

INDICE

PARTE PRIMA: Incarico e cronologia delle fasi d'indagine

1.1 – *Incarico*

1.2 – *Cronologia delle fasi di indagini*

PARTE SECONDA: Atti reperiti ed individuazione dei luoghi

2.1 – *Atti reperiti*

2.2 – *Individuazione dei luoghi*

PARTE TERZA: Generalità sull'interpretazione dei quadri fessurativi negli edifici con struttura portante in c.a.

3.1 – *Generalità*

3.2 - *Cause generatrici (piu' diffuse) di lesioni riscontrabili negli edifici secondo
quanto riportato in letteratura tecnica*

3.2.1 - *Cedimento verticale di un pilastro*

3.2.2 - *Deformabilità degli elementi strutturali*

PARTE QUARTA: Risposta al quesito

4.1 – *Stato dei luoghi*

4.1.1 – *Premessa*

4.1.2 – *Esito delle indagini*

4.2 – *Analisi del terreno sottostante le fondazioni del fabbricato della parte attrice e
valutazione dell'influenza dello scavo sulla variazione delle condizioni iniziali*

4.3 – *Analisi del quadro fessurativo e risposta al quesito*

RELAZIONE DI CONSULENZA TECNICA D'UFFICIO

Ill.mo Signor Giudice Dott.ssa

TRIBUNALE ORDINARIO DI COSENZA

OGGETTO: causa civile N°..... vertente tra:

.....

PARTE PRIMA

Incarico e cronologia delle fasi di indagini

1.1 - Incarico

Con provvedimento del 21.11.2007 il sottoscritto Ing. Giuseppe Infusini, iscritto all'Albo Professionale degli Ingegneri della Provincia di Cosenza al n°890 ed all'Albo dei Consulenti Tecnici d'Ufficio del Tribunale di Cosenza al n°1391, veniva nominato Consulente Tecnico d'Ufficio nella vertenza in oggetto, ed invitato a comparire all'udienza del 18.12.2007 per il prescritto giuramento e la formulazione dei quesiti.

Dopo aver prestato giuramento, la S.V. formulava il seguente quesito:

"Accerti il C.T.U., previa analitica descrizione dello stato dei luoghi, corredata da adeguata documentazione fotografica e planimetrica, se l'edificio di proprietà dei ricorrenti è minacciato dal pericolo di aggravamento del danno già prodotto nei termini prospettati nel ricorso e, in caso affermativo, determini la causa e, qualora sia costituita dai lavori di scavo e sbancamento effettuati dal resistente, descriva analiticamente le opere da eseguire per ovviare a tale pericolo, indicando il relativo costo mediante apposito computo metrico".

Per il deposito della relazione peritale, la S.V. concedeva 60 giorni.

Nello stesso giorno fissava l'inizio delle operazioni peritali per il giorno 28.12.2007 alle ore 15:00 sui luoghi di causa.

I verbali delle visite di sopralluogo e delle indagini esperite sono allegati alla presente relazione con il N°1.

1.2 - Cronologia delle fasi di indagini

Nel primo sopralluogo (28.12.2007), il sottoscritto CTU avvalendosi dell'aiuto del tecnico ausiliario arch. Franco Martino, autorizzato dal Sig. Giudice, provvedeva ad una prima ricognizione dei luoghi, effettuando varie fotografie e misure, in modo da poter rappresentare in maniera esauriente lo stato dei luoghi interessato (Verb. N°1).

In data 04.01.2008 è stato effettuato un ulteriore sopralluogo (Verb. N°2) al fine di esperire e completare i rilievi plano-altimetrici ed indagini più dettagliate dello stato dei

luoghi e ritirare la documentazione tecnica richiesta alle parti in occasione del primo sopralluogo.

In data 25.01.2008 e 29.01.2008, sui luoghi di causa, in presenza delle parti (Verb. N°3 e 4) il sottoscritto restituiva la documentazione sopra citata e procedeva al controllo di alcune misure sulla scorta delle planimetrie già redatte.

Al fine di reperire atti e documenti non contenuti nel fascicolo di causa e ritenuti necessari per lo svolgimento dell'incarico, il sottoscritto CTU si è recato anche presso l'Ufficio Urbanistica del Comune di in data 30.01.2008, visionando sia la pratica edilizia in ditta che quella in ditta, delle quali riproduceva, in parte, copie fotostatiche.

Sulla scorta di tutta la documentazione agli atti di causa, opportunamente vagliata e confrontata, di quella reperita e degli esiti dei sopralluoghi effettuati, il sottoscritto ha tratto tutti gli elementi per poter rispondere al quesito formulatogli dal sig. Giudice

PARTE SECONDA

Atti reperiti ed individuazione dei luoghi

2.1 – Atti reperiti

In occasione del primo sopralluogo, il sottoscritto CTU invitava le parti a produrre gli elaborati progettuali, recanti l'attestato di deposito presso il Genio Civile di Cosenza, relativi al fabbricato esistente (proprietà) ed a quello in corso di costruzione, del quale sono state realizzate le sole fondazioni (proprietà..... - confr. Verb. N°1).

Nel secondo sopralluogo, la parte attrice provvedeva a [.....]

Nel terzo sopralluogo la parte convenuta provvedeva a [.....]

Considerato l'incompletezza di quest'ultima documentazione e ritenuto necessario visionare il progetto nella sua completezza, in data 30.01.2008 il sottoscritto si è recato presso l'Ufficio Tecnico del Comune dii al fine di acquisirne copia autenticata nonchè ogni altra documentazione tecnica ritenuta utile ai fini di causa, in parte allegata alla presente relazione (All. N°2 - Tav. N°9). In tale occasione il sottoscritto acquisiva anche una copia della più recente D.I.A. in ditta, riguardante il fabbricato oggetto di causa All. N°2-Tav. N°8).

Tutta la suddetta documentazione è stata ritenuta utile al fine di potere stabilire la correttezza tecnica degli interventi realizzati, l'ordine temporale di realizzazione, i relativi atti autorizzativi, nonchè per rilevare ogni altro elemento utile ai fini di causa.

2.2 - Individuazione dei luoghi

L'area ove è ubicato il fabbricato oggetto di causa, denominata

[.....]

Sul suddetto terreno insistono le fondamenta di un fabbricato (All. N°4 - Foto N°32), posizionato come rappresentato nell'All. N°3 – Tav. N°2, autorizzato dal Comune dicon permesso di costruire N°1752 del 30.06.2005 avente ad oggetto "Costruzione in variante di un fabbricato ad uso commerciale e magazzini". Successivamente, dopo l'inizio dei lavori, avvenuta il 20.09.2005, gli stessi venivano prima sospesi con Ordinanza n°5 del 02.03.2006 emessa dal Responsabile del Settore Urbanistica, immediatamente esecutiva e dopo, con provvedimento prot. n°, lo stesso ing.provvedeva ad annullare il permesso di costruire n°..... per le motivazioni espresse nell'atto stesso contenuto nel fascicolo di causa.

Prima Osservazione

Dalla sequenza degli atti sopra citati, è assolutamente certo che le strutture di fondazione del fabbricato sono state realizzate entro la data di sospensione dei lavori, avvenuta dal 02.03.2006, e tali sono rimaste fino a tutt'oggi. Questa circostanza è confermata dal contenuto della diffida inviata in data dall'Avv., già agli atti di causa (punto b) della premessa in diffida). Non si capisce, quindi, come possa asserire, l'ing. (CTP parte attrice), a pag. 3 della sua Perizia Tecnica Giurata "*...che la foto N°1 è una foto di archivio del 02.10.2005 dove si evidenzia l'invaso prima della realizzazione delle fondazioni, realizzate poi nell'estate 2006*".

Seconda Osservazione

Il permesso di costruire n°..... [.....]

A tutt'oggi l'intervento di cui alla lettera a) è ancora in efficacia in virtù dei seguenti ulteriori atti: [.....]

PARTE TERZA

Generalità sull'interpretazione dei quadri fessurativi negli edifici con struttura portante in c.a.

3.1 - Generalità

Per definizione il quadro fessurativo è l'insieme di fessure (o lesioni) visibili ed invisibili su un'opera o un elemento strutturale esistente, derivante da uno stato di dissesto o di degrado.

Tutti i dissesti statici, presenti in una struttura edilizia, sono generati da precise cause perturbatrici; le lesioni che appaiono sono gli effetti delle modifiche che si sono instaurate nella costruzione rispetto al momento della sua realizzazione.

Affrontare però il problema dei dissesti negli edifici in calcestruzzo armato (*come nel caso in esame*) presenta notevoli difficoltà per le motivazioni in appresso sinteticamente espresse.

A) Un edificio in c.a. è ordinariamente costituito da due parti che hanno risposte completamente diverse alle sollecitazioni: una parte strutturale in c.a. ed una di tamponamento e tramezzatura in laterizio. Difatti la struttura in c.a. è molto elastica, quindi in grado di sviluppare grandi lavori di deformazione prima di lesionarsi. Le parti di chiusura sono, per contro, elementi molto rigidi e pertanto estremamente suscettibili alla rottura. Ciò vuol dire che molto spesso appaiono lesioni evidenti nei tamponamenti esterni o nelle tramezzature senza che appaiono lesioni nella struttura in c.a.;

B) La struttura in c.a. può considerarsi, nella stragrande maggioranza dei casi ed a meno delle costruzioni industriali, come un complesso statico con elevato grado di iperstaticità: ciò complica molto lo studio e soprattutto la diagnosi delle lesioni perché tra i vari elementi della struttura si stabiliscono collaborazioni che possono falsare le analisi, fino ad indurre in errore sia sulla gravità del dissesto, sia sulla localizzazione dello stesso.

In letteratura esistono tuttavia alcune regole fondamentali che è bene tenere sempre in considerazione nell'analisi del quadro fessurativo e delle cause che lo generano:

- 1) fino a quando un quadro fessurativo, anche grave, intacca i muri di tamponamento e di tramezzatura, senza intaccare travi, pilastri e solai, la costruzione non corre alcun rischio di collasso in quanto dette lesioni non influiscono sulla sua stabilità;
- 2) lesioni orizzontali e verticali nelle murature portate non devono essere messe in connessione con deformazioni pericolose del telaio strutturale, mentre lesioni inclinate a 45° nei muri sono sempre da addebitarsi ad anormali deformazioni del telaio strutturale;
- 3) nel momento in cui i telai strutturali iniziano a lesionarsi, insorge una situazione di pericolo e di non semplice prevedibilità. perché avvengano delle rotture in determinate sezioni assume un gioco fondamentale il comportamento dei vincoli di collegamento.

In definitiva da queste brevi considerazioni si evince che, mentre nella struttura in muratura si stabilisce una chiara e di solito univoca corrispondenza tra cause del dissesto e quadro fessurativo, nelle strutture in c.a. il quadro fessurativo è una conseguenza non solo della causa del dissesto, ma anche delle caratteristiche dei telai e dei vincoli.

3.2 - Cause generatrici (piu' diffuse) di lesioni riscontrabili negli edifici secondo quanto riportato in letteratura tecnica

N.B.: Il contenuto del presente paragrafo è stato desunto principalmente dalla consultazione dei seguenti testi:

- *“Diagnosi dei dissesti e consolidamento delle costruzioni “*, di Leopoldo Baruchello e Giorgio Assenza – Edizioni DEI
- *“Corso di consolidamento degli edifici”*, Armando Albi Marini
Università degli Studi di Napoli
- *“Dissesti statici delle strutture edilizie”*, S. Mastrodicasa - Ed. Hoepli Editore
- *“Restauro strutturale”*, Guido Sarà – Liquori Editore, Napoli 1989

L’insorgere di condizioni di dissesto in un edificio può essere dovuto sia a sollecitazioni esterne che interne, che possono agire anche contemporaneamente.

Le sollecitazioni esterne sono generate da cause indipendenti dalla struttura del fabbricato (per es. un eventi sismici, smottamenti, opere di escavazione in prossimità delle strutture fondali, ecc.); le sollecitazioni interne, invece, derivano da un "assestamento" degli elementi strutturali sottoposti al carico della costruzione, alla loro deformabilità o da sovraccarichi non calcolati in sede di progett. In questo ultimo contesto (sollecitazioni interne) assume importanza la qualità dei materiali costituenti le membrature portanti che dovrà essere di livello confacente ai compiti statici o dinamici assegnati.

La valutazione diretta dell’entità ed “andamento” delle varie lesioni presenti in una struttura (il quadro fessurativo) risulta utile solo per la diagnosi delle cause che le hanno generate. In base al quadro fessurativo verranno pertanto individuate diverse cause di innesco del danno, che potranno variare da zona a zona; per indagare invece sugli effetti in atto e programmare gli interventi di eliminazione delle cause occorre valutare la dinamica nel tempo del quadro fessurativo ed analizzare gli incrementi ed i decrementi dell’ampiezza delle fessure.

Accade spesso, infatti, che le lesioni rilevate in una struttura non siano preoccupanti perché dopo essersi prodotte in conseguenza di una certa causa, possono ritenersi esaurite e non progrediscono con il trascorrere del tempo. Stabilire se intervenire è indispensabile ed urgente ovvero è superfluo o procrastinabile è compito non sempre facile per un professionista che si limiti ad una osservazione episodica e non sistematica, superficiale e non approfondita. E’ quindi indispensabile esercitare un controllo sistematico e ripetitivo (monitoraggio) su ogni lesione che possa far nascere preoccupazioni derivanti dal suo andamento temporale. Detti controlli si possono esercitare tramite il rilievo fotografico, con l’ausilio di estensimetri, di calibri, di spie poste a cavallo delle lesioni (biffe), ecc...

Solo dopo lo studio del comportamento del quadro fessurativo nel tempo sarà possibile formulare una proposta progettuale di un corretto intervento di consolidamento. Il consolidamento, pertanto, sarà valido e realizzato tecnicamente solo se il problema viene affrontato alla radice eliminando o contrastando le cause perturbatrici; qualora si agisca solo sulle lesioni e sulle fratture, saranno sistemati per un pò di tempo gli effetti ma il malanno che li aveva generati rimarrà ancora in piena attività. Di seguito si riportano alcune delle cause più diffuse di lesioni riscontrabili negli edifici con struttura portante in cemento armato.

3.2.1 - Cedimento verticale di un pilastro

Per analizzare il quadro fessurativo di un cedimento fondale, si consideri il caso di una parete poggianti su un terreno interessato da un cedimento.

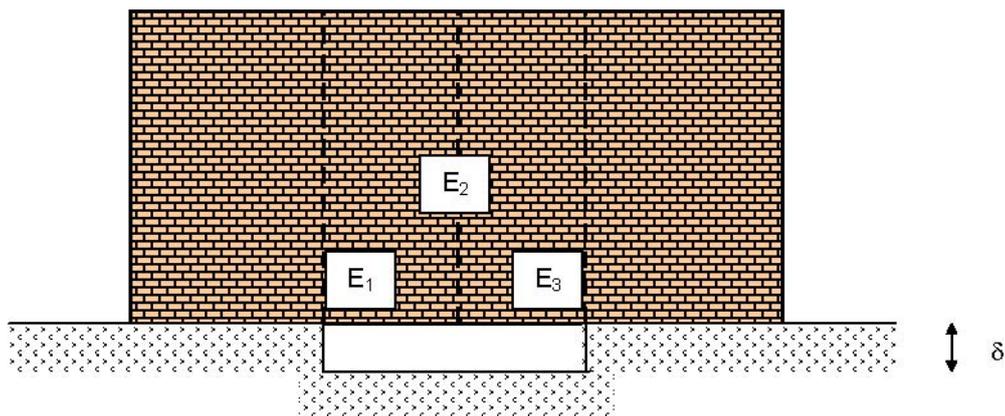


Fig. N°1

Gli elementi E1 e E3 sono trattenuti dalla parte di parete poggiante su suolo stabile, mentre l'elemento E2 è trattenuto dalla parte sovrastante di parete che, per effetto arco, conserva la stabilità meccanica. Le lesioni conseguenti (orizzontali nel caso di trazione pura e a 45° nel caso di taglio puro) delineano una "parabola" sul muro.

Analoghi sono i casi di cedimenti fondali su edifici in cemento armato che mostrano le tracce delle lesioni a parabola lungo le facciate uscenti dagli spigoli dei vani dove si verificano concentrazioni di sforzi

La traslazione verticale di un pilastro di una struttura intelaiata in calcestruzzo armato, infatti, produce nella tamponatura perimetrale lesioni dello stesso tipo di quelle che si verificano nelle murature convergenti verso l'elemento verticale che cede (confr. Fig. N°2);

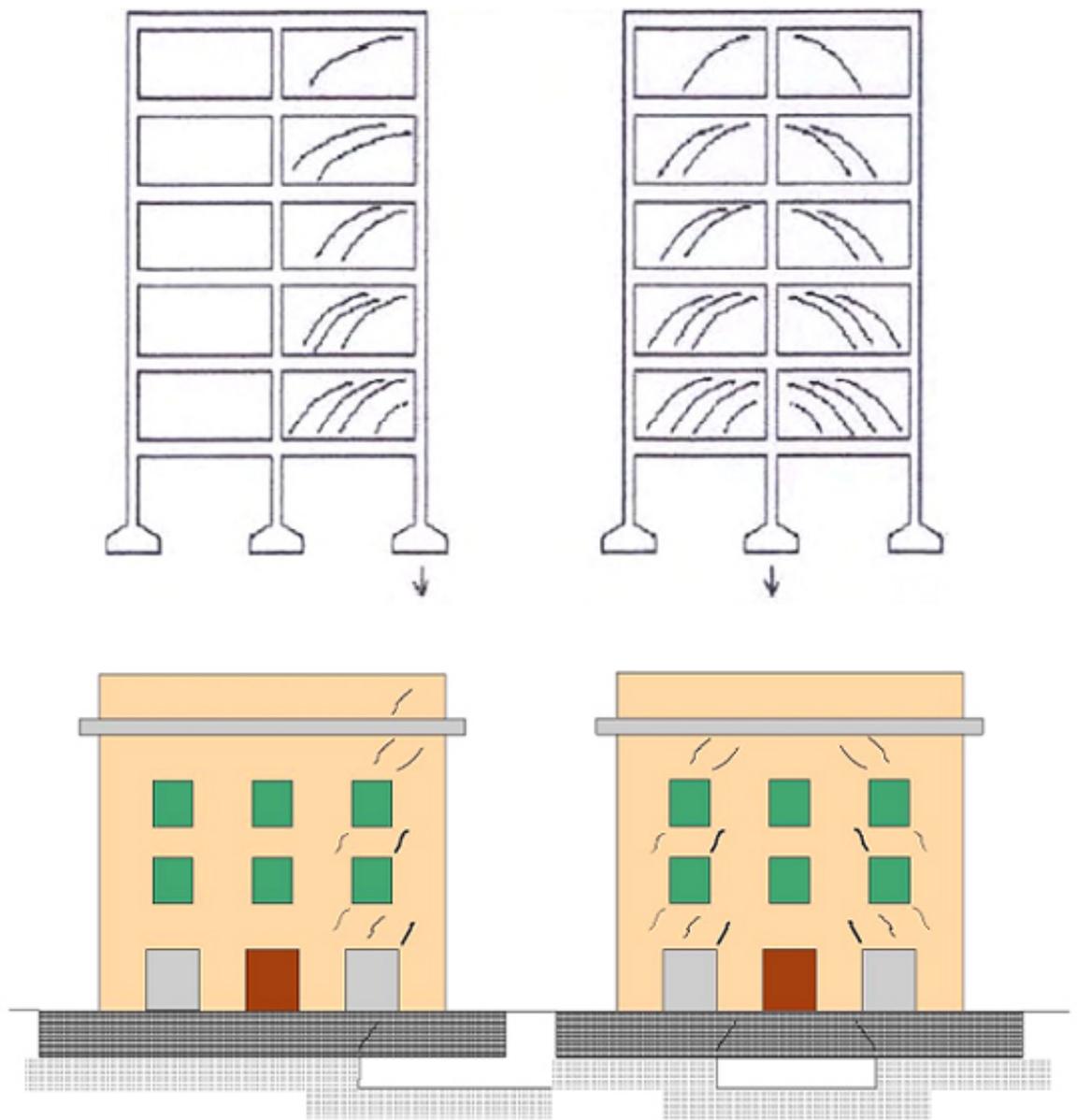


Fig. N°2

Naturalmente il quadro fessurativo ha le stesse caratteristiche per tutti i tamponamenti che convergono verso il pilastro, anche se essi sono in diversi piani verticali. Nelle travi in c.a. si creano lesioni verticali all'intradosso, nelle vicinanze del pilastro che cede, con ampiezze decrescenti con l'altezza ed all'intradosso, in prossimità degli elementi verticali che restano fermi, con larghezza crescente verso l'alto.

3.2.2 - Deformabilità degli elementi strutturali

Le opere in conglomerato cementizio armato presentano, a volte, quadri fessurativi diffusi solo nei paramenti di tamponature, che assumendo aspetti geometrici che possono disorientare l'osservatore non molto attento e spingerlo verso diagnosi non esatte.

Alcune fessurazioni derivano dalla diversa deformabilità dei vari elementi a contatto, per cui la ripetizione di spostamenti relativi, dovuti alle variazioni delle condizioni di carico o alle escursioni termiche giornaliere e stagionali, comporta per il fenomeno di fatica la rottura del materiale di collegamento più fragile, quale tinteggio ed intonaco.

Nei tramezzi disposti su elementi a sbalzo molto deformabili, si verificano lesioni inclinate di 45° rispetto alla verticale con la normale diretta verso la parte che presenta il massimo spostamento verticale, ed ubicate in corrispondenza della sezione che, trattenuta dalle strutture in conglomerato, è immobile nel tempo. A volte, però, queste lesioni assumono aspetto verticale sia per la rotazione prodotta dalla variabilità dell'abbassamento dei punti della mensola, nullo sul vincolo e massimo all'estremo libero, sia per il contrasto prodotto dalla presenza di infissi a forma molto rigida o dalle stesse strutture portanti.

La deformabilità notevole dei solai o delle travi, particolarmente quella a spessore, produce quadri fessurativi che assumono aspetti diversi al variare del rapporto tra la lunghezza e l'altezza.

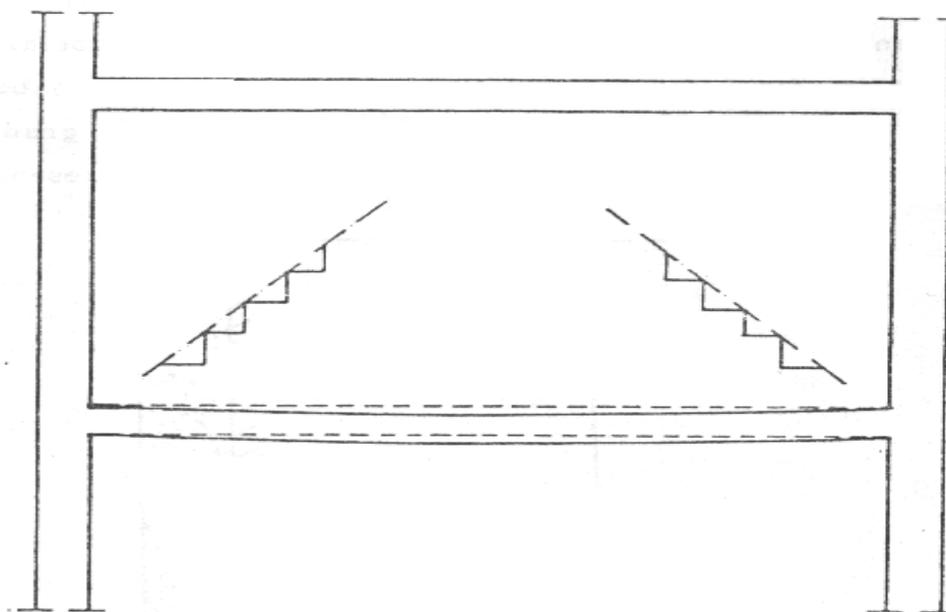


Fig.N°3

Quando l'elemento ha una notevole luce, in riferimento all'altezza, il quadro fessurativo è analogo a quello che si riscontra per cedimento della parte centrale del terreno di appoggio di una muratura (Fig. N°3).

Sorgono cioè lesioni con linee fessurative inclinate di quarantacinque gradi rispetto alle verticali ed aventi le normali dirette verso la sezione di mezzeria dell'elemento orizzontale, la quale presenta il massimo spostamento verticale. Le aperture, generalmente, hanno forma di scalini con pedate ed alzate, pari, rispettivamente alle distanze tra due giunti verticali ed orizzontali. Ciò perché il dissesto tende ad interessare il materiale meno resistente, che in questo caso è la malta. A volte si crea anche il collegamento orizzontale tra le due lesioni inclinate, ed il quadro fessurativo assume il tipico aspetto parabolico.

Questo fenomeno è generalmente prodotto dalla concentrazione di carichi dovuta per esempio alla presenza di tavolati paralleli ai travetti del solaio quando mancano elementi di ripartizione trasversale, quale armatura o travetto rompitratta.

Se il pannello è vincolato a strutture verticali fisse la cui distanza relativa è uguale o inferiore all'altezza del tavolato, lo stesso fenomeno produce quadri fessurativi costituiti da sole aperture orizzontali (Fig. N°4).

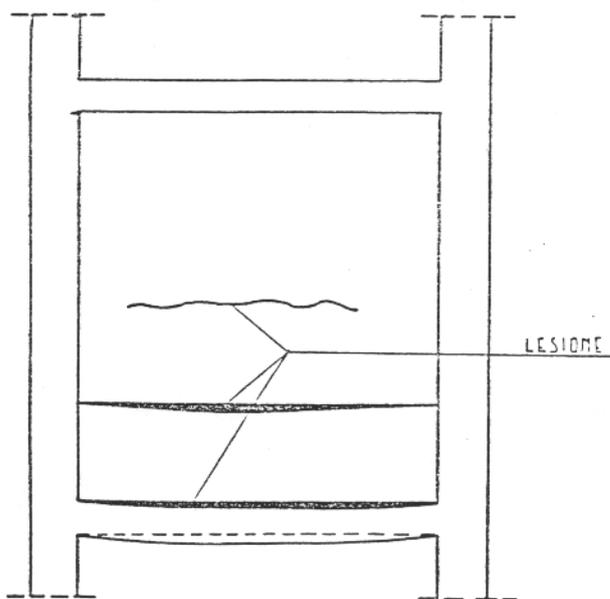


Fig. N°4

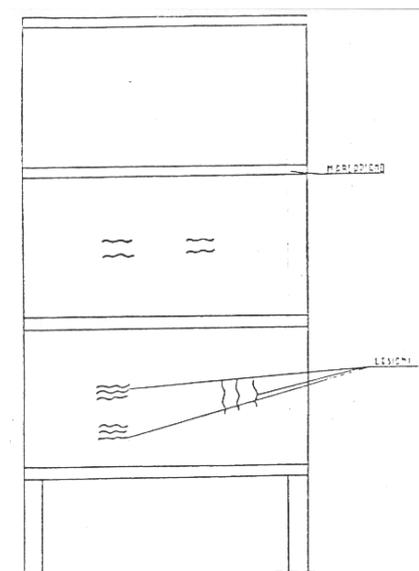


Fig. N°5

Queste ultime, spesso ubicate solamente in corrispondenza delle sezioni di separazione dei due diversi elementi strutturali, presentano ampiezze variabili con il massimo nella mezzeria della campata ed il minimo nelle sezioni terminali, in

corrispondenza delle quali gli spostamenti relativi per l'azione dei vincoli, sono molto piccoli o nulli.

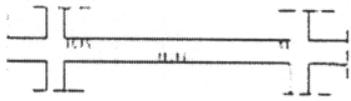
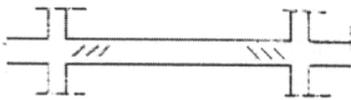
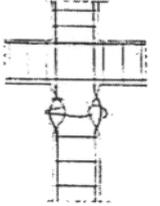
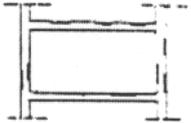
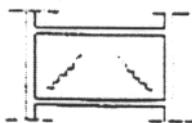
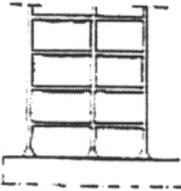
La diversa forma del quadro fessurativo è dovuta alla indeformabilità del pannello murario, che viene sostenuto nella sua posizione iniziale dalle azioni che si trasmettono attraverso le sezioni di collegamento alle strutture portanti, ed al contrasto con elementi indeformabili che fanno comportare il tavolato come un corpo rigido.

La deformabilità delle strutture portanti orizzontali produce spesso anche la rottura dei tramezzi per schiacciamento dei materiali (Fig. N°5); il fenomeno può assumere forme geometriche diverse, in funzione della data di osservazione del quadro fessurativo e dell'ampiezza dello stato tensionale. Lesioni orizzontali con espulsioni locali e multiple, del tinteggio e dell'intonaco e della malta tra le pietre, tipiche dell'inizio del dissesto, ed aperture verticali multiple corrispondenti a sollecitazioni più elevate.

Questo quadro fessurativo è prodotto dalle deformazioni, di tipo lento o viscoso, degli elementi orizzontali in conglomerato cementizio dovute all'azione continua dei carichi fissi; il fenomeno si verifica però solo quando vengono costruiti prima i tramezzi al di sotto delle strutture portanti e successivamente quelli superiori, o quando i tramezzi sono sigillati prima che si sia sviluppata la maggior parte degli spostamenti verticali dell'elemento orizzontale. In questo caso per effetto delle deformazioni la struttura portante si appoggia sul tramezzo inferiore, che diventa un appoggio continuo, e il suo modello statico coincide con quello della trave su mezzo elastico, per cui si verifica un trasferimento dei carichi esterni con l'insorgenza di sforzi di compressione nel materiale costituente il tramezzo. Il fenomeno può assumere, come in genere si verifica, aspetti più ampi ai piani più bassi perché la trasmigrazione dei carichi inizia dai piani più alti, ed aumenta di intensità a mano a mano che si scende ai piani bassi, per il risentimento dei pesi delle opere a quota più alta.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei quadri fessurativi più frequenti degli edifici con struttura portante in cemento armato con indicazione delle cause generatrici.

Tabella riepilogativa dei quadri fessurativi degli edifici con struttura portante in cemento armato

LESIONI RISCONTRABILI NELLA COSTRUZIONE		CAUSE GENERATRICI
<i>Trave di C.A. con lesioni verticali ravvicinate disposte all'intradosso in mezzeria e all'estradosso in vicinanza degli appoggi</i>		<i>Sforzi di flessione eccessivi</i>
<i>Trave di C.A. con lesioni inclinate di 45° in vicinanza degli appoggi</i>		<i>Sforzi di taglio e torsione eccessivi</i>
<i>Lesioni nelle pareti aventi andamento di parabole convergenti verso il pilastro che ha subito il cedimento</i>		<i>Cedimento verticale di un pilastro</i>
<i>Apertura delle staffe di un pilastro di C.A. con espulsione del copriferro</i>		<i>Schiacciamento di un pilastro</i>
<i>Espulsione de copriferro in corrispondenza degli spigoli di travi e pilastri di C.A.</i>		<i>Ossidazione delle armature metalliche</i>
<i>Rottura di pareti interne con andamento a 45°</i>		<i>Deformabilità degli elementi portanti. Azione del peso della parete concentrata su un travetto del solaio: in assenza di rompitratta trasversali tale travetto non riceve collaborazione da quelli adiacenti e subisce una freccia di inflessione che genera la lesione della parete</i>
<i>Lesioni verticali e orizzontali in corrispondenza delle giunzioni tra pareti ed elementi portanti di C.A.</i>		<i>Ritiro della malta delle pareti dovuto a eccessiva velocità di realizzazione</i>

N.B.: CONSIDERATA L'ASSENZA DI LESIONI NELLE STRUTTURE PORTANTI NEL FABBRICATO INTERESSATO, SI TRALASCIA DI ARGOMENTARE SULLE ALTRE CAUSE GENERATRICI DI LESIONI, IN QUANTO IL QUADRO FESSURATIVO RILEVATO NON E' RICONDUCIBILI AD ALTRE CAUSE, IVI COMPRESSE LE AZIONI SISMICHE (confr. paragrafo successivo)

PARTE QUARTA

Risposta al quesito

4.1 - Stato dei luoghi

4.1.1. - Premessa

Nel corso dei sopralluoghi condotti dal sottoscritto CTU, al fine di espletare l'incarico affidatogli, ha eseguito dettagliate indagini e misurazioni al fine di raccogliere tutti i dati tecnici relativi al fabbricato ed al terreno costituente il sito che hanno consentito di definire il quadro generale dello stato del fabbricato. Dette indagini sono state condotte secondo le seguenti principali fasi:

- a) rilievo ed esame dell'area esterna alle due strutture, finalizzata ad inquadrare esattamente lo stato dei luoghi e ricavare ogni utile dato;
- b) rilievo geometrico-strutturale (dimensioni d'ingombro e parziali, altezze di piano, dimensioni degli elementi strutturali orizzontali e verticali, delle murature e delle relative aperture di porte e finestre);
- c) verifica della presenza di apprezzabili frecce sulle strutture orizzontali;
- d) verifica della presenza di eventuali fessurazioni sulle membrature portanti, orizzontali e verticali e dello stato del copriferro;
- e) verifica dell'esistenza di segni di distacco da pertinenze non solidarizzate al fabbricato;
- f) osservazione attenta circa la presenza, al piano seminterrato del fabbricato, di umidità da infiltrazione di acqua;
- g) rilievo del quadro fessurativo esistente a carico delle tamponature perimetrali.

Per le fasi di cui ai punti a), b) ed g) si è proceduto con rilevazioni metriche, mentre per le altre si è proceduto con ispezioni visive; i rilievi effettuati sono stati riportati su apposite planimetrie e prospetti contenuti nell'allegato N°3; l'allegato N°4 riporta i rilievi fotografici dello stato dei luoghi (dal N°27 al N°52) e dei due quadri fessurativi relativi al prospetto anteriore (dal N°1 al N°13) e posteriore (dal N°14 al N°26).

4.1.2 – Esito delle indagini

4.1.2.1 – Indagini di cui alla lettera a), b), c), d)

Il fabbricato di proprietà(denominato corpo B1(b) negli elaborati progettuali di cui alla Variante Strutturale e successive D.I.A. richiamate al paragrafo 2.1) è costituito da una struttura in cemento armato che si sviluppa su complessivi quattro livelli, di cui uno seminterrato (All. N°4-Foto N°28-31), oltre a muri di sostegno. Le principali dimensioni e quote rilevate sono le seguenti:

- a) superficie d'ingombro, compresa l'intercapedine e muro di sostegno, pari a ml 12,35 x ml 14,30 (val. medio) = mq 176,60;

- b) altezza interna netta piano seminterrato: mt 3,65
- c) altezza interna netta piano rialzato, e primo: mt 2,85
- d) altezza interna netta minima e massima piano secondo (mansarda): mt 2,50/3,85.

Di fatto trattasi di una palazzina di civili abitazioni che comprende tre autonomi alloggi e relativi garages al piano seminterrato. L'accesso agli alloggi è posto sul fronte anteriore, il prospetto ovest (All. N°3-Tav. N°4; All. N°4-Foto N°29-30), mentre l'accesso carrabile ai garages è posto lungo il prospetto posteriore. L'accesso pedonale al piano seminterrato è possibile anche attraverso una scaletta posta nella zona dell'intercapedine (All. N°3-Tav. N°4; All. N°4-Foto N°29). Per quanto attiene lo stato del fabbricato, esso si può definire completato ma non ultimato in quanto è presente la sola tamponatura perimetrale, i controtelai degli infissi ed i marmi per soglie a pavimento e per finestre; in particolare la tamponatura è costituita da laterizi disposti ad un solo foglio (i così detti 21 fori), completa di intonaco esterno colorato, mentre sono del tutto assenti le restanti opere interne di completamento e di finitura (secondo strato di laterizi della tamponatura, tramezzi, intonaci interni, pavimenti, impianti, ecc..). Sono assenti, altresì, gli infissi esterni, ove si eccettui le serrande avvolgibili degli accessi ai garages (All. N°4-Foto N°31).

Prima Osservazione

E' stata notata una cattiva esecuzione della muratura perimetrale in corrispondenza dei vuoti di alcune finestre e balconi. In particolare la lesione orizzontale al piano rialzato (prospetto anteriore) denominata N°5 in Tabella N°1 che trova corrispondenza nelle foto N°8-9, origina principalmente:

- dall'aver utilizzato come architrave un "tavellone" (elementi forati piani, in laterizio, a forma di parallelepipedo) senza il riempimento dei vuoti e privo di armatura;
- l'aver "ribassato" l'originario architrave (posizionato più in alto) in un momento successivo ai lavori, realizzando un secondo architrave, con le stesse modalità del primo (lasciato nella posizione originaria), senza operare le giuste connessioni tra gli elementi costituenti la muratura;
- dall'insufficienza del punto di appoggio dell'estremità destra del tavellone, il cui peso grava direttamente sul controtelaio dell'infisso (infatti la lesione di che trattasi – la più evidente fra tutte - è localizzata proprio lungo la linea di posizione del tavellone inferiore).

Dal rilievo geometrico-strutturale del primo impalcato del fabbricato(confrontare attentamente la Tav. N°5 dell'All. N°3 - sostanzialmente uguale per gli altri livelli) è emerso che le rientranze delle murature centrali, nei cambi di direzione, vanno a poggiare direttamente su solaio. Dalla pianta del piano rialzato si desume che lo sviluppo delle pareti di tamponamento centrali ammontano a ml 9 (prospetto anteriore) e ml 7,00 (prospetto posteriore); considerata l'altezza netta media delle pareti pari a mt 2,80 , ne deriva una superficie, rispettivamente, pari a mq 25,2 e mq 19,6. Non risulta rispettata, quindi, la norma contenuta al punto C.6.4., 2° comma, del vecchio D.M. 16.01.1996 – Norme Tecniche per le Costruzioni in Zona Sismica, e

quanto imposto anche dalla più recente Normativa di cui al D.M. 14.09.2005, parag. 5.7.4.2 e seguenti. Detta norma, nel vecchio D.M., al fine di garantirne la stabilità, infatti, impone l'uso di "nervature verticali" (non rilevate in loco) per tamponature che sviluppino una superficie superiore a 15 mq.

Seconda Osservazione

La verifica del rispetto di tale norma era stata segnalata dal Consulente Tecnico della parte convenuta ing.n sede del primo sopralluogo (confr. All. N°1-Verb. N°1). Dal calcolo dello sviluppo dell'area della tamponatura esterna, in effetti, risulta che tale norma doveva applicarsi lungo le campate 1-2; 2-3; 10-11.

L'adeguato rilievo effettuato sulle membrature portanti della struttura in c.a. (travi, pilastri, solai) eseguito per tutti i livelli, non ha evidenziato, tuttavia, segni di dissesti strutturali e danni (per es. fessurazioni di travi e pilastri, presenza di fratture, snervamento dei ferri di armatura, ecc..) ove si eccettui un modesto degrado del calcestruzzo di alcune travi (All. N°4-Foto N°50-48) dovuto sostanzialmente a processi ossidativi in atto, probabile carbonatazione e copriferro insufficiente.

E' stato però osservato un'apprezzabile freccia sulla trave a spessore che collega i pilastri 2-3, ove (a carico della muratura soprastante) è stata rilevata la lesione più marcata. Detta freccia misurata in loco rispetto all'orizzontale, è risultata pari almeno a 3 cm. (confr. All. N°4-Foto N°51).

A valle del fabbricato, lungo il confine est, risulta realizzato un muro di sostegno di altezza media mt 3,30 la cui esecuzione è stata necessaria per riportare in quota il terreno antistante il piano seminterrato, originariamente acclive in direzione ovest-est (All. N°4-Foto N°31).

Lungo il confine sud il fabbricato oggetto di causa è distanziato con giunto tecnico da un altro fabbricato [.....]

Terza Osservazione

Si noti la differente tipologia di trave di fondazione. Per il fabbricatorisulta adottata una trave a sezione rettangolare che, nei calcoli statici (All. N°2-Tav. N°4) risulta riportata di dimensioni cm 50 x cm 90 mentre in loco, la misura rilevata direttamente dal sottoscritto, dopo aver messo a nudo la base e l'estradosso della trave, è di cm 50 x cm 75. Detta tipologia di trave non è usualmente utilizzata su terreni che presentano limitata consistenza meccanica, ove invece, la travi a "T" rovescia garantiscono una diffusione delle sollecitazioni su una superficie maggiore con conseguente diminuzione degli stati tensionali in fondazione.

Per il fabbricato è stata adottata una trave a "T rovescia" la cui ala esterna dista 25 cm dalla proiezione del lato esterno della fondazione del fabbricatoi. Ugualmente è utile notare che la differenza di quota esposta (cm 49) tra i piani di posa delle suddette fondazioni, non ha tenuto conto della presenza del magrone di sottofondazione (fabbricato) in quanto si ritiene che al di sotto delle fondazione del fabbricato sia presente, ugualmente, uno strato di magrone o comunque di materiale di sottofondazione.

Quarta Osservazione

Dall'analisi dei calcoli statici (All.N°2-Tav.N°4 – corpo B1(b)) e dalla relazione geotecnica e sulle fondazioni (All.N°2-Tav.N°3 – corpo B1(b)) risulta una tensione ammissibile del terreno pari a 1,52 Kg/cmq. I risultati di detti calcoli mostrano che le tensioni indotte dalla struttura sul terreno sono mediamente al limite della sua tensione ammissibile. Considerato il contributo del coefficiente di sicurezza (imposto dalla normativa uguale a 3) se ne deduce comunque che la capacità portante ultima del terreno risulta ancora rispettata.

Allo stato attuale è evidente ancora la presenza delle tavole di carpenteria addossate alla parete della fondazione del fabbricato (All. N°4-Foto N°39-40-41); dette tavole sono state utilizzate per “casserare” il getto di calcestruzzo e che, di conseguenza, sono state fissate, prima del getto, alle pareti dello scavo necessariamente realizzato sul preesistente terreno in pendio.

Per quanto attiene lo stato delle aree esterne alle due strutture

[.....]

L'aspetto generale dei luoghi esaminati, in definitiva, è il seguente:

[.....]

Tutti i rilievi geometrici e strutturali del fabbricato, nonché l'area esterna, sono esaurientemente rappresentati nella Tavole contenute nell'All. N°2.

4.1.2.2 – Indagini di cui alla lettera e), f)

In riferimento all'esito delle altre fasi delle indagini prima elencate il sottoscritto CTU, durante i minuziosi sopralluoghi effettuati ha accertato l'assenza di segni di distacco tra la struttura costituente il fabbricato e le altre strutture ad esse non solidarizzate che possano attribuirsi a evidenti cedimenti fondali. Per esempio il piccolo solaio interno al piano seminterrato del fabbricato, supportato da colonne in muratura (poggianti sulla trave di fondazione del fabbricato) e dal muro di sostegno, è stato accostato ai pilastri del fabbricato (All. N°4-FotoN°45-46). Ebbene nei punti di contatto tra dette colonne ed il solaio con i pilastri del fabbricato non vi è segno alcuno di distacco né di lesioni. Le foto N°47 e 48, rappresentative di tale contesto, ritraggono il pilastro perimetrale, cioè proprio quello collocato sulla trave di fondazione adiacente lo scavo esterno effettuato dalla

Ed ancora non sono stati rilevati segni di distacco, lesioni o di incomplanarità tra la soletta piena sorretta a sbalzo dal muro di sostegno e quella che fa parte del fabbricato (primo impalcato – confr. All. N°4-Foto N°30-52).

Prima Osservazione

Quest'ultimo riferimento trova il suo assunto nella constatazione (desunta dai disegni allegati alla D.I.A. prot. n°.....) che il muro di sostegno su cui è incastrata la soletta, presenta una fondazione indipendente da quella del fabbricato.

Dalla vista esterna delle due solette, non si evince la presenza di giunti tecnici, ma è anche evidente che il getto del calcestruzzo è stato effettuato in tempi diversi (questa affermazione è deducibile dalla ovvia diversa sequenza delle lavorazioni e dal diverso aspetto del calcestruzzo - Foto N°30). La vista del fondo delle due solette, invece, mostra che lungo la linea di contatto tra le due solette non vi è continuità strutturale; in ogni caso, anche qui, non sono stati rilevati segni di distacco.

Per quanto attiene la presenza di infiltrazioni di acqua eventualmente affioranti all'interno del piano seminterrato nella zona adiacente lo scavo, lungo la trave di fondazione, le indagini visive hanno escluso, al momento, le conseguenze dei fenomeni derivanti dalla risalita di acqua (All. N°4-Foto N°49).

4.1.2.3 – Indagini di cui alla lettera e), f), g): rilievo e descrizione del quadro fessurativo a carico delle tamponature perimetrali

Nell'espletamento dei vari sopralluoghi effettuati sono state minuziosamente rilevate tutte le apprezzabili e visibili lesioni a carico delle pareti esterne (tamponatura) del fabbricato oggetto di causa, ottenendo un quadro fessurativo che è stato riportato sui prospetti interessati (ovest ed est). Per comodità di interpretazione sono state redatte due tabelle contenenti le informazioni attinenti alle varie lesioni, numerate e distinte per ogni piano, ed associate ai due quadri fessurativi (confr. Tabella N°1 e N°2 ed i corrispondenti prospetti di seguito riportati); la quarta colonna delle suddette tabelle riporta il numero della foto associata alla lesione, tutte contenute nell'All. N°4.

Si noti che alcune delle foto allegate riportano lesioni non chiaramente visibili per i seguenti motivi:

- difficoltà nell'eseguire frontalmente la foto;
- limitatezza della lesione;
- definizione cromatica dell'immagine (del tipo medio-alto)

TABELLA N°1: FACCIATA ANTERIORE (PROSPETTO OVEST)

PIANO	LESIONE N°	TIPOLOGIA	POSIZIONE E DESCRIZIONE	FOTO DI RIFERIMENTO
RIALZATO	1	capillare (< 1mm), in parte passante,	distacco dalla cornice strutturale verticale (lato sx pilastro), parete lato sx davanzale finestra centrale; andamento verticale	1
RIALZATO	2	spessore \geq 1 mm in parte passante	distacco dalla cornice strutturale verticale (lato dx pilastro); parete sx davanzale finestra centrale; andamento verticale	2 - 3 - 4
RIALZATO	3	spessore \geq 1 mm in parte passante	angolo lato sx davanzale finestra centrale; andamento verticale	2 - 3 - 4
RIALZATO	4	capillare (< 1mm), non passante,	spigolo lato sx parete balcone centrale; andamento orizzontale	5 - 6 - 7
RIALZATO	5	spessore da capillare a 2 mm, passante	angolo lato dx architrave finestra con prosecuzione su architrave del balcone centrale; andamento orizzontale	8 - 9
RIALZATO	6	capillare, in parte passante	angolo lato dx architrave finestra centrale; andamento diagonale	10
PRIMO	7	capillare, in parte passante	angolo lato sx e sottostante il davanzale finestra centrale; andamento diagonale ed orizzontale	11
PRIMO	8	capillare (< 1mm), non passante,	spigolo lato sx parete balcone centrale; andamento orizzontale	12
SECONDO	9	lesione posizionata similmente alla n° 8 del piano sottostante, ma di minore entità, del tipo capillare(< 1mm),	spigolo lato sx parete balcone centrale; andamento orizzontale	
SECONDO	10	lesione posizionata similmente alla n° 7 del piano rialzato, ma di minore entità, del tipo capillare(< 1mm),	angolo lato sx davanzale finestra centrale; andamento solo diagonale (non è presente la lesione ad andamento orizzontale)	
SECONDO	11	capillare, passante	zona centrale architrave balcone laterale; andamento verticale	13

TABELLA N°2: FACCIATA POSTERIORE (PROSPETTO EST)

PIANO	LESIONE N°	TIPOLOGIA	POSIZIONE E DESCRIZIONE	FOTO DI RIFERIMENTO
SEMINTERRATO	1	capillare (< 1mm), non passante	lato sx architrave ingresso garage; andamento diagonale	14
RIALZATO	2	capillare (< 1mm), non passante	angolo lato dx davanzale finestra laterale; andamento verticale	15
RIALZATO	3	capillare, in parte passante	distacco dalla cornice strutturale verticale (lato sx pilastro); andamento verticale	15
RIALZATO	4	capillare (< 1mm), non passante	spigolo dx parete-balcone centrale; andamento orizzontale	16
RIALZATO	5	spessore \geq 1 mm in parte passante	angolo lato dx davanzale finestra centrale; andamento diagonale fino al pilastro, poi verticale	17
RIALZATO	6	capillare non passante	distacco dalla cornice strutturale verticale (lato dx pilastro); andamento verticale	17
RIALZATO	7	da capillare a > 1 mm; in parte passante	distacco dalla cornice strutturale orizzontale inferiore parete e soglia balcone lato dx; andamento orizzontale	18-19
RIALZATO	8	capillare (< 1mm), non passante	angolo lato sx architrave finestra centrale; andamento diagonale	20
RIALZATO	9	capillare non passante	angolo lato dx architrave porta balcone lato dx; andamento diagonale	21
PRIMO	10	spessore \geq 1 mm in parte passante	angolo lato dx davanzale finestra centrale; andamento diagonale fino al pilastro, poi verticale	22
PRIMO	11	capillare (< 1mm), non passante	angolo lato sx architrave finestra centrale; andamento diagonale	23
PRIMO	12	capillare non passante	angolo lato dx architrave porta balcone lato dx; andamento diagonale	24
SECONDO	13	capillare non passante	angolo lato dx davanzale finestra lato sud; andamento diagonale	25
SECONDO	14	capillare in parte passante	angolo lato dx davanzale finestra centrale; andamento diagonale	26

4.2 - Analisi del terreno sottostante le fondazioni del fabbricato della parte attrice e valutazione dell'influenza dello scavo sulla variazione delle condizioni iniziali

Dall'analisi della Relazione Geologico-Tecnica allegata all'originario progetto di "N°1.....", allegata alla concessione edilizia n°....., fornita dalla parte attrice (All. N°2-Tav. N°5), fatta propria e "convalidata" dal progettista ing., dal Direttore dei Lavori e Calcolatore delle Strutture ing. in sede di presentazione della "Variante Strutturale" presso il Settore Tecnico Decentrato Regionale di Cosenza (ex Ufficio del Genio Civile) –pratica n°.....(confr. pag. 1 – All. N°2-Tav. N°3), per quanto attiene al terreno sottostante le strutture fondali del fabbricato oggetto di causa, si evince che esso è costituito da due strati principali di cui uno, più in profondità, è la roccia alterata ed un altro, che poi è quello interessante la superficie di contatto terreno-opera di fondazione, è formato da orizzontamenti limosi-sabbiosi con bassa permeabilità, non predisposti alla formazione di falde temporanee (confr. All. N°2-Tav. N°5, che fa riferimento ai dati di caratterizzazione geomeccanica desunti dalla prova penetrometrica N°2, indicata nella "Planimetria ubicazione prove penetrometriche" allegata alla relazione stessa).

Prima Osservazione

Dall'analisi dell'elaborato geologico citato (prova penetrometrica n°2, profilo B-B', vicino al fabbricato oggetto di causa) risulta che alla quota del piano di posa delle fondazioni del fabbricato oggetto di causa (mediamente a – 3,00 mt dal p. di c.) il terreno è costituito da "limo" e "limo-sabbioso" con un angolo di attrito (φ) di 25,2° ed un peso di volume saturo (γ) di 1,91 t/mc. Il progettista, nella "Relazione Geotecnica e sulle Fondazioni" sopra citata, assume a base di calcolo del carico limite del terreno un $\varphi=28^\circ$ ed un $\gamma=1,80$ t/mc, altezza fondazione cm 90, larghezza fondazione cm 120, probabilmente mediando con il valore dell'angolo di attrito degli altri strati, in maniera meno cautelativa. In ogni caso il progettista non dice a quali risultati delle prove contenute nella Relazione Geologica riferisca il calcolo della capacità portante del terreno interessato.

Seconda Osservazione

Nella prova penetrometrica n°4 (posta ugualmente lungo il profilo B-B', poco oltre il fabbricato oggetto di causa) il geologo non ha assolutamente distinto i diversi orizzonti di alterazione del terreno in quanto, probabilmente, la prova penetrometrica dinamica è stata condizionata dalla presenza di prodotti di alterazione più grossolani. A giudizio del sottoscritto, trattandosi di un intervento edilizio di grossa entità, sarebbe stato opportuno condurre le prove con un penetrometro del tipo pesante il cui utilizzo consente una maggiore profondità di investigazione e risulta meno influenzato dalla presenza del materiale grossolano o, ancora meglio ed in maniera più esaustiva, si sarebbero dovuti effettuare sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni da analizzare in laboratorio e prove SPT in foro.

Tale stratigrafia caratteristica è confermata dal fatto che nello scavo effettuato dalla l'acqua di precipitazione risulta quasi totalmente trattenuta. Questa circostanza, oltre che evincibile dagli atti di causa (confr. Perizia Tecnica di parte a

firma dell'ing.) è stata direttamente verificata dal sottoscritto che si è recato sui luoghi di causa dopo che si era verificata un'abbondante pioggia nella zona (All. N°4-Foto N°42, effettuata in data 13.02.2008 a distanza di una settimana dall'evento piovoso).

Questa circostanza consente di affermare che risulta altamente improbabile che al disotto delle fondazioni del fabbricato di proprietàpossano avvenire infiltrazioni di acqua che siano causa esclusiva di variazioni di tensioni effettive all'interno del terreno stesso e, quindi, di conseguenti cedimenti. D'altra parte è utile osservare che dalla geomorfologia del terreno è ugualmente improbabile che tutta l'acqua che è stata presente all'interno dello scavo sia potuta confluire esclusivamente verso il fabbricato di proprietà, interessato, solo in parte, dallo scavo stesso. La fondatezza di quest'altra affermazione è rafforzata dal fatto che un deflusso preferenziale delle acque verso il fabbricato avrebbe dovuto causare un cedimento localizzato nella parte del fabbricato immediatamente adiacente allo scavo, cedimento che non si è assolutamente verificato (tale situazione si andrà a descrivere più in dettaglio nell'analisi del quadro fessurativo riscontrato sulle pareti del fabbricato oggetto di causa).

Relativamente alla possibile diminuzione della capacità portante del terreno di fondazione su cui è alloggiato il fabbricato della parte attrice, per causa dello scavo in questione (a seguito, secondo il Consulente Tecnico di Parte ing., "*dell'eliminazione del sovraccarico laterale*" del preesistente terreno), dall'analisi dello stato dei luoghi si evince che la trave di fondazione del fabbricato (quella che prospetta sullo scavo) già in origine non poteva risentire utilmente della influenza delle caratteristiche meccaniche del terreno per la presenza, nella zona di contatto laterale, delle tavole di carpenteria, estese lungo la stessa trave, a partire dal suo piano di contatto con il magrone di sottofondazione fino al suo estradosso (All. N°4-Foto N°38-39-40-41).

Vero è che lo scavo, eseguito in maniera non convenzionale ed imprudentemente dalla parte convenuta, in quanto esteso per circa 50 cm al di sotto del piano di appoggio della trave di fondazione laterale del fabbricato (All. N°3-Tav. N°6 e All. N°4-Foto N°40) ha interessato il bulbo delle tensioni che si genera dal contatto fondazione/terreno con possibilità di risentimento sulla struttura e conseguenti cedimenti localizzati in tale zona. Tale evento tuttavia, come si evince dall'analisi del quadro fessurativo a carico del fabbricato, di fatto non si è assolutamente verificato.

Terza Osservazione

I cedimenti delle fondazioni superficiali sono il risultato delle deformazioni verticali del terreno sottostante la fondazione. Tali deformazioni sono la conseguenza di un'alterazione dello stato di tensione, che in generale può essere prodotta dal carico trasmesso dalla fondazione stessa o da

altri fattori.

Per stimare i cedimenti, è necessario conoscere, fino alla profondità alla quale l'alterazione dello stato di tensione diviene trascurabile, ovvero nel volume significativo del sottosuolo:

-le condizioni stratigrafiche,

-lo stato tensionale iniziale e finale,

-le leggi costitutive tensioni-deformazioni-tempo per ciascuno dei terreni presenti.

Ovviamente tale stima, che coinvolge argomenti di ingegneria geotecnica, esula dall'incarico affidato al sottoscritto.

Per quanto alla possibile variazione del dissipamento (influenza) delle tensioni derivanti dal bulbo delle tensioni della fondazione del fabbricato, c'è da considerare che la presenza della struttura di fondazione (ala esterna) del fabbricato di proprietà, (realizzata sicuramente prima della sospensione dei lavori disposta dal Comune in data 02.03.2006) garantisce il confinamento al terreno sottostante la fondazione del fabbricato, ricostituendo così, le condizioni iniziali.

Quarta Osservazione

In fase di sopralluogo sono stati rilevati un discendente esterno ed uno interno al fabbricato(convoglianti acqua piovana dal tetto), che non trovano, al suolo, alcun raccordo con collettori orizzontali. Ovviamente tali discendenti "arricchiscono" l'area di sedime del fabbricato di acqua di precipitazione (All. N°4-FotoN°31-52).

Quinta Osservazione

Il Direttore dei Lavori del fabbricato (che è lo stesso ing.), ha redatto in datala Relazione a Struttura Ultima, ai sensi dell'art. 6 della L. 1086/71, (depositata presso il Genio Civile di Cosenza - attestazione prot.- All. N°2-Tav. N°6), relativa alla più volte già richiamata Variante Strutturale dei fabbricati denominati Corpo B1(a) e B1(b) (ove quest'ultimo risulta quello oggetto di causa), nella quale si attesta "*la conformità dell'opera rispetto al progetto approvato,..... la conformità dei materiali impiegati alle caratteristiche di progetto..... l'osservanza delle norme tecniche di esecuzione e l'applicazione delle buone regole dell'arte..... la collaudabilità delle opere realizzate*". I certificati delle prove dei materiali, allegati alla suddetta Relazione, dimostrano che sia per quanto attiene il calcestruzzo che il ferro impiegato nella strutture in c.a., la qualità dei materiali è di livello confacente ai compiti statici loro assegnati in fase di progetto e di calcolo.

Il collaudatore incaricato, ing., in data redigeva il Collaudo Statico dell'opera (depositata presso il Genio Civile di Cosenza che l'ha restituita con nota prot.All. N°2-Tav. N°7). In tale elaborato il collaudatore asserisce, oltre a procedere alle verifiche di rito, che "*.....ha esaminato attentamente le strutture in oggetto e, verificato che non esistono lesioni, avvallamenti o dissesti dei solai e delle strutture in genere per cui non si ritengono necessarie ulteriori prove*"; ed ancora "*....sono stati effettuati dei controlli sulle dimensioni di alcune parti strutturali, constatando che dette dimensioni corrispondono a quelle previste negli elaborati esecutivi del c.a.*"....."*.... la direzione Lavori (ing.....) , per le parti non facilmente verificabili, ha assicurato che l'esecuzione dei lavori è conforme al progetto esecutivo.....*"....ed afferma che "*...alla data odierna i fabbricati sono tamponati ed intonacati esternamente; internamente sono allo stato rustico*"

In definitiva il collaudatore nulla dice sulla presenza di lesioni e/o fessurazioni sulle tamponature già esistenti. Questa constatazione permette di asserire che:

a) se le lesioni erano presenti al momento del collaudo, il collaudatore non ha ritenuto di doverle segnalare perché non interessavano la struttura in c.a.;

b) se le lesioni non erano presenti al momento del collaudo, la loro generazione in fase successiva, non è addebitabile all'esecuzione dello scavo in quanto la presenza delle fondazioni del fabbricato, come già detto, ha confinato la parte messa a nudo dallo scavo.

La circostanza poi, che nella lettera di diffida dell'Avv. del 27.05.2006, richiamata nella Prima Osservazione del paragrafo 2.2, non si faccia alcun riferimento alla presenza di precisi danni a carico del fabbricato, lascia ragionevolmente supporre che le lesioni di che trattasi si siano generate successivamente a tale data.

4.3 - Analisi del quadro fessurativo e risposta al quesito

In base a quanto lamentato dalla parte attrice e per come relazionato dall'ing. nella sua Perizia Tecnica Giurata (allegata agli atti di causa), nella quale si prospetta una situazione "preoccupante" ed *"...un pericolo per la stessa integrità e stabilità del fabbricato, se non si interviene immediatamente con la messa in sicurezza delle fondazioni"* (così si legge a pag. 2 della suddetta Perizia) il sottoscritto CTU si sarebbe aspettato, conformemente a quelle che sono le indicazioni presenti nella letteratura tecnica in materia di dissesti, evidenti segni di dissesto nella parte di fabbricato adiacente allo scavo. Per esempio si sarebbero dovute riscontrare lesioni di varia entità lungo la zona d'angolo del fabbricato in cui confluiscono le facciate nord ed ovest, con andamento preferenziale nella direzione del probabile cedimento (effetto arco, già descritto nel paragrafo 3.2.1).

Di fatto, come si evince dall'ampia documentazione prodotta (All. N°4-Foto N°32-34-35) e dai quadri fessurativi N°1 e N°2 (All. N°3-Tav. N°1-2) in tale zona (parete nord e zona di confluenza tra parete nord e quella ovest del fabbricato) sono del tutto assenti segni di lesioni, fessurazioni o distacchi. Le lesioni più evidenti (del tipo passante e non passante, capillari e non, meglio descritti nella tabella N°1 e 2 del paragrafo 4.1.2.3) sono riscontrabili, invece, nella zona centrale del fabbricato, lungo le pareti est ed ovest, ove sono presenti, nelle tamponature, le aperture di porte e finestre, ed in corrispondenza della zona di maggiore debolezza strutturale (confr. paragrafo 4.1.2.1). Dette lesioni vanno via via riducendosi sia nei riguardi dello spessore che dell'estensione, passando dal piano rialzato fino al piano secondo, ove il quadro fessurativo è ancora meno diffuso.

Alla luce di quanto già ampiamente argomentato, attraverso l'attento esame delle direttrici fessurative, contestualizzate nei quadri fessurativi presenti sulle due intere pareti (prospetto anteriore e prospetto posteriore) ed in riferimento allo stato dei luoghi, il sottoscritto CTU ha accertato la congruenza del quadro fessurativo nel suo insieme (N°1 e N°2) con due principali cause generatrici: la **deformabilità della struttura portante del fabbricato e la cattiva esecuzione della muratura di tamponamento.**

In merito alla deformabilità strutturale, oltre a quanto già rilevato, c'è da ribadire la constatazione che a fronte delle notevoli dimensioni delle membrature portanti del

fabbricato, estesi per tutta la sua altezza (i pilastri centrali sono di dimensioni cm 30 x cm 80 – All. N°3-Tav. N°3-4-5), sono presenti membrature orizzontali di elevata deformabilità e di notevole luce (travi a spessore 90x21), su cui gravano solai e murature prive di nervature verticali. La diversa deformabilità esistente tra gli elementi a contatto (telaio strutturale e muratura di tamponamento), come già trattato nel parag. 3.2.2, è tra le cause generatrici più diffuse di lesioni nelle murature di tamponamento.

Per alcune lesioni localizzate sulla zona degli architravi si evince nettamente un difetto di esecuzione; in particolare la lesione N°5 del quadro fessurativo N°1 deriva principalmente dalla cattiva ed inusuale messa in opera degli architravi (contesto già trattato al parag. 4.1.2.1 – prima osservazione).

A conclusione della presente Consulenza il sottoscritto CTU ritiene utile ribadire gli aspetti più salienti in relazione al quesito formulato dal sig. Giudice:

- 1) il quadro fessurativo nel suo insieme, è stato rilevato solo esclusivamente sulle opere di tamponamento escludendo stati di dissesto nelle membrature portanti (travi e pilastri) tali da poter destare, ad oggi, in condizioni di non esercizio (quindi in totale assenza di carichi d'esercizio e di carichi da sisma) preoccupazioni in ordine alla sua stabilità;
- 2) il fenomeno fessurativo rilevato non è presente in alcun modo nella zona interessata dallo scavo; tale circostanza esclude la correlazione diretta tra lo scavo stesso effettuato dalla ed i fenomeni che si stanno manifestando sul fabbricato;
- 3) la causa dei fenomeni lamentati dalla parte attrice è da ricercarsi principalmente nella eccessiva deformabilità dell'opera progettata, nonché a veri e propri difetti di esecuzione delle tamponature;
- 4) in considerazione della tipologia di fondazione adottata per il fabbricato interessato, nonché lo stato di abbandono e di degrado dell'area di proprietà della, il sottoscritto CTU non si sente di escludere, a carico dei fenomeni riscontrati, la concomitanza, ad oggi (perché non immediatamente rilevabile), di cedimenti in fondazione, localizzati nella zona centrale del fabbricato; l'entità di tali cedimenti può essere rilevata solo ed esclusivamente attraverso un monitoraggio sistematico ed in continuo, della evoluzione del quadro fessurativo, di fatto, ad oggi, rilevato dal sottoscritto in lieve evoluzione.

E' opportuno segnalare, infine, rispetto a quest'ultimo aspetto, la necessità di allontanare le acque di precipitazione da ambedue le strutture (fabbricato e fondazioni fabbricato così come imposto dalle due relazioni geologiche (All. N°2-Tav.N°5-10), ripristinandone la corretta regimazione e canalizzazione nonché provvedendo, contestualmente, alla sistemazione delle rispettive aree di pertinenza.

Alla presente relazione sono allegati e fascicolati a parte:

ALLEGATO N°1 – Verbali delle visite di sopralluogo

ALLEGATO N°2 – Atti tecnici reperiti

- Tav. N°1: denuncia lavori
- Tav. N°2: planimetrie-profilo
- Tav. N°3: relazione geotecnica e sulle fondazioni
- Tav. N°4: calcoli statici corpo B1(b)
- Tav. N°5: relazione geologico-tecnica (stralcio)
- Tav. N°6: relazione a struttura ultimata – corpo B1(b)
- Tav. N°7 collaudo statico – corpo B1(b)
- Tav. N°8: D.I.A. n°.....
- Tav. N°9: planimetrie, piante (stralcio)
- Tav. N°10: relazione geologica (stralcio)

ALLEGATO N°3 – Rappresentazione dello stato dei luoghi

- Tav. N°1: aerofotogrammetria dei luoghi – sc. 1:2000
- Tav. N°2: planimetria generale –sc. 1:200
- Tav. N°3: pianta fondazione – sc. 1:100
- Tav. N°4: pianta piano seminterrato – sc. 1:100
- Tav. N°5: pianta piano rialzato – sc. 1:100
- Tav. N°6: sezione A-A' – sc. 1:20
- Tav. N°7: quadro fessurativo n°1
- Tav. N°8: quadro fessurativo n°2

ALLEGATO N°4 – Rilievi fotografici (quadri fessurativi e stato dei luoghi – dal n°1 al n°52)

Il sottoscritto, avendo assolto all'incarico conferitogli dal sig. Giudice, rassegna la presente relazione e rimane a disposizione per qualsiasi chiarimento.

Cosenza, li 27.02.2008

IL CONSULENTE TECNICO D'UFFICIO
(Ing. Giuseppe Infusini)