



Comune di Castel Focognano

(Provincia di Arezzo)

www.comune.castel-focognano.ar.it

Unità Organizzativa n. 3



**OGGETTO: LAVORI DI MIGLIORAMENTO SISMICO DEL PALAZZO MUNICIPALE, SITO
IN RASSINA, PIAZZA GIUSEPPE MAZZINI 3 – 2° LOTTO FUNZIONALE**

ARCHIVIO DEI LAVORI: 87 - 2° LF

**LIVELLO DI
PROGETTAZIONE: ESECUTIVO**

DATA DI REDAZIONE: Novembre 2017

**DOCUMENTO: RELAZIONE GENERALE ILLUSTRATIVA DELL' INTERVENTO IN
PROGETTO R7**

NUMERO DI PAGINE DI CUI SI COMPONE IL DOCUMENTO: 7



PROGETTISTA E DIRETTORE DEI LAVORI

Ing. Gianluca Ricci

Firmato digitalmente ai sensi dell'articolo 24 del decreto
legislativo n. 82/2005 "Codice dell'amministrazione digitale"

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Arch. Filippo Rialti

Firmato digitalmente ai sensi dell'articolo 24 del decreto
legislativo n. 82/2005 "Codice dell'amministrazione digitale"



R7. RELAZIONE GENERALE E ILLUSTRATIVA DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

A) SINTESI RAGIONATA DELLE CARENZE STRUTTURALI RILEVATE

Le elaborazioni numeriche hanno consentito di stabilire quali sono le principali carenze strutturali rilevate sull'edificio oggetto della presente. In particolare esse si riassumono in carenze di vario tipo che saranno nel seguito sinteticamente descritte ed approfondite nei capitoli di pertinenza.

Iniziando dalle carenze sugli elementi orizzontali come i solai di tipo a voltine e quelli in c.a.. In particolare i solai di tipo a voltine vista la piccola sezione in acciaio tipo IPN utilizzata non soddisfa la verifica di resistenza appositamente effettuate. Inoltre una porzione di solaio in c.a. a piano primo risulta in condizioni di vetustà e quindi al fine di utilizzarlo per le funzioni ad esso attribuite è stato scelto di sostituirlo con un solaio di tipo ligneo più confacente con la tipologia strutturale dell'edificio, inoltre lo stesso solaio risulta causa delle fessure formatisi a piano terra in quanto esso non risulta più collegato alla parete perimetrale.

Dalla ricostruzione storica dei successivi sviluppi dell'edificio risulta che per l'attuazione degli ampliamenti che hanno interessato il retro del fabbricato sono state demolite alcune pareti portanti al piano terra ed al piano primo e quindi attualmente all'ultimo piano risulta esserci una parete in falso a sorreggere la copertura dell'edificio.

Non per ultimo si evidenzia che sulle pareti portanti dell'edificio sono state rilevate molte aperture e/o nicchie che peggiorano il comportamento strutturale dell'edificio stesso e creano punti deboli. Oltre alle evidenze di tipo qualitativo l'analisi globale effettuata ha confermato che a livello globale le pareti murarie necessitano di un intervento di consolidamento al fine di incrementare la sicurezza del fabbricato. L'analisi dei meccanismi locali ha confermato invece le problematiche di ribaltamento fuori piano delle pareti dell'edificio. Entrambe le analisi globale e locali suggeriscono quindi di intervenire sulle pareti al fine di incrementare la loro resistenza nel piano per azione sismica e di intervenire per contrastare i ribaltamenti fuori piano delle pareti. Di seguito saranno descritti gli interventi che sono in progetto.

B) PROPOSTA D'INTERVENTO

Dopo aver descritto quali sono le carenze rilevate sull'edificio in oggetto si passerà in rassegna a quelli che sono gli interventi in progetto facendo una breve premessa per giustificare il singolo intervento con la natura del fabbricato ed in particolare tenuto conto che l'edificio risulta essere sottoposto a vincolo ai sensi del D.Lgs. 42/04 e quindi gli interventi debbono essere calibrati anche tenuto conto di quanto dagli enti preposti al vincolo.

In breve le strutture dell'edificio sono realizzate come segue: per quanto riguarda le strutture verticali del Municipio queste sono realizzate in muratura portante costituita dalle seguenti tipologie: muratura a conci di pietra sbozzati e ciottoli, muratura in blocchi lapidei e muratura in mattoni pieni. Per le strutture orizzontali (solai e copertura) si hanno varie tipologie di solaio meglio evidenziati negli elaborati grafici allegati alla presente.

Si premettere inoltre che l'edificio risulta confinante da un lato con la sede C.I.A.F anch'essa realizzata in muratura e detta interazione è stata tenuta in considerazione nella modellazione sia per quanto riguarda la rigidità delle murature che della mutua interazione delle masse in gioco. In particolare dette interazioni sono state modellate attraverso l'introduzione di vincoli elastici per quanto riguarda la rigidità e di carichi per quanto riguarda le masse in gioco. Per quanto riguarda l'analisi delle strutture è stata svolta un'analisi globale per comprendere il comportamento globale della struttura durante l'azione sismica e



più analisi di tipo locale nelle quali sono stati studiati i più significativi meccanismi del primo modo o locali sempre sotto azione sismica.

Trattandosi di edificio con strutture portanti in muratura caratterizzate quindi da un comportamento di tipo non lineare per tenere conto delle caratteristiche del materiale è stata ragionevolmente eseguita un'analisi globale ed in particolare un'analisi statica non lineare. In merito a ciò i solai sono stati considerati sufficientemente rigidi. L'analisi dei meccanismi locali ha poi permesso di considerare anche quei meccanismi che prescindono dall'impalcato sufficientemente rigido. I meccanismi locali analizzati sono stati opportunamente scelti e calibrati in modo tale da considerare quelli ritenuti più significati per l'edificio.

Lo spirito essenziale dell'intervento di miglioramento sismico quindi è quello di eliminare le carenze rilevate e più precisamente una volta eliminati i collassi per meccanismi locali in particolare i ribaltamenti fuori piano delle pareti esterne non resta che incrementare la capacità del fabbricato dal punto di vista globale. Ciò perché durante l'azione sismica il comportamento globale permette di coinvolgere più elementi strutturali contemporaneamente e quindi si hanno rotture distribuite in più elementi e non concentrate su di un numero limitato di elementi andando quindi a coinvolgere la resistenza di più elementi strutturali. I Meccanismi locali per questa struttura sono molto importanti in quanto il loro manifestarsi determina collasso di parti di struttura che per la loro funzione determinano la stabilità di porzioni di struttura. In conclusione eliminare i meccanismi locali che possono formarsi durante l'azione sismica permette di far interagire più elementi della struttura e quindi avere un miglior comportamento globale.

Per quanto riguarda gli interventi di consolidamento e/o miglioramento di progetto questi si distinguono in:

Interventi sugli elementi verticali:

- 1) Interventi di chiusura di alcune aperture e/o nicchie presenti sulle murature che potranno eseguirsi con una muratura dello stesso tipo di quella presente oppure mediante muratura in mattoni pieni tenuto conto anche dello spessore da richiudere. E' comunque da precisare che dovranno ricrearsi mediante scuci-cuci ammorsamenti tra la muratura esistente e quella nuova;
- 2) Intervento di intonaco armato su alcune pareti con rete GFRP, connettori e malta a base di calce tipo NHL10MPa;
- 3) Ricostruzione della maglia muraria storica con muratura in mattoni pieni ivi compresi tutti gli inserimenti di nuovi architravi di acciaio al fine di realizzare i passaggi tra locali adiacenti;
- 4) Aumento di spessore di alcune pareti in muratura in laterizio forato con muratura in mattoni pieni;

Interventi sugli elementi orizzontali:

- 5) Sostituzione di un solaio in c.a. con uno di tipo ligneo;
- 6) Consolidamento di alcuni solai realizzati con travi in acciaio e voltine mediante l'inserimento all'intradosso delle travi di elementi di acciaio in modo tale da incrementare le caratteristiche di rigidezza delle travi stesse;
- 7) Inserimento di tiranti metallici con capochiave di estremità e piastre (sarà necessario disporre anche dei rompitratta dei tiranti stessi disposti ad un congruo interasse a seconda del caso (vedi particolare sulla tavola n°22).

Interventi di riduzione del carico variabile:

E' stato inoltre previsto di ridurre il carico variabile del secondo piano del fabbricato operando una riduzione in funzione dell'utenza che frequenta gli edifici del municipio. In particolare al fine di innalzare il livello di protezione sismica è stato scelto di effettuare una limitazione all'uso dei locali del piano secondo effettuando una variazione del carico variabile



riducendolo a $Q_k=200\text{daN/mq}$ sempre con destinazione d'uso uffici (i coefficienti di combinazione $\psi_0, \psi_{01}, \psi_{02}$ rimangono inalterati). La definizione del nuovo carico deriva dall'aver considerato che per ogni locale appartenente al secondo ufficio il numero massimo di persone allocabili è di n°8 del peso medio ciascuno di 120daN. Inoltre la mobilia, gli arredi e la documentazione presente riscontrabile all'interno risulta essere pari ad un peso medio di 1300daN. Quindi il carico totale medio risulta essere $8 \times 120\text{daN} + 1300\text{daN} = 2260\text{daN}$ che ripartito su 20mq che è il modulo medio della superficie del locale tipo arrotondato per difetto in modo da massimizzare il carico portano ad un valore di $Q_m=113\text{daN/mq}$. Tenuto conto del fatto che la grandezza media in generale risulta essere da $X_k=X_m \pm ks$ dove $k=1.64$ è costante ed s scarto quadratico medio è dato su un periodo di 50 anni da $s=[6.8/(A+6)+0.25]$ KN/m² dove A è la superficie in metri quadrati con $A \geq 12\text{mq}$. Risulta quindi $k=1.64$ e $s=51$ daN/mq e $Q_k=196.64\text{daN/mq}$ arrotondato a $Q_k=200\text{daN/mq}$ (E' stata assunta una distribuzione di probabilità di tipo normale ed un frattile del 95%). (Riferimenti capitolo 3 del libro di testo Strutture in acciaio edito Hoepli autori Ballio Giulio e Federico M. Mazzolani). Anche per il locale adibito a sala del consiglio avente superficie maggiore pari a 46mq è stato fatto analogo ragionamento considerando però 25 persone del peso medio di 120daN ed un carico medio costituito dalla mobilia, arredamento ecc. pari a 1500daN. Quindi $25 \times 120\text{daN} + 1500\text{daN} = 4500\text{daN}$ il quale ripartito su di un'area di 46mq fornisce un carico medio $Q_m=98\text{daN/mq}$, $k=1.64$ e $s=38\text{daN/mq}$ quindi $Q_k=160.3$ daN/mq arrotondato comunque a $Q_k=200\text{daN/mq}$. Per il resto gli altri locali avendo di norma un contenuto numero di utenti hanno un carico variabile inferiore rispetto ai precedenti. Per ogni locale appartenente al piano secondo sarà disposta all'ingresso di ciascun locale idonea targhetta con l'indicazione del numero massimo di occupanti del locale. (SEGUE SCHEMA PLANIMETRICO)

Per quanto riguarda gli interventi sugli elementi verticali di cui al punto 1) ,3), 4) essi si giustificano considerando che alcune pareti sono risultate modificate dalla presenza di nicchie e/o aperture e nei casi più gravi sono state completamente eliminate nel corso del tempo andando quindi a ridurre la resistenza della parete stessa sia ai carichi statici che a quelli sismici. L'intervento di cui al punto 2) va ad incrementare la resistenza nel piano della parete muraria e quindi aumenta la capacità del fabbricato e quindi il grado di sicurezza. E' stato optato per un consolidamento mediante intonaco armato e considerando che l'immobile risulta vincolato ai sensi del D.Lgs. 42/04 al posto delle reti di acciaio si andranno ad utilizzare reti in GFRP con i relativi connettori di collegamento ed al posto del tradizionale betoncino di cemento una malta a base di calce a prestazione garantita del tipo NHL dalla resistenza di 10MPa in modo tale da migliorare il comportamento sotto azione sismica ma al tempo stesso di creare un tipo d'intervento di tipo reversibile come ampiamente descritto sull'elaborato dei materiali utilizzati. Per reversibilità dell'intervento si intende un più facile distacco dal supporto murario senza danneggiare in modo significativo la muratura e quindi tutelando il bene. Per quanto riguarda gli interventi sugli elementi orizzontali fermo restando i punti 5) e 6) che sono di facile comprensione il punto 7) merita alcune considerazioni aggiuntive. L'inserimento dei tiranti metallici oltre a ridurre le carenze dei collegamenti e i ribaltamenti fuori piano delle murature consente alla struttura di avere un comportamento d'insieme in quanto conferisce un elevato grado di connessione tra le murature ortogonali. Inoltre l'inserimento dei tiranti migliora il comportamento nel piano di pareti forate in quanto consente la formazione del meccanismo tirante-puntone nelle fasce murarie sopra porta e sotto finestra.

Considerato inoltre che l'immobile risulta essere tra quelli vincolati ai sensi del D.lgs. 42/04 si aggiunge che gli interventi proposti sono stati calibrati in modo opportuno andando quindi a considerare interventi compatibili con detta tipologia di immobili e la particolare forma di tutela che il Ministero dei Beni Culturali riserva a questi. Interventi più pesanti avrebbero snaturato l'immobile e non sarebbero stati compatibili con la tutela dell'immobile stesso. Ogni intervento progettato sarà meglio spiegato ed esplicitato sugli elaborati progettuali.



Elementi non strutturali: Per quanto riguarda gli elementi non strutturali specie quelli di arredo come librerie mobili ecc. di altezza superiore ai 2m dovranno essere presi tutti gli accorgimenti necessari affinché siano saldamente collegati alle pareti in modo tale che durante le accelerazioni indotte dal sisma rimangano ancorati alla parete stessa evitando di cadere sugli occupanti i locali.

OSSERVAZIONI:

Tutti gli interventi proposti si basano sui concetti chiave (principi guida) del restauro architettonico: la reversibilità e la compatibilità, insieme alla distinguibilità e riducendo al minimo l'intervento edilizio. Pertanto, nel rispetto del D.Lgs 42/2004, si è optato per soluzioni tecniche di tipo reversibile. In occasione di alcuni interventi edili si è fatto ricorso anche alla mitigazione, mediante l'impiego di elementi di cartongesso volti a occultare gli elementi strutturali aggiuntivi (quali: tiranti, piastre et cetera), consentendo tra l'altro anche il passaggio di eventuali canalizzazioni d'impianti.

In merito gli elaborati grafici strutturali si fa presente che le tavole di progetto sono state riorganizzate al fine di una migliore comprensione e lettura delle stesse, come segue:

Rilievo strutturale: Sono state rappresentate le piante dell'edificio, le sezioni ed i prospetti ed in particolare le piante contengono informazioni sia sull'impalcato i-esimo che sulla muratura che ha inizio al livello (i-1)-esimo fino al livello i-esimo quindi il livello rappresentato grava sulle murature rappresentate.

Elenco tavole:

(Piante Tav. n°1, 2, 3, 4, 5)

(Sezioni strutturali Tav. n°6)

(Prospetti Tav. n°7)

(Tipologia dei solai Tav. n°8)

(Particolari interventi deposito pratica n°3334/1983 Tav. n°9)

Progetto strutturale: Visto e considerato che si attueranno interventi sia sugli impalcati che sulle pareti murarie al fine di avere degli elaborati più leggibili le piante strutturali sono state sdoppiate e più precisamente sono state prodotte ulteriori piante ove sono rappresentati solamente gli interventi che saranno attuati sulle murature e cioè tutti gli interventi indicati al punto Interventi sugli elementi verticali. Gli altri interventi ed in particolare gli **Interventi sugli elementi orizzontali**

Elenco Tavole:

(Piante Tav. n°1, 2, 3, 4, 5)

(Sezioni strutturali Tav. n°6)

(Prospetti strutturali Tav. n°7)

(Piante Tav. n°2bis, 3bis, 4bis, 5bis) Interventi sugli elementi verticali

Particolari strutturali (Tav. n°8, 9, 10, 11, 12, 13,14)

Sovrapposti strutturali:

Elenco Tavole:

(Piante Tav. n°1, 2, 3, 4, 5)

(Sezioni strutturali Tav. n°6)

(Prospetti strutturali Tav. n°7)



(Piante Tav. n°2bis, 3bis, 4bis, 5bis) Interventi sugli elementi verticali

Particolari strutturali (Tav. n°8bis, 9bis, 10bis, 11bis, 12bis, 13bis, 14bis)

Tutti gli interventi proposti sono stati scelti nello spirito di non modificare nella sostanza un bene tutelato ai sensi del D.Lgs 42/04 e quindi nella scelta tra più interventi validi per risolvere la stessa problematica strutturale si è optato per la soluzione considerata reversibile.

C) FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO PROPOSTO

In generale l'intervento proposto non presenta in generale significative problematiche che non possano essere risolte in fase esecutiva. Durante la fase di progettazione è stata verificata la fattibilità di ogni intervento proposto. Più in particolare l'inserimento dei tiranti nella struttura in esame potrebbe presentare alcune problematiche dovute alle differenze di quota delle strutture dei solai e quindi al fine di risolvere le eventuali problematiche sono stati pensati degli accorgimenti costituiti o da piastra e contropiastra con gli assi delle catene che debbano congiungersi a quote differenti oppure utilizzare due distinte piastre adeguatamente fissate alla parete a quote diverse in modo da risolvere la problematica del collegamento della catena a quote diverse. Si aggiunge che se nel corso dei lavori a causa di problematiche varie fosse necessario apportare modifiche a quanto progettato come ad esempio modificare il tracciato stesso delle catene, la forma e dimensione dei capochiavi questo potrà essere fatto su parere del direttore dei lavori e con in consenso del progettista.

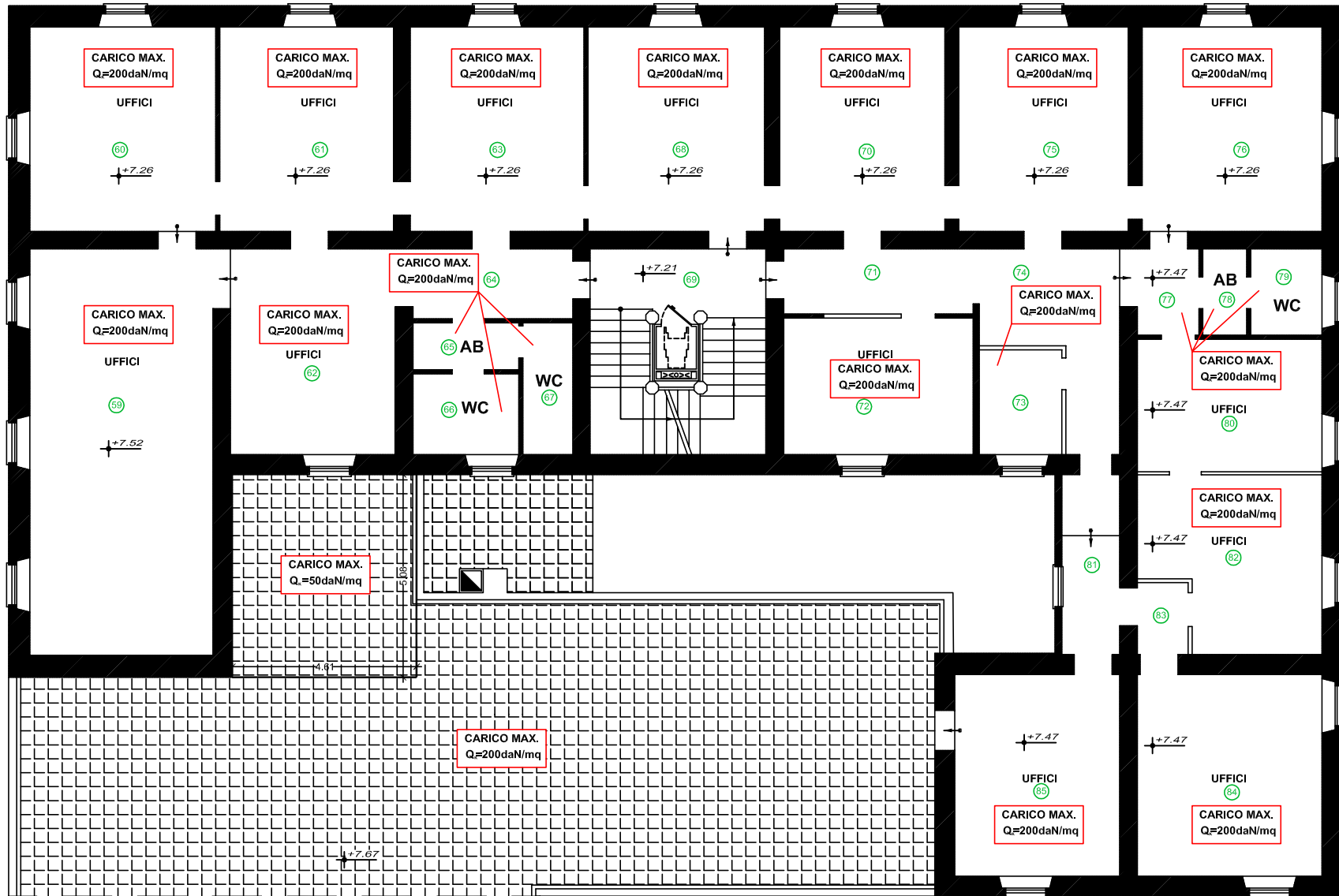
Il resto degli interventi come sopra detto risulta fattibile.

Sequenza temporale delle specifiche lavorazioni, per le modalità si rimanda agli elaborati grafici allegati:

- 1) Ricostruzione della maglia muraria storica con muratura in mattoni pieni ivi compresi tutti gli inserimenti di nuovi architravi di acciaio al fine di realizzare i passaggi tra locali adiacenti;
- 2) Interventi di chiusura di alcune aperture e/o nicchie presenti sulle murature;
- 3) Sostituzione di un solaio in c.a. con uno di tipo ligneo;
- 4) Consolidamento dei solai di tipo a voltine e travi di acciaio mediante rinforzi costituiti da elementi di acciaio saldati alle travi stesse;
- 5) Inserimento di tiranti metallici con capo chiave di estremità e piastre a seconda del caso;
- 6) Intervento di intonaco armato su alcune pareti con rete GFRP, connettori e malta a base di calce tipo NHL10MPa;
- 7) Aumento di spessore di alcune pareti in muratura in laterizio forato con muratura in mattoni pieni.

La sequenza temporale potrà essere variata su parere del Direttore dei Lavori.

SCHEMA DEI SOVRACCARICHI VARIABILI MASSIMI RELATIVI AI LOCALI DEL PIANO SECONDO



NON OGGETTO D'INTERVENTO