

# PREMIO ASS.I.R.C.CO GIOVANI 1995

*Riparazione ed adeguamento sismico – funzionale di un fabbricato condominiale*

*in c.a. gravemente danneggiato dal terremoto del 1980 in Irpinia.*



## **- Premessa**

Nel Gennaio 1990 il sottoscritto Ing. Vincenzo Nunziata veniva incaricato della direzione dei lavori di consolidamento e adeguamento sismico-funzionale del fabbricato condominiale sito in via Marconi, 25 Palma Campania (NA) il quale aveva subito gravi danni in seguito al terremoto del Novembre / 80; importo dei lavori £ 1.225.000.000 .

I lavori ebbero inizio il 26/04/90 e portati a termine il 28/12/93, subito dopo l'inizio dei lavori in seguito a situazioni contingenti non previste nel progetto principale e ritenendo che l'intervento proposto dal progettista non fosse esaustivo di tutte le problematiche relative all'adeguamento sismico, la sottoscritta D.L. informando preliminarmente il Collaudatore in Corso d'Opera e l'Amministrazione ha provveduto a redigere una variante di tipo strutturale che è oggetto della presente relazione e che si andrà successivamente a descrivere. Da tener presente che nonostante siano stati eseguiti degli interventi di adeguamento sismico molto impegnativi, il fabbricato non è stato sgombrato con notevole aggravio di difficoltà nell'esecuzione dei lavori.

## **- Descrizione Del Fabbricato**

Il fabbricato la cui costruzione risale agli anni '70, epoca in cui la zona non era ritenuta sismica ragion per cui non era obbligatorio seguire particolari criteri antisismici (anche se un buon progettista strutturale dovrebbe sempre tener conto oltre dei carichi verticali anche di eventuali carichi orizzontali che potrebbero essere assimilati ad un sisma ma non necessariamente come ad

esempio il vento) si compone di due corpi di fabbrica, che abbiamo indicato con Corpo A e Corpo B, ed una scala a servizio dei due corpi.

Il Corpo A è prospiciente la strada pubblica, e composto dallo scantinato che è comune anche al Corpo B, dal piano terra adibito a negozi e da cinque piani in elevazione con due appartamenti per piano.

Il Corpo B è situato al lato interno e vi si accede tramite un viale privato, è composto da scantinato, piano ammezzato, e sei piani in elevazione con tre appartamenti per piano.

La scala rappresenta la cerniera di collegamento tra i due corpi di fabbrica e ad essa si accede dal viale privato.

#### **- Descrizione Della Risposta Sismica Del Fabbricato**

La struttura portante dei due fabbricati è costituita da telai in C.A. disposti nella direzione lunga senza nessun tipo di irrigidimento nella direzione corta. Nel Corpo B addirittura era stato costruito in fase successiva alla realizzazione della struttura principale un piano ammezzato poggiato su pilastri in mattoni (fig. 1) con evidenti fini speculativi. La fondazione su plinti isolati.



**fig. 1**

Lo squilibrio di rigidezza è evidente, in particolare il Corpo A è meno rigido del Corpo B date le dimensioni e una minore presenza di elementi irrigidenti.

Per analizzare la risposta sismica del fabbricato bisogna fare una premessa sulla natura dei terremoti. I terremoti nella maggior parte dei casi sono di natura tettonica e sono dovuti alle rotture

o scorrimenti che si verificano in seguito al lento movimento delle placche continentali e oceaniche. In seguito a questi sconvolgimenti si libera improvvisamente una enorme quantità di energia sotto forma di onde elastiche, le onde si propagano in tutte le direzioni e raggiungono la superficie terrestre provocando spostamenti violenti che vengono schematicamente considerati agenti nelle tre direzioni Est-Ovest, Nord-Sud e verticale. Mentre gli spostamenti verticali inducono nelle costruzioni incrementi di sollecitazioni che non provocano apprezzabili danni tenuto conto dei coefficienti di sicurezza con cui sono stati progettati gli elementi atti a resistere ai carichi verticali; gli spostamenti nelle altre due direzioni invece sono quelli più pericolosi, infatti è noto che le azioni orizzontali effettive di natura dinamica si possono riprodurre in via approssimata con forze orizzontali equivalenti agenti staticamente sulla struttura e giacché le norme prescrivono che tali forze orizzontali agenti ai vari piani devono essere considerate secondo due direzioni ortogonali sarà poi spontaneo scegliere le due direzioni secondo i lati x e y della pianta rettangolare.

In definitiva la normativa schematizza il terremoto mediante un sistema di forze agenti secondo le direzioni x e y che possiamo indicare con  $F_x$  e  $F_y$  avendo trascurato la componente verticale, tenendo ben presente però che nella realtà la scossa potrà venire da qualunque direzione o meglio avrà comunque due componenti agenti contemporaneamente.

Tanto premesso si può dire semplicemente che per l'edificio in esame, che ha una discreta resistenza per la presenza di telai nella direzione x mentre nella direzione y ha una scarsissima resistenza in quanto non vi è nessun elemento resistente strutturalmente, i danni sono dovuti quasi esclusivamente alla componente  $F_y$  delle forze equivalenti come si evidenzia dalle profonde lesioni localizzate nei tramezzi (fig. 2) e nelle tompagnature perimetrali (fig. 3-4)



**fig. 2**



**fig. 3**



**fig. 4**

che si sono sostituite agli elementi strutturali inesistenti per una fortunata coincidenza data la presenza di numerose tramezzature nella direzione y che altrimenti l'edificio avrebbe potuto subire danni ancora più gravi o addirittura crollare. Un altro fenomeno che si è verificato è stato la torsione dei due corpi di fabbrica attorno alla scala che si è comportata da cerniera subendo gravissimi danni risultando uno degli elementi più danneggiati.

## - Descrizione dei Danni

Come già accennato i danni maggiori si sono avuti nelle tramezzature e tompagnature disposti in direzione y e nella scala, ma anche alcune tramezzature in direzione x (fig. 5)



**fig. 5**

hanno subito danni ai piani inferiori, ma fatto più grave che ha una valenza strutturale superiore sono i danni subiti dagli elementi in C.A. che si sono evidenziati con lo scalzamento del copriferro (fig. 6 - 7).



**fig. 6**



**fig. 7**

e con la presenza di microlesioni sulle travi portanti.

## **- Descrizione Interventi di Consolidamento Eseguiti**

Per un inquadramento generale dell'intervento eseguito possiamo dire che l'intento è stato quello di collegare i plinti isolati con un graticcio di travi per evitare cedimenti differenziali, di irrigidire la direzione y con la creazione di idonei elementi, di staccare la scala dai due corpi di fabbrica, di intervenire localmente sugli elementi esistenti laddove era necessario in base alle calcolazioni eseguite. In definitiva l'intervento strutturale eseguito può essere diviso a grandi linee in tre parti:

- a) intervento sulle fondazioni;
- b) intervento sulla struttura in elevazione;
- c) intervento sulla scala;

che si vanno ad illustrare.

### **a) Intervento Sulle Fondazioni:**

Le fondazioni esistenti sono costituite dai classici plinti isolati tronco piramidale a base quadrata di dimensione 2 x 2 m e altezza 1,5 m . L'intervento eseguito è stato l'esecuzione di un graticcio di travi di collegamento in C.A. a sezione rettangolare (fig. 8)



**fig. 8**

e collegate alle pilastrature, preliminarmente scalpellate, mediante un getto sigillante finale di malta espansiva Emaco S66. (fig. 9)



**fig. 9**

### **b) Intervento Sulla Struttura in Elevazione**

L'intervento sulla struttura in elevazione è consistito nella creazione di quattro pareti di taglio in C.A., *due ogni Corpo*, inserite al posto della tompagnatura esistente laddove era possibile, nella direzione corta del fabbricato prevedendo dei riquadri per l'inserimento di eventuali vani, inoltre è stata prevista una armatura aggiuntiva per i pilastri più sollecitati e scarsamente armati.

La scelta di usare pareti di taglio è stata dettata da esigenze sia strutturali che funzionali. Strutturalmente perché dovendo far assorbire interamente le componenti  $F_y$  a nuovi elementi le pareti di taglio si prestano molto bene per la loro elevata rigidezza; funzionali perché posizionando le pareti in modo da evitare o quanto meno limitare momenti torcenti dovuti alla non perfetta coincidenza del baricentro delle rigidzze con il baricentro delle masse, non si sono potuti evitare dei vani preesistenti e non volendoli chiudere le pareti di taglio sono l'elemento più idoneo in quanto permettono una facile riquadratura senza una apprezzabile diminuzione della rigidezza.

Per quanto riguarda la pratica esecuzione delle pareti si è dovuta eseguire una fondazione su pali per l'entità degli sforzi trasmessi che è stata resa difficoltosa per la limitata altezza del cantinato (appena 2,20 m) che non permetteva il lavoro di grosse macchine trivellatrici per cui si sono scelti dei micropali di 20 cm più facilmente eseguibili (fig. 10-11-12)



**fig. 10**



**fig. 11**



**fig. 12**

La parete veniva gettata fino ad una altezza di 10 cm al disotto della trave esistente perimetrale precedentemente scalpellata sia sotto che sul laterale (per permettere il passaggio dei ferri per l'aggancio col successivo tratto) il tratto sotto la trave veniva completato con Emaco S66 mentre sul fianco veniva ripristinato il copriferro che inglobava anche l'armatura delle pareti con Emaco S88C più adatto per piccoli spessori, avendo chiaramente precedentemente tagliato il solaio al lato interno che scaricava nella direzione y parallela alla parete che poi una volta completate le pareti stesse è stato ripristinato in C.A. (fig.13 - 14 - 15) le pareti sono state poi rastremate in base alla risultanza del calcolo.



**fig. 13**



**fig. 14**



**fig. 15**

Sono stati eseguiti anche degli interventi di consolidamento delle strutture esistenti con aggiunta di armatura laddove era necessario, usando Emaco S88c per la sigillatura (fig. 14 - 15)



**fig. 16**



**fig. 17**

### **c) Intervento sulla scala**

Come già spiegato prima, la scala che rappresentava una cerniera molto pericolosa tra i due corpi di fabbrica molto più rigidi si è resa indipendente dai due creando una nuova struttura con pilastri e travi sfruttando anche le travi a ginocchio esistenti partendo dalla fondazione dove è stato eseguito un graticcio di travi rovesce, (fig. 18 - 19 - 20) e successivamente staccando la scala dalla struttura dei corpi “A” e “B” dando origine ad un giunto.



**fig. 18**



**fig. 19**



**fig. 20**

E' da tener presente che durante i lavori la scala ha sempre funzionato per permettere l'accesso agli appartamenti e quando è stata staccata non si è evidenziato nessun cedimento.

I pilastri venivano gettati fino a quasi sotto la trave a ginocchio preventivamente scalpellata anche sui lati per permettere il passaggio delle armature dei pilastri stessi e l'aggiunta di nuove armature risultando quelle esistenti insufficienti, successivamente per le sigillature grosse veniva utilizzato Emaco S66 e per quelle piccole Emaco S88C (fig. 21 - 22 - 23).



**fig. 21**



**fig. 22**



**fig. 23**

Il pianerottolo è stato demolito per permettere l'alloggiamento di una trave a spessore collegata ai pilastri e alla trave a ginocchio precedentemente tagliata per mettere a nudo le armature esistenti e l'aggancio con la nuova trave. (fig. 24 - 25 ) questo per dar luogo ad una struttura chiusa dotata di rigidità maggiore.



**fig. 24**



**fig. 25**

Palma Campania lì , Dicembre 1995

***Ing. Vincenzo NUNZIATA***