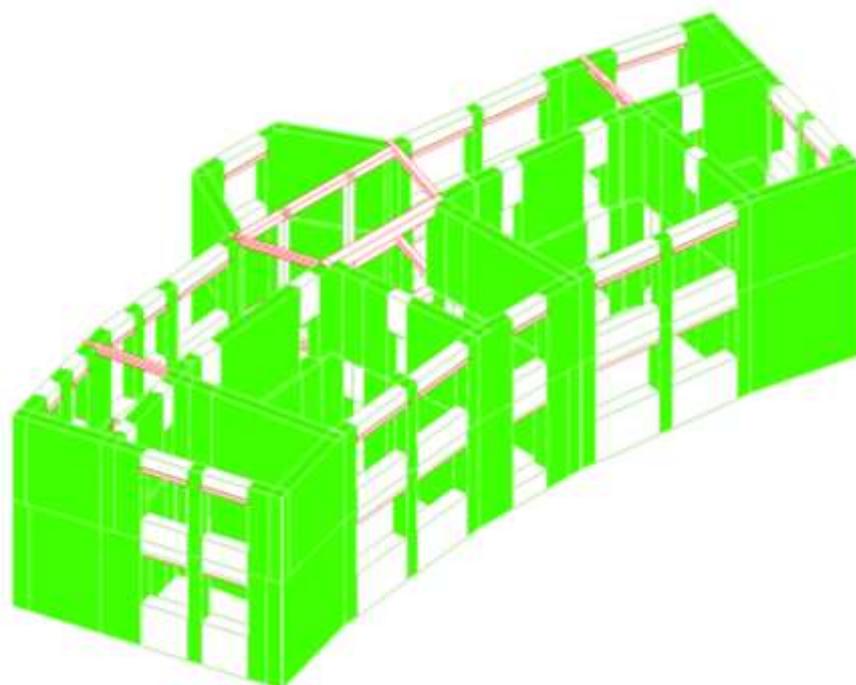
p)

RISULTATI PIÙ SIGNIFICATIVI EMERSI DAL CONFRONTO TRA I LIVELLI DI SICUREZZA PRE E POST INTERVENTO, IN CONDIZIONI STATICHE E SISMICHE:

Di seguito si riportano degli schemi grafici emergenti dai risultati delle analisi pre e post intervento



VERIFICA DEI MASCHI MURARI NELLA SITUAZIONE PRE INTERVENTO



VERIFICA DEI MASCHI MURARI NELLA SITUAZIONE POST INTERVENTO

Nelle seguenti immagini sono rappresentati gli spettri ADSR per le analisi push-over più critiche nelle situazioni attuale (analisi push #7-8) e di progetto (analisi push #3)

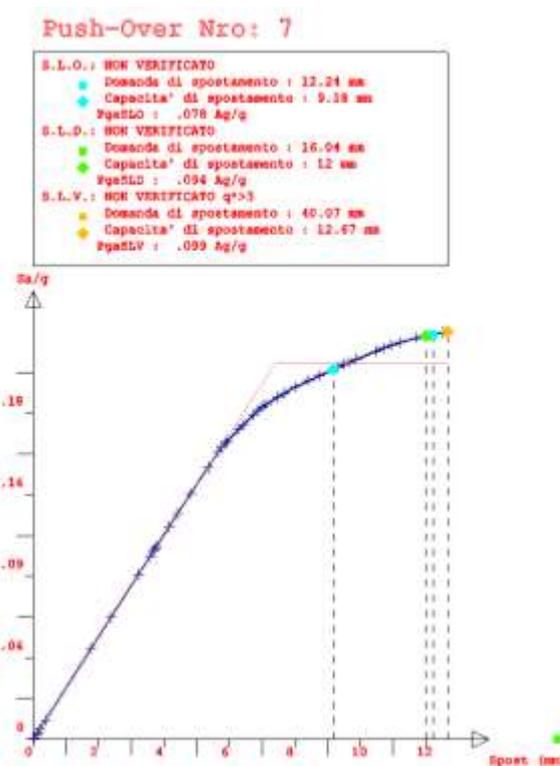


DIAGRAMMA ADSR ANALISI PUSHOVER N. 7 NELLA SITUAZIONE PRE INTERVENTO

### Push-Over Nro: 8

S.L.O.: NON VERIFICATO	
●	Domanda di spostamento : 12.37 mm
●	Capacità di spostamento : 9.48 mm
●	PgaSLO : .078 Ag/g
S.L.D.: NON VERIFICATO	
●	Domanda di spostamento : 16.19 mm
●	Capacità di spostamento : 12.58 mm
●	PgaSLO : .099 Ag/g
S.L.V.: NON VERIFICATO q>3	
●	Domanda di spostamento : 48.38 mm
●	Capacità di spostamento : 12.91 mm
●	PgaSLV : .099 Ag/g

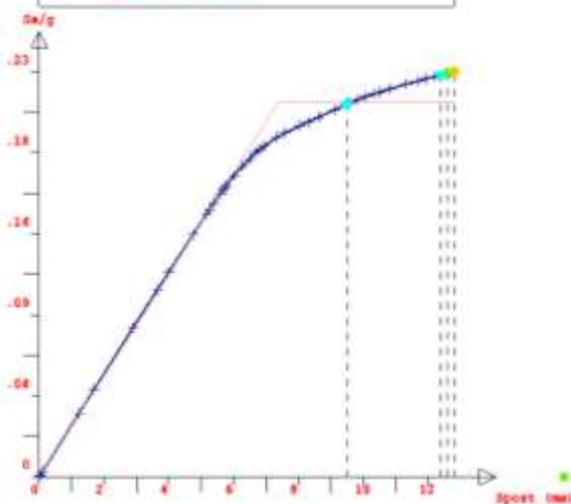


DIAGRAMMA ADSR ANALISI PUSHOVER N. 8 NELLA SITUAZIONE PRE INTERVENTO

### Push-Over Nro: 3

S.L.O.:	
●	Domanda di spostamento : 5.46 mm
●	Capacità di spostamento : 5.72 mm
●	PgaSLO : .099 Ag/g
S.L.D.: NON VERIFICATO	
●	Domanda di spostamento : 7.83 mm
●	Capacità di spostamento : 7.39 mm
●	PgaSLO : .118 Ag/g
S.L.V.: NON VERIFICATO q>3	
●	Domanda di spostamento : 22.9 mm
●	Capacità di spostamento : 22.64 mm
●	PgaSLV : .175 Ag/g

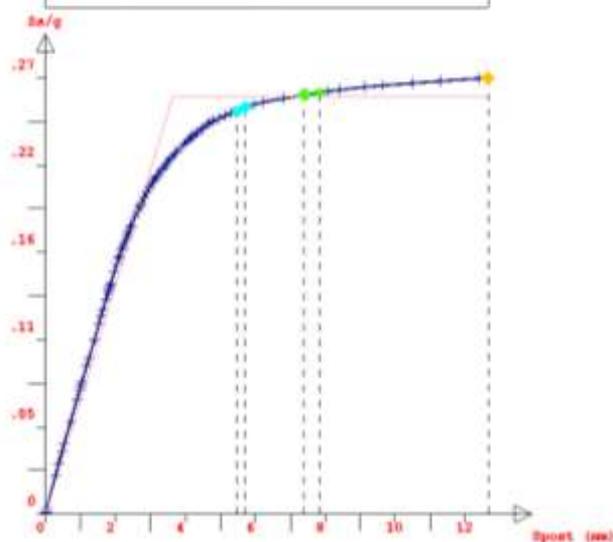
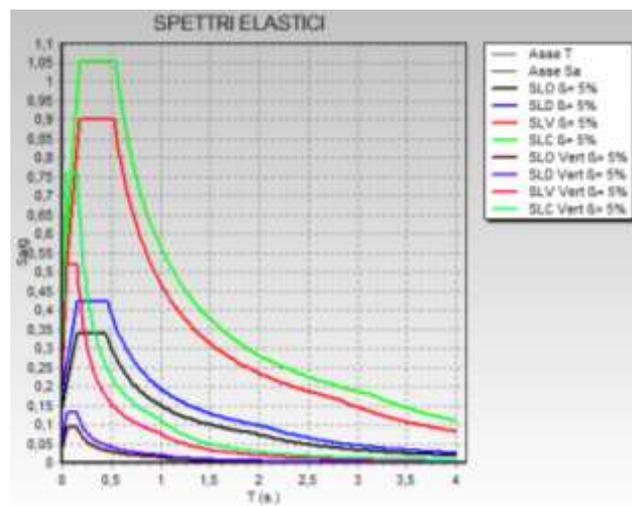
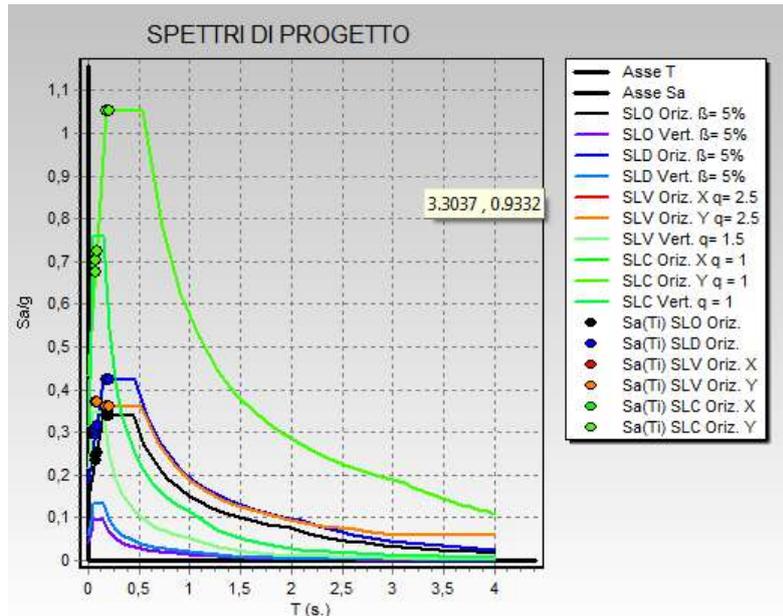


DIAGRAMMA ADSR ANALISI PUSHOVER N. 3 NELLA SITUAZIONE POST INTERVENTO



Il Tecnico