

1. Generalità.

La presente relazione ha come oggetto l'illustrazione degli interventi strutturali del progetto per la realizzazione di posti auto e box nell'ex autorimessa AMT sita in Via Lagaccio.

Tale immobile, costruito nei primi anni '50 del secolo scorso, risulta costituito da un totale di quattro piani fuori terra, di cui il primo può essere considerato a tutti gli effetti un piano ammezzato riguardante tra l'altro solo una porzione dell'intera superficie.

Da un punto di vista statico, la struttura si presenta come un complesso sistema tridimensionale di travi e pilastri in calcestruzzo armato assimilabile a telai a disposizione fortemente irregolare, il quale fornisce una significativa resistenza nell'insieme. Gli orizzontamenti sono realizzati con travetti in c.a. e elementi di alleggerimento in laterizio, il tutto gettato in opera.

Il progetto che il Comune di Genova intende realizzare è quello della conversione di utilizzo dell'immobile da autorimessa per auto-corriere, quale era la sua destinazione originaria, ad immobile per parcheggio di autovetture, con prevalenza di boxes, sui piani aventi l'altezza utile e l'accessibilità necessaria. Per la posizione ed il dislivello che presenta, il primo piano ammezzato sarà escluso da tale intervento.

2. Indagini preliminari.

Preliminarmente allo studio ed alla definizione degli interventi necessari, è stata condotta una serie di indagini sullo stato di conservazione dell'immobile, nonché sulla composizione dei materiali ed il funzionamento statico della costruzione.

Dalle indagini esperite, non è stato possibile accertare le ipotesi progettuali originarie né tanto meno reperire i disegni esecutivi con la disposizione prevista delle armature. In loco è stato possibile accertare l'apposizione di una targa di portata, posticcia, che recava come indicazione della massima portata del solaio un valore pari a 2.000kg/mq; l'assenza però di un certificato di collaudo che ne confermi la veridicità conduce all'impossibilità ad impiegare direttamente tale dato come verifica.

Da un'analisi visiva è stato poi possibile accertare come la struttura, in buona parte, non versi in condizioni ottimali, a causa del parziale stato di abbandono manutentivo che la stessa ha subito negli anni passati; sono infatti evidenti i segni di infiltrazione d'acqua che hanno causato, in alcune zone, l'ammaloramento del calcestruzzo e dei ferri di armatura, nonché di porzioni del solaio in struttura mista calcestruzzo-laterizio.

Risulta infine necessario sottolineare che alcuni pilastri risultano cerchiati dal piano terra fino al livello del piano ammezzato, anche se di tali interventi non risulta memoria storica, né scritta né verbale.

Tale stato di fatto determina la necessità di effettuare delle valutazioni preliminari in ordine alla fattibilità strutturale dell'intervento, che siano di supporto alla stima della portata dei solai e delle

relative strutture principali, oltre che essere la base di valutazione dell'entità degli interventi di riparazione / miglioramento da porre in opera.

Le indagini condotte in tale direzione si sono concentrate sia sulla determinazione della qualità dei materiali impiegati, quanto su un rilievo di tipo geometrico-strutturale volto alla determinazione della posizione e della dimensione degli elementi strutturali, nonché del funzionamento statico della struttura e dei quantitativi di armatura effettivamente presenti, cosiccome previsto al paragrafo 8.5 delle D.M 14/01/2008.

Per quanto riguarda il primo punto si è proceduto all'effettuazione di una serie di carotaggi sugli elementi portanti (travi, pilastri e solai) grazie ai quali è stato possibile reperire i campioni da sottoporre a prova di rottura; i risultati delle prove sono apparsi confortanti, con resistenze cubiche che sono risultate nella quasi totalità delle prove superiori a 25 Mpa e solo in due prove inferiore a 20Mpa, come evidenziato nel rapporto fornito dal laboratorio dei materiali del DICAT-Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni, dell'Ambiente e del Territorio e riassunto nella tabella seguente:

Campione n°	Resist.cilindrica f_c [Mpa]	Resist.cubica R_c [Mpa]
C1	21.7	26.1
C2	30.8	37.1
C3	28.6	34.4
C4	15.8(*)	19(*)
C5	21.1	25.5
C6	22.5	27.1
C8	20.9	25.2
C9	12.4	14.9

Tabella 1:resistenze relative alle diverse carote investigate

(*) valori da ritenersi indicativi a causa della presenza di cavità ed inclusioni di laterizio.

I campioni sono stati prelevati dalle strutture come di seguito:

- C1: pilastro principale interno I ordine (piano terreno);
- C2: pilastro principale interno I ordine (piano terreno);
- C3: pilastro secondo ordine (piano secondo);
- C4:solaio calpestio secondo piano;
- C4 bis:solaio calpestio secondo piano;
- C5:trave di sostegno solaio terrazzo terzo piano;
- C6: trave rampa collegamento terzo/quarto piano;
- C7:solaio calpestio terzo piano;
- C8:pilastro terzo ordine (terzo piano);
- C9:pilastro quarto ordine(quarto piano)

I campioni prelevati, di cui alla figura seguente, sono stati utilizzati per le prove di compressione ad eccezione dei prelievi C4bis e C7 necessari per la determinazione della geometria del solaio.

Dal punto di vista statico, come già accennato all'interno della trattazione, la struttura si presenta come un telaio tridimensionale in calcestruzzo armato; data poi la necessità di avere notevoli spazi liberi con assenza di pilastri per la manovra degli autobus, i piani elevati sono stati costruiti attraverso l'impiego di un graticcio di travi principali e secondarie ortogonali tra loro di dimensioni medie pari a circa 30 cm x 85 cm. sulle quali è stato realizzato un solaio a travetti di larghezza pari a 10 cm. ognuno, alleggerito con blocchi in laterizio di larghezza pari a 15 cm; con ciò il solaio può essere considerato come costituito da travetti affiancati con interasse 25 cm (10+15). Lo spessore è di 25 cm, di cui 5 cm. costituiti dalla cappa superiore in cls.

In relazione poi all'indagine dei quantitativi di armatura effettivamente presenti all'interno delle strutture, si è proceduto con l'effettuazione di alcuni saggi a campione sulle strutture principali (travi, pilastri e solai) di cui alle figure n°1, 2 e 4; i quantitativi di armatura effettivamente riscontrati sono stati poi ritenuti validi, a questo livello di progettazione, anche per gli elementi che non è stato possibile investigare direttamente; analisi più approfondite dovranno essere condotte in sede di progetto definitivo ed esecutivo.

Le indagini sono state svolte solo sugli intradossi delle travi, per cui le armature superiori sono state dedotte in funzione della tipologia costruttiva dell'epoca, in cui si faceva ampio uso della sagomatura cosiddetta a "cavallo": le armature inferiori di campata venivano piegate a 45° verso l'alto in prossimità degli appoggi e fatte proseguire oltre il punto di appoggio (incrocio travi o pilastri) in modo da costituire sia armature per il taglio che per il momento negativo.



Figura 1 : saggi di armatura sulle travature della seconda soletta



Figura 2 : saggio d'armatura sul pilastro al piano terra



Figura 3 : carotaggi sulle strutture



Figura 4 : ferri di armatura sulla seconda soletta

3. Interventi da adottare.

L'intervento non sostanzia un mutamento della destinazione d'uso, in quanto l'immobile rimane un autorimessa, anche se in origine destinata agli autobus/autocorriere.

Poiché la conversione di destinazione d'uso da rimessa per auto-corriere ad rimessa per auto, comporta, come è evidente, una riduzione del carico accidentale sulle strutture (l'incidenza superficiale di un'autovettura risulta chiaramente minore di quella di un'auto-corriera), l'intervento può essere inquadrato quale riparazione locale della struttura esistente ai sensi del capitolo 8 del D.M 14/01/2008, a condizione che non venga alterato significativamente il comportamento statico della struttura.

L'intervento di riparazione deve comunque garantire la portata nei confronti dei carichi derivanti dalle autovetture, computate attraverso l'incidenza di un carico accidentale, definito del D.M. 14/01/2008, di 2,50kN/mq (circa 250kg/mq), nonché dei carichi permanenti non strutturali, valutabili in circa 1,70 kN/mq (circa 170kg/mq) ascrivibile alle tramezze di divisione dei boxes e in 0.3kN/mq (circa 30kg/mq) relativi alla controssoffittatura necessaria per ridurre l'altezza utile dei piani interessati dall'intervento dal valore iniziale di circa 4,20 m. ad un valore finale pari a 2,40 – 2,60 m. Nella zona esterna del II° piano, rampe e piazzole, si consiglia una pavimentazione in asfalto, più leggera della pavimentazione mista di pietra, battuto ed asfalto presente allo stato attuale, pur non eseguendo in tale zona interventi che non siano di mera riparazione.

Pur non dovendosi procedere all'adeguamento sismico dell'edificio, è necessario peraltro valutare la sicurezza dello stesso per l'uso cui sarà destinato, valutando se nella progettazione originaria (di cui non si ha la disponibilità) e/o nella esecuzione siano stati mantenuti tassi di lavoro nei materiali accettabili in base alla normativa vigente, per la parte in cui ci si riferisce alla valutazione di sicurezza di edifici esistenti.

Dalle prime analisi strutturali, ancorché semplificate stante il livello di preliminare di progettazione, è stato evidenziato come alcuni elementi strutturali non risultino adeguati a fornire il rispetto della portata di normativa funzione della destinazione d'uso dei locali; tale insufficienza deriva prevalentemente dalle armature metalliche la cui quantità non sempre riesce a coprire il fabbisogno derivante dalle sollecitazioni. Per tale motivo sono stati previsti una serie di rinforzi localizzati su alcuni elementi strutturali che risultano maggiormente sollecitati:

Tali interventi di riparazione e consolidamento, peraltro già accennati in precedenza, sono riassumibili in:

- Integrazione di armature delle strutture (travi principali).
- Ripristini localizzati.

3.1. Rinforzo delle strutture portanti principali.

Come già illustrato ai paragrafi precedenti, le valutazioni di tipo statico sono state effettuate sulla base di considerazioni sulle metodologie costruttive dell'epoca e su limitati saggi delle armature presenti all'intradosso.

Sulla base di queste frammentarie informazioni è stato possibile eseguire comunque una valutazione delle capacità flessionali e taglianti resistenti delle travi portanti e confrontare tali valori con le azioni sollecitanti di progetto, ai sensi del D.M vigente.

Per fare ciò sono state prese in considerazione le travi secondarie e le travi principali: tra queste si sono poi scelte quelle che presentano i valori più significativi da rapportare all'intera struttura.

Si è quindi proceduto all'effettuazione di un'analisi elastica con redistribuzione dei momenti assumendo, nel primo caso, uno schema statico di trave continua su tre campate e, nel secondo caso, uno schema a telaio piano in modo da valutare più precisamente l'effettiva ripartizione del momento flettente in corrispondenza del nodo tra trave e pilastro.

I risultati delle suddette analisi hanno messo in luce come le travi secondarie risultino adeguate alla trasmissione degli sforzi flessionali e taglianti derivanti dall'azione dei carichi agenti, mentre le travi principali presentano zone localizzate in cui le azioni sollecitanti risultano maggiori di quelle resistenti, cosiccome evidenziato nel diagramma successivo, ove la linea blu rappresenta l'andamento del momento flettente sollecitante agli Stati Limite Ultimi, mentre le linee rossa e gialla rappresentano invece i valori del momento flettente resistente positivo della sezione rinforzata con l'ausilio di due distinte tipologie, mediante l'impiego di composti fibrorinforzati.

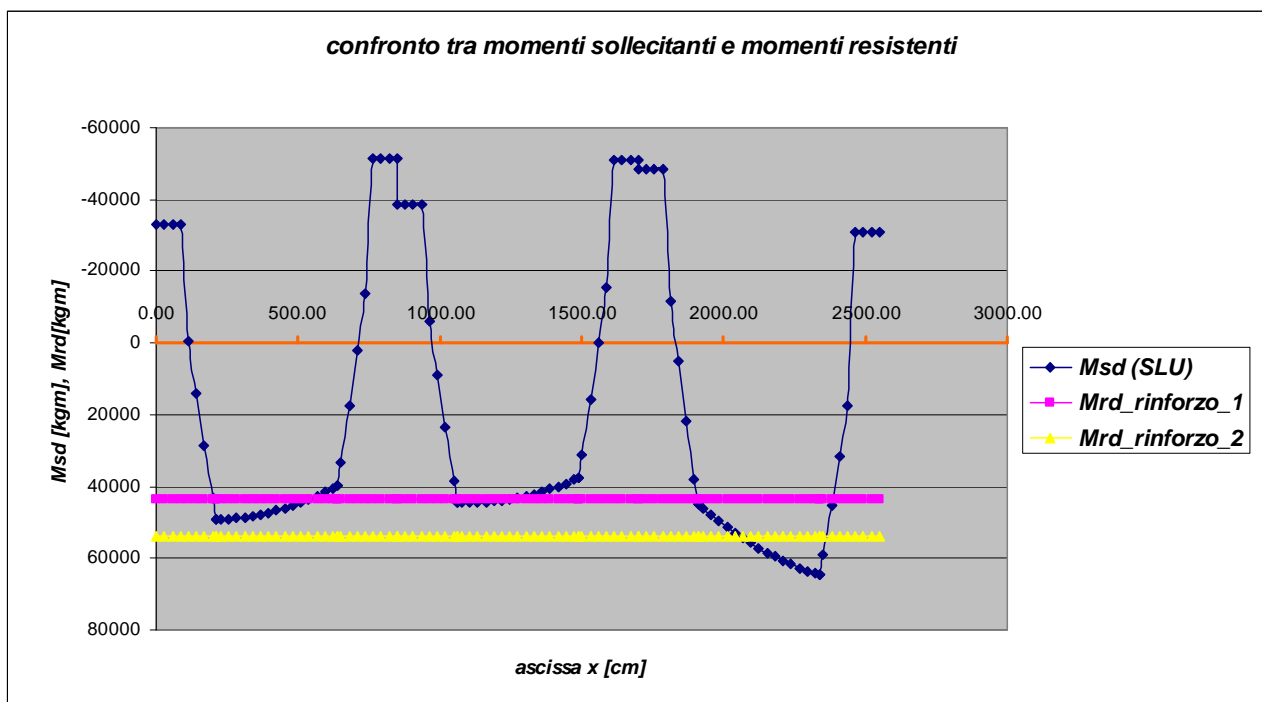


Figura 5 : confronto tra momenti sollecitanti e momenti resistenti per trave principale

Analoghe considerazioni sono state eseguite per valutare la resistenza limite a taglio seppur con un maggior grado di incertezza relativamente alla posizione dei ferri piegati a 45°, la cui disposizione è stata dedotta sulla base delle pratiche di progetto usuali all'epoca della costruzione. Il diagramma sopra riportato evidenzia che le parti da rinforzare sono peraltro localizzate e dalle verifiche a stato limite ultimo (SLU) effettuate sulle varie sezioni si è ricavato inoltre che il superamento dei valori limite avviene nell'acciaio e non nel calcestruzzo che viceversa è sempre in grado di sostenere le sollecitazioni di progetto.

Gli interventi di rinforzo sono finalizzati quindi a riportare le sezioni equivalenti di armatura a trazione al valore occorrente per soddisfare la verifica.

Per raggiungere tale obiettivo, operando dall'intradosso e quindi con la possibilità di lasciare in sito le pavimentazioni interne esistenti, si è pertanto previsto un intervento di rinforzo realizzato tramite l'impiego di composti fibrorinforzati applicati con specifici adesivi epossidici, previa pulizia mediante sabbiatura da eseguirsi sulle superfici di applicazione onde ottenere una sicura superficie di aggrappo per dette resine; tali rinforzi verranno così distribuiti:

- All'intradosso, per tutta la lunghezza delle travi principali compresa nelle mensole, è prevista l'applicazione di uno strato singolo di fibre di carbonio ad alta resistenza con grammatura minima pari a 400gr/mq e spessore pari a 0.45mm; le strisce di fibra previste sono 2 di larghezza pari a 10cm cadauna;
- Sulle nervature delle travi principali saranno impiegati due nastri di fibre ad un singolo strato con caratteristiche di cui al punto precedente, laddove il momento resistente risulta superiore alla massima sollecitazione resistente fornita dalla sezione rinforzata come indicato al punto precedente. In corrispondenza dell'incrocio tra le strutture principali e le

secondarie tale disposizione verrà integrata mediante l'apposizione di un ulteriore strato di FRP, stante la presenza di carichi concentrati di notevole entità; i dettagli sono meglio indicati negli elaborati grafici.

Un intervento analogo verrà altresì realizzato per rinforzare le sezioni esistenti nei confronti della forza di taglio, con la disposizione di fasce in FRP inclinate di 45° sulle pareti delle nervature.

Sui pilastri non sono previsti interventi, confidando che, in fase successiva, il maggior numero di prove da eseguirsi confermi i buoni risultati sul calcestruzzo ottenuti, in modo che le sollecitazioni di progetto siano compatibili con le resistenze dei materiali in situ senza ulteriori interventi di rinforzo e/o consolidamento.

3.2. Ripristini localizzati.

Come detto in precedenza, la mancata manutenzione della struttura nel tempo ha portato problemi di notevoli infiltrazioni d'acqua dalle pavimentazioni esterne, acqua che, veicolata sia nei solai in c.a. che nelle travi, ha comportato degrado agli stessi, degrado che risulta particolarmente evidente in alcune zone (vedasi figura 4).

Per riparare tali zone localizzate si prevede pertanto la demolizione e la ricostruzione delle parti di solaio definitivamente compromesse, nonché il ripristino del calcestruzzo e la passivazione dell'acciaio nelle travi portanti ammalorate a causa delle infiltrazioni.

Il ripristino dovrà considerare le eventuali riduzioni di sezione intervenute nell'armatura metallica che, ove il residuo di armatura dovesse risultare insufficiente, dovrà essere integrato con rinforzi in FRP con le stesse modalità di cui al punto precedente.



Figura 6 : esempio di trave ammalorata