
COMUNE DI BRESCIA

PROGETTO DI RECUPERO CASERMA OTTAVIANI A BRESCIA

COMMITTENTE:

QUADRIFOGLIO
BRESCIA S.p.A.

PROGETTISTA:

Canali associati s.r.l.

43100 Parma
Via Petrarca 11
Tel. 0521 28 99 72
Fax 0521 28 39 12
e-mail posta@canaliassociati.it

CONSULENTI

IMPIANTI :



AEGIS
CANTARELLI + PARTNERS

STRUTTURE :



Carlo BLASI, Susanna CARFAGNI, Francesca BLASI

DOTT. ING.
SUSANNA
CARFAGNI
N° 3017

Viale L. Aniasi, 295
50019 Sesto Fiorentino (FI)
tel. 055 4201949 - fax 055 4201989

PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO

TITOLO:

LINEE GUIDA PER LA
PROGETTAZIONE STRUTTURALE E
GEOLOGICO-GEOTECNICA

N° TAVOLA

INDICE:

PII-D6.

DATA:

APRILE 2012

SCALA:

-

NOME FILE:

D6 - Linee guida per la progettazione
strutturale e geologico-geotecnica.doc

PROT. INT. :

425/180

REDATTA DA:

VERIFICATA DA :

APPROVATA DA :

INDICE

1	Premessa	2
2	Conoscenza dei manufatti.....	3
3	Tipologie di interventi.....	7
4	Tecniche di intervento sugli edifici esistenti.....	12
5	Realizzazione di garage interrati.....	15
6	Fattibilità geotecnica ed indagini geologiche.....	17



1 Premessa

Il progetto strutturale verrà definito sulla base della *“Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni”* del 12 ottobre 2007 che costituisce parte integrante del D.M. 14/01/2008 *“Norme tecniche per le costruzioni”*.

Per quanto riguarda le azioni sismiche, per gli edifici tutelati le norme non richiedono l'adeguamento al fine di evitare danni al bene tutelato; ciò non impedisce la ricerca di un livello di sicurezza corrispondente a quello degli edifici nuovi (adeguamento) per quanto possibile per tutti gli edifici, ma in particolare per quegli edifici destinati ad attività strategiche o ad uso pubblico.

La ricerca dell'adeguamento sarà condotta tenendo presenti le necessità di tutela e quindi adottando i criteri che sono alla base delle regole della conservazione.

L'introduzione di eventuali nuovi elementi di controvento e di consolidamento verrà effettuata cercando di ridurre al minimo le alterazioni e conservando l'integrità degli elementi esistenti.

Per quanto riguarda i carichi verticali, tutti i locali verranno adeguati a sostenere i carichi previsti dalle norme vigenti a seconda della loro destinazione d'uso.

Per valutare il livello di rischio sismico dei singoli edifici saranno normalmente condotte due tipi di analisi: un'analisi di tipo globale che tiene in considerazione i meccanismi di collasso globali della struttura sulla base dell'ipotesi di *“comportamento scatolare”* dell'edificio (collasso per rottura delle pareti nel proprio piano) e un'analisi di tipo locale che analizza, in maniera complementare, i meccanismi di collasso fuori dal piano.

Dall'esperienza passata, ossia dallo studio sistematico dei danni subiti da edifici storici in occasione di eventi sismici, è stato dimostrato che le analisi locali riescono spesso a cogliere in modo più adeguato il comportamento sismico dell'edificio poiché, date le caratteristiche costruttive degli edifici storici (assenza di solai rigidi, catene, cordoli, ecc. in grado di assicurare, in presenza di sisma, un comportamento scatolare della costruzione) e la probabile presenza di situazioni di vulnerabilità o di danno in atto date dal trascorrere del tempo, nella maggior parte dei casi viene meno proprio l'ipotesi di *“comportamento scatolare”* dell'edificio.



2 Conoscenza dei manufatti

Nell'immagine seguente viene descritta l'intera area su cui sorge l'Ex Caserma Ottaviani, con la nomenclatura dei vari edifici oggetto di recupero.



Nel complesso, da una prima analisi, gli edifici si presentano di buona qualità e non affetti da dissesti sensibili o stati fessurativi.

Gli edifici presenti sull'area si possono suddividere in quattro tipologie principali:

- **I due edifici gemelli a due piani posti in corrispondenza dell'ingresso (A e B):**

Tali edifici presentano una struttura muraria di spessore importante con una distribuzione planimetrica piuttosto regolare. I solai del piano primo e del piano sottotetto sono a voltine con profili metallici ed elementi in laterizio.

La copertura presenta una struttura portante in legno.



- **Gli otto edifici a due piani un tempo adibiti a camerate (C,D,E,F,G,M,K e T):**

Tali edifici presentano una struttura muraria portante costituita dalle pareti perimetrali e dalla parete di spina centrale.

Le pareti perimetrali presentano finestrate poste ad intervalli estremamente regolari.

I solai del piano primo e del piano sottotetto sono a voltine con profili metallici ed elementi in laterizio.

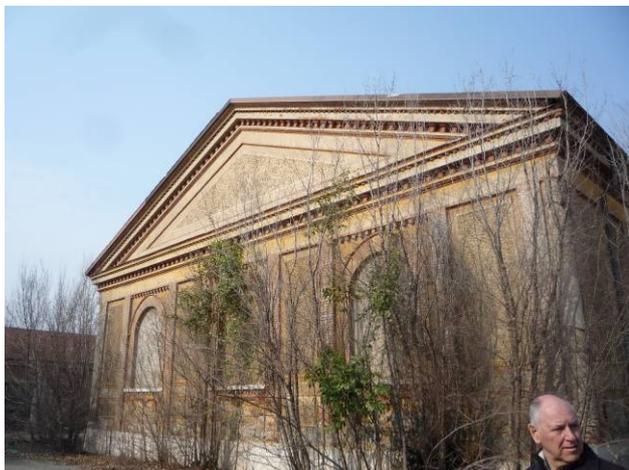
La copertura presenta una struttura portante in legno.



- **I sei edifici ad un piano (O,P,Q,V,L e I):**

Edifici ad un solo piano costituiti in prevalenza da muratura portante perimetrale e pilastri interni con copertura leggera in legno.

Questi edifici presentano una qualità architettonica di maggior pregio con murature perimetrali arricchite da frequenti lesene in mattoni pieni.



- **L'edificio mono-piano posto sul perimetro dell'area destinato ex-rimesse (R,S e N):**

Edificio posto su tre lati costituito in prevalenza da un solo piano ad eccezione di una porzione con due piani fuori terra all'interno del corpo di fabbrica denominato R.

La struttura portante è sempre costituita da una muratura perimetrale, sempre arricchita da lesene in mattoni pieni, ed in alcune zone da pilastri centrali.

Le coperture sono realizzate con capriate, terzere ed orditura minuta in legno.



La *“Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni”*, al capitolo 4. *Conoscenza del Manufatto*, tratta in modo compiuto le questioni relative alla conoscenza degli edifici storici in muratura e le indagini necessarie per la definizione dei progetti di consolidamento.

Si legge infatti nella Direttiva: *“la conoscenza della costruzione storica in muratura è presupposto fondamentale sia ai fini di una attendibile valutazione della sicurezza sismica attuale sia per la scelta di un efficace intervento di miglioramento”* (Direttiva par. 4.1.1).

In allineamento alla Direttiva anche il D.M. 14/01/2008 introduce i concetti di livello di conoscenza e fattore di confidenza per la valutazione della sicurezza delle costruzioni esistenti in genere (non vincolate), consentendo di impiegare nell’analisi coefficienti parziali di sicurezza più o meno cautelativi a seconda del grado di conoscenza raggiunto per l’edificio in oggetto.

Pertanto, come previsto dalla normativa vigente, è stata programmata una vasta campagna di indagini sulle strutture esistenti e sul terreno all’interno dell’area con lo scopo di fornire al progettista gli strumenti essenziali per la valutazione della sicurezza sismica della costruzione nel suo stato attuale, pur limitandosi come numero e invasività per tenere in conto della necessità di salvaguardare i fabbricati.

In ogni caso, maggiori saranno le conoscenze, più puntuale e mirato potrà essere il progetto, con un vantaggio sia per la conservazione dell’integrità del bene che per la riduzione dei costi e dei tempi di esecuzione.



3 Tipologie di interventi

Il progetto architettonico prevede il recupero con funzione ufficio per le palazzine A e B, il recupero con funzioni residenziali per i restanti edifici e la formazione di nuovi parcheggi interrati nelle aree esterne.

Le nuove destinazioni d'uso degli immobili richiederanno importanti modifiche agli organismi strutturali quali: tagli alle murature portanti, inserimento di nuovi corpi verticali per ascensori e scale, ecc.

Premesso che ogni intervento dovrà essere valutato in funzione dei risultati emersi dalla campagna di indagini, in funzione dei vincoli o delle indicazioni della Soprintendenza competente, si ipotizza quanto segue.

I due edifici gemelli a due piani posti in corrispondenza dell'ingresso (A e B)

Considerando la regolarità degli edifici in pianta e la regolarità delle aperture, trattandosi di edifici strategici (in quanto destinati a contenere gli uffici della Prefettura), verrà perseguito l'obiettivo dell'adeguamento, nel rispetto dell'autenticità e del valore storico.

Date le tipologie, le metodologie di analisi sismica saranno dupli: una analisi globale per verificare l'eventuale insufficienza di elementi di controvento e una analisi dei meccanismi di dissesto prevedibili, in particolare ribaltamenti e dissesti locali.

Gli eventuali nuovi elementi inseriti nel progetto architettonico verranno utilizzati come elementi di rinforzo.

Gli interventi saranno di integrazione dei setti e di realizzazione di piani rigidi nel caso di carenze di pareti di controvento e di incatenamento ai solai e di cerchiatura nel caso di rischi di ribaltamenti e distacchi. L'obiettivo sarà quello di eliminare ogni possibile distacco tra le pareti e tra le pareti e gli orizzontamenti.

I solai e le coperture lignee esistenti, una volta indagati, verranno verificati sulla base delle indicazioni della normativa vigente ed eventualmente consolidati qualora non risultassero idonei a supportare i carichi di progetto. Eventuali danni e/o dissesti agli orizzontamenti saranno puntualmente analizzati e risolti.

E' prevista la realizzazione di alcuni ambienti interrati all'interno dell'edificio esistente che verranno eventualmente eseguiti con l'ausilio di micropali a sostegno delle pareti esistenti qualora le indagini previste sulle fondazioni ne dovessero evidenziare la necessità.

Il progetto architettonico, inoltre, prevede la realizzazione di una nuova struttura, da eseguirsi presumibilmente in acciaio, in posizione centrale fra i due corpi di fabbrica A e B;



questa nuova struttura è destinata ad accogliere una grande hall ricettiva, con eventuali locali ad un livello ammezzato ed un piano interrato destinato a servizi e locali tecnici. La nuova struttura non supererà l'altezza del muro esistente che delimita l'accesso da Via Tartaglia.

Gli otto edifici a due piani un tempo adibiti a camerate (C,D,E,F,G,M,K e T)

Considerando la regolarità degli edifici in pianta e la regolarità delle aperture, trattandosi di edifici residenziali verrà ricercato il più alto livello di sicurezza possibile compatibile con la tutela del bene.

Date le tipologie, le metodologie di analisi sismica saranno sempre dupplici: una analisi globale per verificare l'eventuale insufficienza di elementi di controvento e una analisi dei meccanismi di dissesto prevedibili, in particolare ribaltamenti e dissesti locali.

Gli eventuali nuovi elementi inseriti nel progetto architettonico verranno utilizzati come elementi di rinforzo.

Gli interventi saranno di integrazione dei setti e di realizzazione di piani rigidi nel caso di carenze di pareti di controvento e di incatenamento ai solai e di cerchiatura nel caso di rischi di ribaltamenti e distacchi. L'obiettivo sarà quello di eliminare ogni possibile distacco tra le pareti e tra le pareti e gli orizzontamenti.

I solai e le coperture lignee esistenti, una volta indagati, verranno verificati sulla base delle indicazioni della normativa vigente ed eventualmente consolidati qualora non risultassero idonei a supportare i carichi di progetto. Eventuali danni e/o dissesti agli orizzontamenti saranno puntualmente analizzati e risolti.

I sei edifici ad un piano (O,P,Q,V,L e I)

I sei edifici ad un piano, verranno consolidati in maniera tale da conservare la loro integrità ed autenticità, con una particolare attenzione all'edificio denominato P (ex cinema) che presenta caratteristiche di sicuro interesse architettonico.

Per quanto riguarda le azioni sismiche, anche questi edifici verranno analizzati con le due metodologie d'indagine sopra indicate: un metodo globale e un metodo basato sui meccanismi di dissesto locale.

Dato il modesto carico gravante sulle pareti, dovuto solo alla leggera copertura, il rischio sismico maggiore sembra dovuto ai meccanismi di dissesto del primo modo (ribaltamento delle pareti perimetrali) per cui gli interventi di consolidamento sismico verranno ragionevolmente concentrati nel creare un adeguato incatenamento delle pareti



perimetrali e un collegamento con gli eventuali setti interni che potrebbero fungere da controventi.

I solai e le coperture lignee esistenti, una volta indagati, verranno verificati sulla base delle indicazioni della normativa vigente ed eventualmente consolidati qualora non risultassero idonei a supportare i carichi di progetto. Eventuali danni e/o dissesti agli orizzontamenti saranno puntualmente analizzati e risolti.

Data l'elevata altezza dei locali in alcuni zone il progetto architettonico prevede l'inserimento di nuovi solai intermedi. Questi nuovi solai avranno una propria struttura portante del tutto indipendente dalle strutture esistenti non venendo così ad interferire con il funzionamento dell'organismo strutturale esistente.

L'edificio mono-piano posto sul perimetro dell'area destinato ex-rimesse (R,S e N)

L'edificio perimetrale che delimita l'area ad ovest è un grande blocco unico con forma a C, prevalentemente ad un unico piano (solo una porzione dell'edificio R si presenta attualmente su due livelli).

Data l'estensione e il fatto che l'unico orizzontamento è costituito dalla leggera copertura a capriate (a parte la limitata porzione su due livelli), l'edificio non ha un comportamento unitario e il rischio sismico è costituito da meccanismi di dissesto locale. L'analisi sarà pertanto limitata a tali meccanismi.

I solai e le coperture lignee esistenti, una volta indagati, verranno verificati sulla base delle indicazioni della normativa vigente ed eventualmente consolidati qualora non risultassero idonei a supportare i carichi di progetto. Eventuali danni e/o dissesti agli orizzontamenti saranno puntualmente analizzati e risolti.

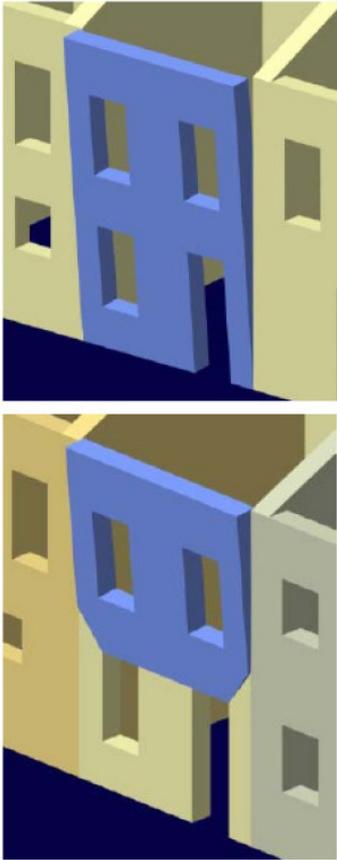
Gli interventi di consolidamento di tali edifici saranno notevolmente influenzati dagli interventi architettonici e dai nuovi orizzontamenti previsti. In particolare è prevista la sopraelevazione di un piano del fabbricato N che presuppone un approfondimento specifico nell'analisi delle murature e delle fondazioni esistenti.

I nuovi elementi potranno costituire elementi di rinforzo a fronte delle azioni sismiche.

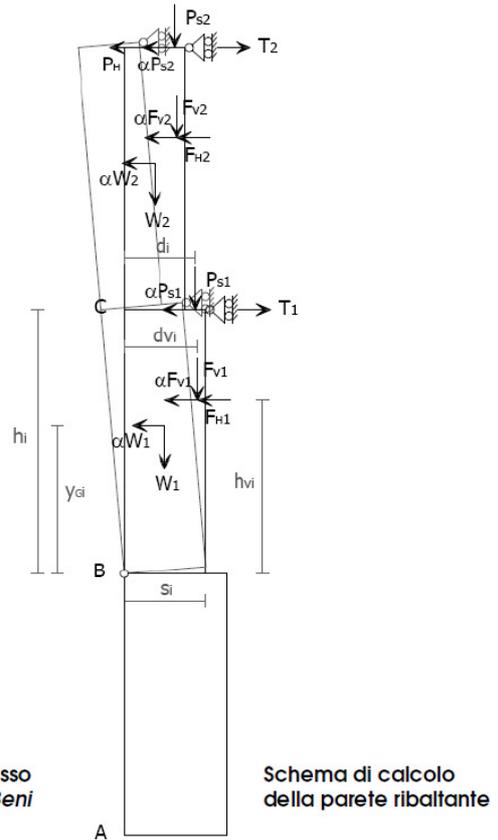
Data l'elevata altezza dei locali in alcuni zone il progetto architettonico prevede l'inserimento di nuovi solai intermedi. Questi nuovi solai avranno una propria struttura portante del tutto indipendente dalle strutture esistenti non venendo così ad interferire con il funzionamento dell'organismo strutturale esistente.

Di seguito si riportano alcuni schemi che esemplificano alcuni tipi di analisi locali da condursi sulle strutture in muratura.



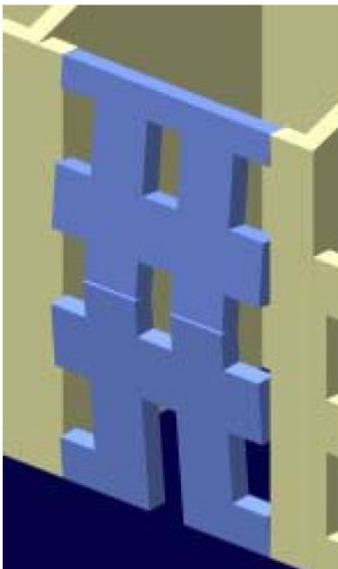


Schema del meccanismo di collasso (da: Arch. Fot. Vice Comm. Del. Beni Culturali - Sisma Abruzzo 2009)

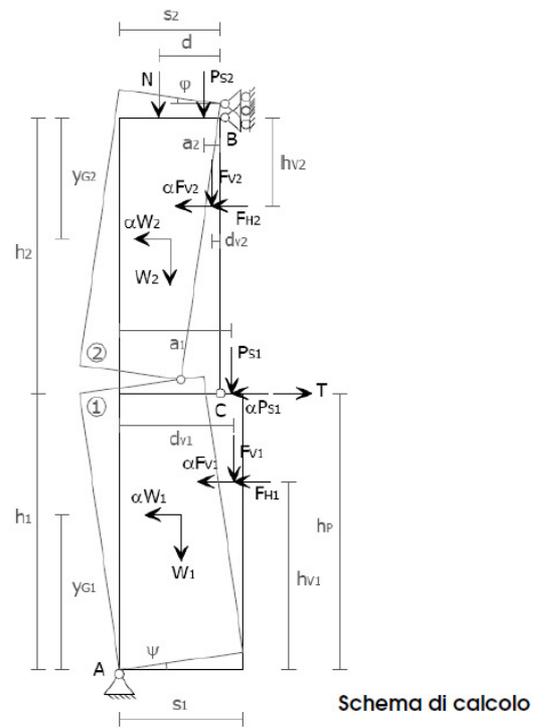


Schema di calcolo della parete ribaltante

MECCANISMO DI RIBALTAMENTO DELLA PARETE



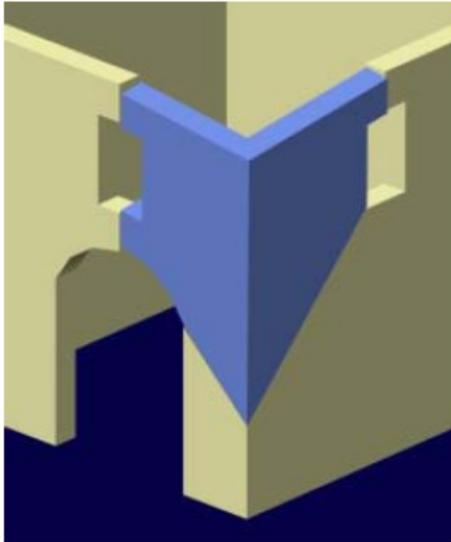
Schema del meccanismo di collasso (da: Arch. Fot. Vice Comm. Del. Beni Culturali - Sisma Abruzzo 2009)



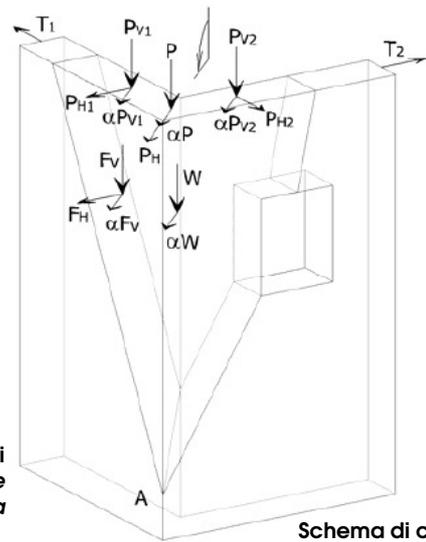
Schema di calcolo

MECCANISMO DI FLESSIONE VERTICALE DELLA PARETE





Schema del meccanismo di collasso (da: Arch. Fof. Vice Comm. Del. Beni Culturali - Sisma Abruzzo 2009)



Schema di calcolo

MECCANISMO DI RIBALTAMENTO DEL CANTONALE

4 Tecniche di intervento sugli edifici esistenti

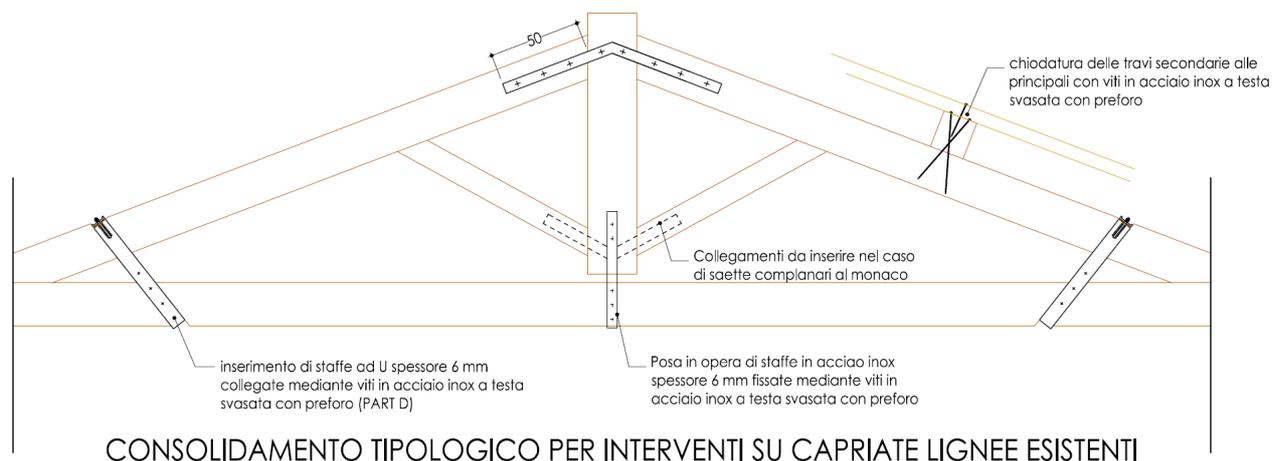
Gli interventi di consolidamento, come raccomandato dalle regole del restauro, saranno soprattutto di tipo integrativo e non demolitivo o sostitutivo. “L’obiettivo è quello di evitare opere superflue, favorendo quindi il criterio del minimo intervento” (cfr. Direttiva par. 2.2). In ogni caso, dati i risultati negativi riscontrati in passato, verranno evitate cuciture armate e interventi di foderatura in cemento armato.

Data l'assenza di lesioni non sono previsti particolari interventi di cuci-scuci.

Al momento non sono stati evidenziati particolari fenomeni di dissesto in fondazione pertanto, eventuali nuovi elementi strutturali, verranno fondati in modo omogeneo a quelli esistenti, evitando l'alternarsi di fondazioni profonde e fondazioni superficiali.

Tutti i solai di piano e di copertura saranno verificati per sostenere i nuovi carichi di progetto ed eventualmente consolidati. Relativamente ai nuovi carichi verticali si cercheranno integrazioni congruenti e leggere, andando a studiare stratigrafie di solaio in grado di ottimizzare il carico e allo stesso tempo offrire buone prestazioni in campo tecnologico ed energetico.

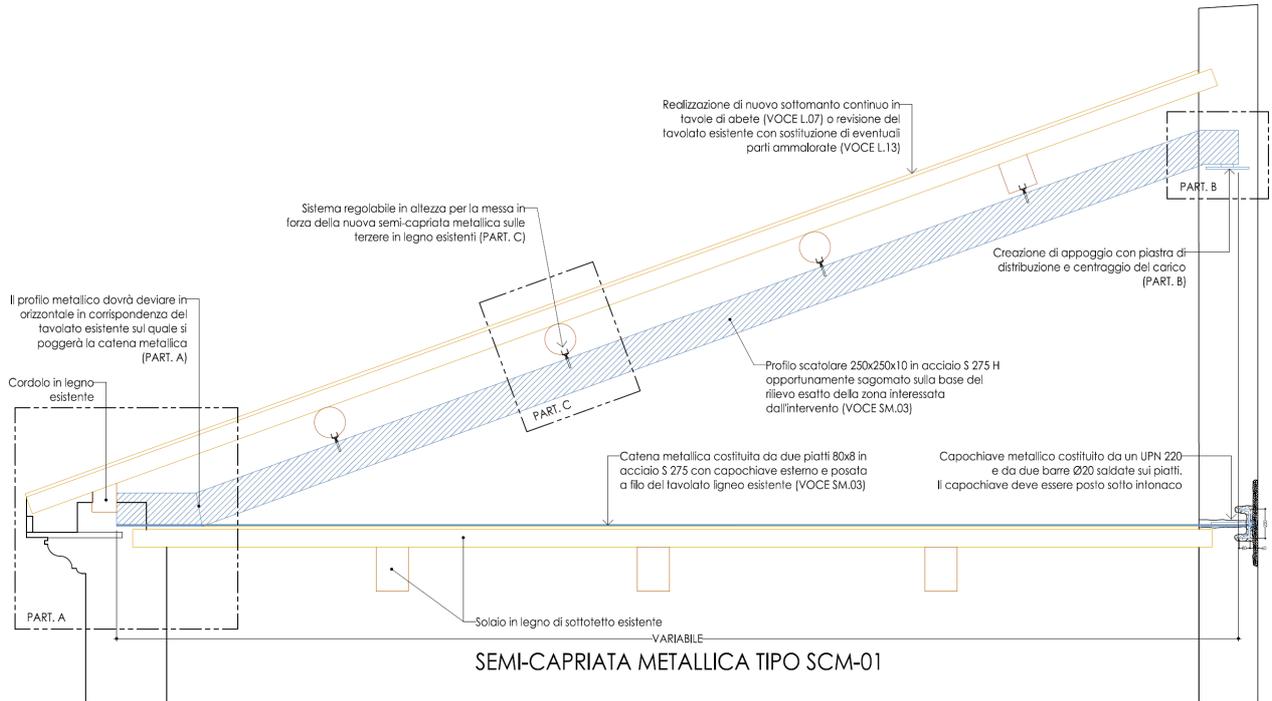
Le strutture lignee di copertura verranno consolidate, innanzitutto, creando collegamenti tra tutti gli elementi con chiodature e viti, in modo da ottenere strutture di copertura isostatiche o iperstatiche a fronte delle azioni orizzontali.



Eventuali azioni spingenti in testa alle murature provenienti dalla copertura verranno eliminate con l’introduzione di catene e cordoli perimetrali.

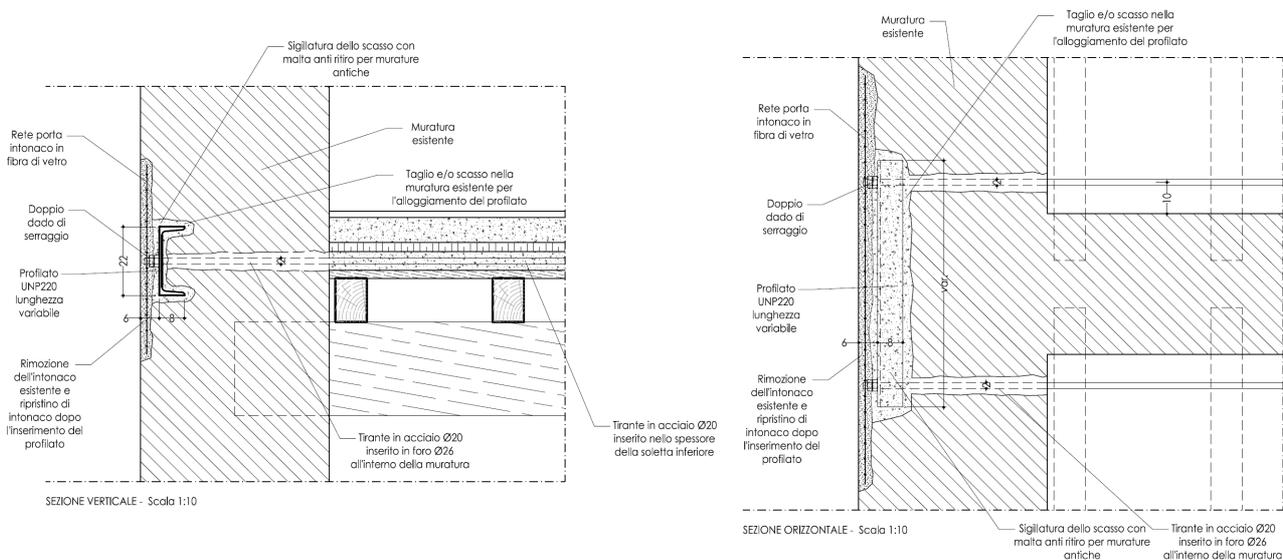
Come esemplifica l’immagine sottostante, qualora si dovesse verificare necessario potranno essere inseriti elementi metallici (capriate, semi-capriate o travi) con funzione di

rompratta, nel caso le sezioni lignee dovessero risultare insufficienti. In tal modo l'intervento di consolidamento rimarrà comunque riconoscibile e databile, privilegiando criteri di reversibilità ormai noti e cari al restauro.



A seguito dei risultati delle analisi di vulnerabilità sismica fornite dallo studio dei meccanismi locali di collasso verrà valutata la necessità o meno dell'introduzione di un sistema di incatenamento nei vari edifici volto ad evitare eventuali ribaltamenti o spancamenti dei setti murari che si ritenessero maggiormente probabili.

Le immagini sottostanti esemplificano una possibilità di introduzione di catene metalliche all'interno di solai, con capochiave esterno sotto intonaco.



Nel caso di creazione di volumi interrati in adiacenza a o all'interno di murature esistenti si procederà con micropali in aderenza o con sottofondazioni in funzione della profondità delle fondazioni e degli scavi da fare. Le eventuali paratie o berlinesi di micropali saranno stabilizzate con tiranti provvisori o con contrasti tra pareti opposte dimensionati in modo da evitare traumi e assestamenti alle pareti esistenti.

Maggiori dettagli sulla realizzazione degli interrati e sulle indagini geognostiche ed idrogeologiche previste sono riportati nei paragrafi seguenti.



5 Realizzazione di garage interrati

All'interno dell'area verranno eseguiti due livelli interrati destinati a contenere i posti auto necessari alle nuove residenze, accessibili mediante delle rampe.

In particolare il progetto architettonico prevede la realizzazione di un solo livello interrato in corrispondenza della piazza d'armi, costituito da due fasce in prossimità degli edifici C,E,G,T e D,F,K in maniera tale da non interferire con le alberature esistenti al centro della piazza che devono essere preservate; ai lati nord e sud dell'edificio M sono invece previsti due livelli interrati (di cui il primo collegato al precedente), posizionati nelle aree attualmente occupate da una tettoia (a sud) e dalla palazzina della mensa (a nord), per le quali è prevista la demolizione.

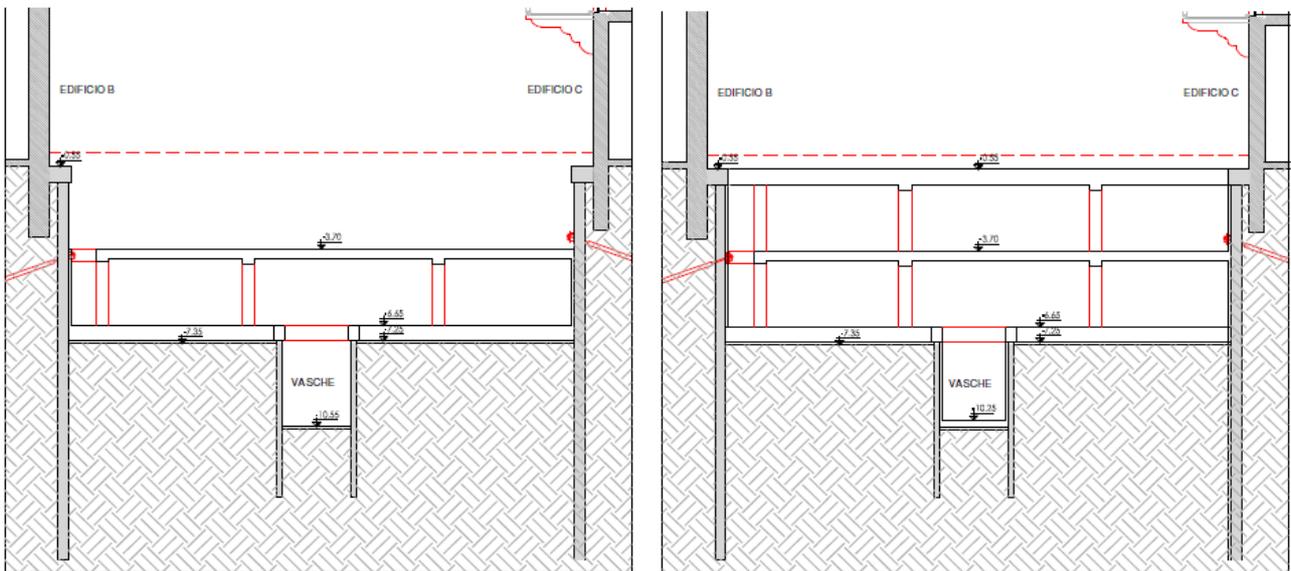
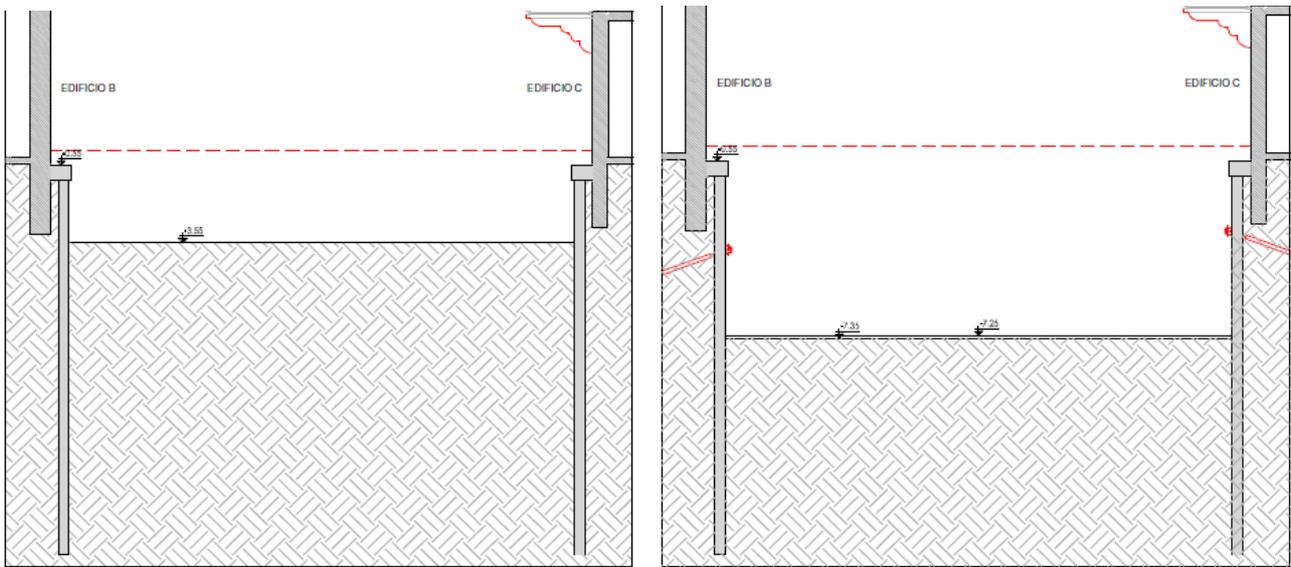
I risultati delle indagini geognostiche ed idrogeologiche previste all'interno del perimetro dell'area costituiranno la premessa per qualsiasi progettazione dei livelli interrati. I saggi sul terreno sono stati previsti in particolare per acquisire le opportune informazioni relativamente alla caratterizzazione geotecnica e geomeccanica del terreno ed al regime della falda acquifera.

La struttura del garage sarà presumibilmente realizzata con telaio in cemento armato e impalcati rigidi in grado di sostenere i carichi di progetto. Dovendo scavare a ridosso degli edifici esistenti si renderà necessaria la realizzazione di un sistema di berlinesi di contenimento del terreno sul quale sono fondati gli edifici stessi. Inoltre, in particolar modo in adiacenza alle fondazioni degli edifici esistenti, il sistema di paratie dovrà essere calcolato in maniera tale da ridurre al minimo gli spostamenti in testa ai pali e salvaguardare così la struttura dei corpi di fabbrica esistenti; sarà valutata pertanto la possibilità di introdurre eventuali tiranti di ancoraggio.

Gli eventuali scavi da effettuarsi all'interno dei corpi di fabbrica esistenti, per collegare questi ultimi ai nuovi garage interrati, saranno effettuati previa realizzazione di paratie di micropali per garantire l'integrità delle strutture esistenti.

A titolo d'esempio, si riportano di seguito alcuni schemi raffiguranti l'esecuzione di livelli interrati in adiacenza ad edifici esistenti.





6 Fattibilità geotecnica ed indagini geologiche

L'assenza di segni di degrado legati ad un eventuale carenza del terreno a sopportare i carichi esistenti e il modesto incremento dei carichi conseguente all'intervento di recupero previsto sono presupposti fondamentali per la fattibilità geotecnica dell'intervento.

É stata programmata una vasta campagna di indagini sul terreno all'interno dell'area con lo scopo di fornire al progettista gli strumenti essenziali per la valutazione della sicurezza della costruzione a livello geologico e geotecnico.

Sono previste indagini profonde con caratterizzazione geotecnica dei vari strati di terreno, prove atte a valutare la velocità di propagazione di eventuali onde sismiche e prove di permeabilità del terreno necessarie per un corretto dimensionamento dei sistemi di dispersione delle acque meteoriche.

In particolare sono state previste le seguenti indagini:

per la definizione del modello geotecnico del sottosuolo:

- Quattro sondaggi a carotaggio continuo, estesi fino ad una profondità di almeno 20 metri dal piano campagna attuale, ad eccezione di quello indicato con un asterisco (*) che dovrà essere esteso fino ad una profondità di almeno 30 metri.
- Una prova Down-Hole, necessaria ad una classificazione sismica del terreno, eseguita fino ad una profondità di almeno 30 metri entro foro di carotaggio.
- Due prove penetrometriche statiche C.P.T. , la prima estesa fino ad una profondità di almeno 20 metri dal piano campagna attuale, la seconda, indicata con un asterisco (*), estesa fino ad una profondità di almeno 30 metri.

per la definizione del regime delle acque sotterranee e delle loro variazioni stagionali:

- Tre piezometri, necessari all'identificazione della quota a cui si attesta la falda nel sottosuolo, entro foro di carotaggio.



per la caratterizzazione meccanica dei vari depositi costituenti il sottosuolo:

- Prove di laboratorio da campioni indisturbati prelevati in sito. Qualora fossero rilevati significativi strati di terreno coesivo dovranno essere prelevati dei campioni indisturbati per permettere l'esecuzione di prove Edometriche e Triassiali. Il campionamento, se possibile, deve essere esteso almeno per i primi 15 metri di profondità.

per la valutazione della permeabilità del sottosuolo:

- Prove di permeabilità da eseguirsi in foro di sondaggio fino alla quota di 5m dal piano di campagna.

Le prove sono state localizzate al centro dell'area, in prossimità della piazza d'armi, e alle estremità, in prossimità degli edifici A, B e R, S, per avere un quadro quanto più completo ed esaustivo possibile della situazione geologica presente.

