

LE SFIDE DELL'ACCIAIO NELLE COSTRUZIONI:

L'ACCIAIO CONTRO IL TERREMOTO

Federico M. Mazzolani

Dipartimento di Analisi e Progettazione Strutturale
Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Abstract

Viene brevemente esaminato il comportamento sismico delle strutture in acciaio sotto gli aspetti della metodologia di progetto e dei sistemi costruttivi. A partire dall'analisi dei danni provocati dagli ultimi terremoti distruttivi verificatisi nel mondo, i materiali da costruzione vengono confrontati fra loro ed importanti insegnamenti debbono essere tenuti in dovuta considerazione. Viene successivamente fornita un'ampia disamina di realizzazioni di strutture sismo-resistenti, sia in Italia sia nel mondo, che illustrano le molteplici vantaggiose prerogative della carpenteria metallica.

Keywords: strutture di acciaio, tipologie sismo-resistenti, progettazione sismica, emergenza sismica, dispositivi antisismici

Come difendersi dai terremoti

Il tema della difesa dai terremoti è oggi di estrema attualità a fronte degli eventi sismici che si stanno susseguendo nel mondo secondo una tragica incalzante sequenza. Basta a quanto è successo negli ultimi anni, da Northridge – USA (17 gennaio 1994) e Kobe – Giappone (17 gennaio 1995) fino all'ultimo disastroso terremoto del Pakistan (Ottobre 2005), passando attraverso il disastroso terremoto italiano dell'Umbria. E' un appuntamento periodico la cui frequenza sta aumentando con ritmo inquietante.

Nascono spontanee alcune domande (Mazzolani, 1999 c).

La prima:

“come l'uomo può difendersi dagli effetti devastanti dei terremoti?”

cui segue conseguentemente ed immediatamente la seconda:

“può l'acciaio aiutare nell'opera di protezione e in che misura?”

A questi quesiti si cercherà nel breve spazio a disposizione di dare una risposta.

Come si comportano i materiali da costruzione

Ogni terremoto può essere considerato come un laboratorio sperimentale in cui le strutture vengono sottoposte a severe prove di carico non solo in campo elastico, come sono state di fatto calcolate, ma anche in campo plastico sotto azioni dinamiche fino a collasso (Fig. 1).



Fig. 1

L'esame dei danni subiti rappresenta una preziosa fonte d'informazione sull'affidabilità strutturale delle varie tipologie costruttive. I materiali da costruzione debbono essere richiamati alle proprie responsabilità e vengono messi sotto accusa perché colpevoli della perdita di vite umane (Mazzolani, 1999a, 1991 b, 1994).

Le prime a cedere sotto l'impeto del sisma sono ovviamente le vecchie costruzioni in muratura, incapaci di sopportare azioni di elevata intensità e frequenza per la loro natura intrinseca aggravata dalla vetustà (Fig. 2). Questo non si può certo giustificare, ma se ne comprende il perché.

Quello che invece non può essere assolutamente accettato è il crollo di nuove opere costruite con materiali moderni. Il c.a. ad esempio dovrebbe essere più affidabile della muratura e di fatto lo è, a patto che sia correttamente progettato ed eseguito. Purtroppo non sono pochi i casi di strutture in c.a. che sono miseramente crollate: queste immagini non hanno bisogno di commenti (Fig. 3).

Cattiva esecuzione e materiali scadenti; questo è il prezzo che si paga quando si continuano ad impiegare tecnologie artigianali. Conglomerato di pessima qualità che si sbriciola, armature in semplice tondo liscio (Fig. 4) e, cosa gravissima, le

staffe sono quasi sempre scarse o addirittura assenti, perfino nei nodi trave-pilastro (Fig. 5).

Sono esempi emblematici, significativi di quanto si è osservato purtroppo in varie occasioni (vedi terremoto della Campania-Basilicata del 1980) e non ultimi gli edifici miseramente crollati in Turchia durante l'ultimo terremoto del 1999.



Fig. 2

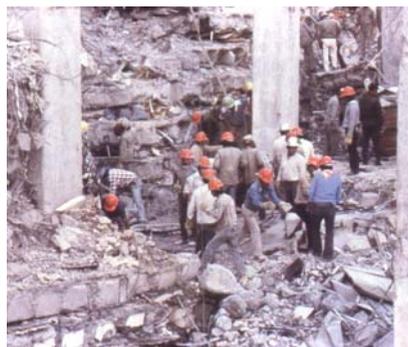


Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

Al contrario il materiale “acciaio” è dotato di una notevole duttilità intrinseca, che consente allungamenti a rottura sempre superiore al 20% e quindi sembrerebbe l'ideale in situazioni dove sono richieste elevate deformazioni plastiche.

Tuttavia per dovere di onestà bisogna segnalare, anche per completezza, che gli ultimi eventi sismici americani e giapponesi hanno in parte intaccato la solida reputazione dell'acciaio. Ma sempre per onestà si deve riconoscere che questi “incidenti” si sono verificati in un numero modesto di casi, qualche percento rispetto al totale delle opere danneggiate. È opportuno analizzare nel dettaglio

questi incidenti per poter trarre degli insegnamenti e migliorare (Mazzolani, 1999 a).

Si è detto che il materiale “acciaio” è molto duttile, ma si possono verificare delle condizioni particolarmente severe per la concomitanza di un’elevata velocità di applicazione del carico in presenza di basse temperature (Gioncu & Mazzolani, 2002). Queste condizioni, che peraltro sono molto rare, si sono verificate eccezionalmente durante il terremoto di Kobe, dando luogo a fenomeni di rottura fragile (Fig. 6). A Kobe erano le 6 del mattino in inverno e le colonne scatolari di un edificio multipiano si sono fessurate lontano dai collegamenti saldati (Fig. 7).

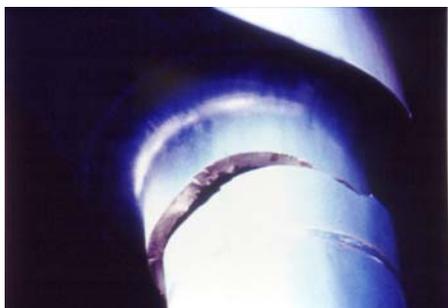


Fig. 6



Fig. 7

Sono comportamenti difficilmente riproducibili attraverso le normali prove di laboratorio e pertanto ignorati fino ad oggi nella normativa tecnica.

La duttilità delle sezioni viene meno quando insorgono fenomeni di instabilità locale. L'imbozzamento dei montanti in alcune pile da ponte si è verificato a Kobe (Fig. 8), ma bisogna ricordare che questo terremoto è stato caratterizzato da scosse sussultorie di notevole importanza, scosse che normalmente vengono sottovalutate e talvolta trascurate dalla normativa corrente.

Va inoltre segnalato che il dissesto locale nelle colonne di un edificio del centro Pino Soarez di Città del Messico durante il sisma del 1986 è dipeso da cattiva esecuzione (Fig. 9).



Fig. 8



Fig. 9

Come è noto, la duttilità delle membrature è condizionata dai fenomeni d'instabilità. Nel caso di strutture controventate con croci di Sant'Andrea, l'alternanza ciclica delle azioni ondulatorie può provocare deformazioni permanenti nelle aste (Fig. 10).

Ma le parti più delicate sotto l'aspetto della duttilità sono notoriamente i collegamenti (Mazzolani, 1998, 1999 b). Nei collegamenti saldati dei nodi trave-colonna i difetti delle saldature, soprattutto se eseguite in opera secondo una prassi spesso seguita in USA ed in Giappone, possono favorire fenomeni di rottura fragile (Fig. 11).



Fig. 10



Fig. 11

Nei collegamenti bullonati, che molto spesso non sono a completo ripristino di resistenza, la presenza dei fori crea una sezione a resistenza ridotta che infragilisce l'attacco dell'intera membratura (Fig. 12).

Si è voluto brevemente illustrare queste tipologie di danno che si sono verificate nelle strutture di acciaio soprattutto durante il terribile terremoto di Kobe, al solo scopo di avere un quadro completo sul comportamento dei materiali da costruzione.



Fig. 12

Sembra opportuno tuttavia sottolineare che le strutture in acciaio danneggiate sono state un'esigua minoranza e sottolineare con chiarezza che si è trattato di un evento eccezionale estremamente severo per l'entità dell'energia liberata e per la superficialità dell'epicentro immediatamente al di sotto del cuore della città.

Basti pensare che in alcuni edifici di recente costruzione e di moderna concezione nel centro direzionale di Kobe le scosse sussultorie dotate di un'elevata velocità di propagazione hanno determinato il crollo dei pilastri di un piano intermedio che è letteralmente scomparso, senza vistosi spostamenti laterali (Figg. 13 e 14).



Fig. 13



Fig. 14

Sono ancora in corso studi e ricerche per comprendere quanto è successo e conseguentemente modificare la normativa e le tecniche costruttive. In una parola, una lezione di cui fare tesoro per il futuro da parte di tutta la comunità scientifica, anche per un'utilizzazione ancora più efficiente dell'acciaio (Mazzolani & Gioncu, 2000; Mazzolani 2003). Congressi specifici, come STESSA '97 (Kyoto), STESSA 2000 (Montreal), STESSA '03 (Napoli) e STESSA '06 (Yokohama), hanno dato e daranno autorevoli contributi in questo senso.

Un modo intelligente per utilizzare l'acciaio

L'eccezionalità del terremoto di Kobe non ha tuttavia offuscato l'immagine del Giappone come modello di politica di prevenzione anti-sismica, che ha sviluppato immediatamente e sistematicamente dopo il terremoto che distrusse Tokyo nel 1923. Attraversando il Giappone di oggi si rimane colpiti dall'uso massiccio della carpenteria metallica negli edifici e nei ponti (Mazzolani, 2006).

Nel caso degli edifici (Figg. 15 e 16), non solo industriali, ma anche per civile abitazione o per uffici, la struttura di acciaio è presente in oltre il 60% dei casi e questo nonostante il fatto che in Giappone il legno è ancora il primo materiale da costruzione nell'edilizia residenziale di uno o due piani.

A Tokyo sono stati costruiti negli anni 80 e 90 numerosi edifici di grande altezza, fino a 300 m, tutti rigorosamente in acciaio (Figg. 17 e 18), che utilizzano tipologie moderne con schemi resistenti a telaio (Fig. 19) e a controventi eccentrici (Fig. 20).



Fig. 15



Fig. 16

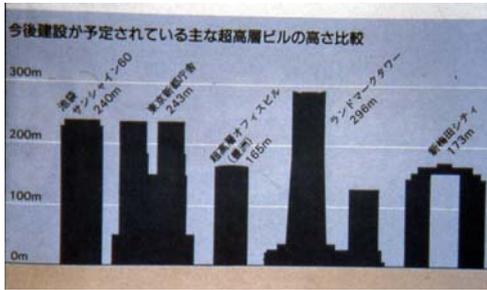


Fig. 17

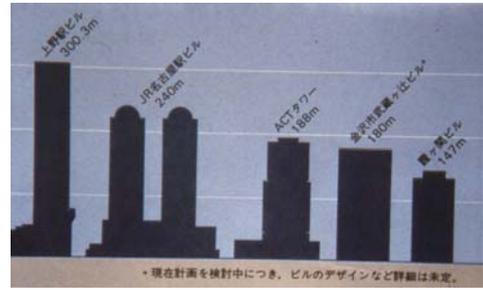


Fig. 18

Gli elementi strutturali vengono prefabbricati in officina mediante processi automatici di saldatura (Fig. 21), per poi essere trasportati in opera per il montaggio (Fig. 22). Le saldature in opera, a volte necessarie per realizzare il collegamento colonna-colonna, vengono eseguite con sistemi affidabili (Fig. 23). Alta tecnologia al servizio di un'impeccabile concezione strutturale, che conduce ad un elevato grado di protezione contro il rischio sismico.

Si rimane colpiti dalle massicce dimensioni della carpenteria metallica (Fig. 24).



Fig. 19



Fig. 20



Fig. 21



Fig. 22



Fig. 23



Fig. 24

Non c'è da stupirsi. Infatti da un confronto effettuato applicando le varie normative Europee, Statunitensi e Giapponesi è risultato che il valore della forza di taglio di progetto alla base degli edifici fornito dalla normativa Giapponese, ancora prima delle modifiche conseguenti agli effetti di Kobe, a parità di altre condizioni è doppio rispetto a quello fornito dalle altre normative. Ne consegue quindi che l'incidenza di acciaio negli edifici alti varia fra 65 e 100 Kg/mc, il doppio che in occidente.

Bisogna riconoscere al Giappone una inappuntabile concezione costruttiva che mette al sicuro contro ogni emergenza. E' il frutto della cultura dell'acciaio che si sviluppa in presa diretta con la cultura (o meglio la paura!) del terremoto.



Fig. 25



Fig. 26



Fig. 27



Fig. 28

Per edilizia normale di tipo corrente viene usato in Giappone il sistema costruttivo così detto della “colonna ad albero”. L’elemento-colonna arriva a piè d’opera con i nodi già muniti dei monconi di trave preventivamente saldati in officina sotto controllo di qualità (Fig. 25). I singoli pezzi prefabbricati vengono sollevati in opera (Fig. 26) e collegati mediante giunti bullonati ubicati in zone debolmente sollecitate (Fig. 27). Si ottiene così un nodo monolitico che dà luogo ad uno schema resistente a telaio dotato di elevate riserve di duttilità (Fig. 28).

Questa tecnica costruttiva della “colonna ad albero”, apprezzabile per la sua semplicità, viene utilizzata spesso anche in Italia.

Il rovescio della medaglia

Ma esiste il rovescio della medaglia! Nel 1991 lo scrivente fu invitato a Teheran per partecipare al primo Congresso di Ingegneria Sismica tenuto in Iran. Con una grande meraviglia fu osservato che le strutture in acciaio erano abbastanza numerose (Mazzolani, 1994). Ma come erano fatte:

- colonne composte costituite da due profili a I calastrellati (Fig. 29);
- travi costituite dagli stessi profili a I affiancati a cavallo dei montanti oppure alveolati (Fig. 30);
- collegamenti nodali affidati ad improbabili saldature a cordoni d'angolo appuntati in opera;
- il tutto completato con solai a voltine di mattoni e pesanti tamponature (Fig. 31).

Il risultato? Non c'è stato più da stupirsi questa volta nell'apprendere che molti di questi edifici erano miseramente crollati durante un recente terremoto (Fig. 32).

Una sconsiderata applicazione dell'acciaio ed una conseguente immagine negativa dovuta al suo pessimo uso.



Fig. 29



Fig. 30

La politica europea

Come si comporta nel frattempo l'Europa nei riguardi dei terremoti? In essa convivono due tipi di Paesi: quelli della fascia mediterranea ad alto rischio sismico e quelli nordici con natura geologica più stabile. I primi usano, o almeno dovrebbero usare l'acciaio per difendersi, ma sono più poveri ed hanno difficoltà per mancanza di tradizione tecnologica; gli altri che lo usano più spesso lo propongono nell'esportazione di strutture verso i Paesi sismici del terzo mondo, anche per evitare quanto è stato osservato in Iran.

Entrambi usano le stesse Raccomandazioni: quelle messe a punto dalla Convenzione Europea della Costruzione Metallica del 1988, che poi sono state incorporate nella parte “Acciaio” dell’Eurocodice n. 8.



Fig. 31



Fig. 32

L'acciaio e l'emergenza sismica in Italia

Come viene impiegata la carpenteria metallica in Italia nelle zone a rischio sismico ?

L'acciaio viene subito utilizzato nella prima fase di emergenza sotto forma di ponteggi tubolari per contrastare fra loro le facciate di edifici pericolanti (Fig. 33).



Fig. 33

Il rischio è che questo provvedimento di carattere provvisorio possa diventare definitivo, come si è verificato a Napoli nei Quartieri Spagnoli, dove i ponteggi tubolari messi in opera dopo il terremoto del novembre 1980 sono rimasti in piedi fino a pochi anni fa, con un costo di noleggio decisamente superiore a quello di un intervento definitivo.

Interi nuovi villaggi sono stati edificati in Irpinia dopo il terremoto del novembre 1980 per sostituire i vecchi crollati (Fig. 34). Si sono utilizzate case monopiano prefabbricate in acciaio: sistemi costruttivi semplici, ma di facile e rapido montaggio (Fig. 35).

Anche edifici multipiano sono stati realizzati in carpenteria di acciaio, durante la ricostruzione del Friuli (1976) e della Campania (1980), utilizzando strutture controventate (Fig. 36) completate da solai e pannelli prefabbricati in conglomerato (Fig. 37).



Fig. 34



Fig. 35



Fig. 36



Fig. 37

Negli anni ottanta fu messo a punto dall'Italsider un sistema prefabbricato in acciaio chiamato BASIS, con il quale sono state costruite case antisismiche di scarso pregio estetico (Fig. 38a), molte delle quali esportate in Nord Africa (Fig. 38b). Per evitare di costruire delle “scatolette” poco gradite in Italia, il sistema è stato successivamente modificato con l’aggiunta di elementi curvi per movimentare

la facciata e conferire all'involucro una certa valenza architettonica. Un'applicazione in questo senso è stata fatta nell'edificio del Centro Civico di Civitavecchia (Figg. 39 e 40).

Nell'ambito napoletano, si ricorda il sistema prefabbricato a nodi rigidi, ma interamente bullonato, messo a punto dalla ditta Carannante, che è stato utilizzato in alcune applicazioni industriali (Fig. 41).



Fig. 38a



Fig. 38b



Fig. 39



Fig. 40



Fig. 41

Sistemi antisismici ad elevata protezione

Ma rispetto all'edilizia corrente, le comprovate doti sismo-resistenti della carpenteria metallica potrebbero e possono essere sfruttate molto più proficuamente in regioni a rischio sismico anche in costruzioni più impegnative, con destinazione d'uso prioritario in caso di emergenza come i municipi, gli uffici pubblici, gli ospedali, le caserme. In Italia, anche se questa prassi non può certo considerarsi consolidata, qualcosa si è mosso negli ultimi decenni in questa direzione.

Il nuovo Centro Direzionale di Napoli (Fig. 42) può rappresentare un esempio significativo (Mazzolani, 1995). La sua costruzione è iniziata immediatamente dopo il terremoto del 1980, quando la città di Napoli è stata inserita per la prima volta in zona sismica di terza categoria. Si tratta di un insediamento urbanistico con edifici medio-alti, simile a La Defence di Parigi, anche se le dimensioni planimetriche dell'intervento napoletano una volta completo saranno circa il doppio di quello francese con una superficie totale di 110 ettari (Fig. 43).



Fig. 42



Fig. 43

Dallo studio preliminare del progetto plano-volumetrico, nei così detti sistemi composti acciaio-calcestruzzo è stata individuata la tipologia costruttiva più idonea per conciliare la funzione sismo – resistente con gli aspetti economici della costruzione (Fig. 44). Tali sistemi sono caratterizzati da una razionale suddivisione di compiti: le azioni orizzontali vengono affidate ai nuclei in c.a. che svolgono la funzione di controventamento, mentre tutti i carichi verticali sono portati dall'ossatura in acciaio con schema pendolare, caratterizzato da semplici collegamenti bullonati a “squadrette” (Fig. 45).

Non sarebbe certo una soluzione ottimale in paesi fortemente sismici come il Giappone, ma risponde alle esigenze locali di bassa sismicità.

A struttura composta sono le tre torri del Palazzo di Giustizia (Fig. 46), il più grande d'Europa, che è già funzionante nonostante il vigliacco attacco camorristico

che ha incendiato la torre più alta. I controventi in c.a. hanno la forma di volte sottili ad asse verticale. Due nuclei in c.a. a forma di losanga controventano le due torri gemelle dell'ENEL (Fig. 47). Dalla loro sommità si diparte un'ossatura sospesa in acciaio collegata ai nuclei mediante dispositivi smorzanti.



Fig. 44



Fig. 45



Fig. 46



Fig. 47

Fra le opere napoletane dell'area orientale non si può dimenticare di citare il nuovo Centro dei Vigili del Fuoco (Fig. 48), per la varietà di soluzioni in acciaio utilizzate a fronte delle varie esigenze emerse nel corso della progettazione degli otto corpi di fabbrica che compongono il centro stesso (Fig. 49).

Il più famoso è l'edificio "alloggi" (Figg. 50 e 51), che ha avuto il prestigioso premio della Convenzione Europea della Costruzione Metallica nel 1987, con la seguente motivazione della Giuria internazionale (Mazzolani, 1986):

“Data la sua rispondenza ai requisiti di prevenzione incendi e sicurezza antisismica, questo edificio è la perfetta dimostrazione delle possibilità dell'acciaio.

Allo stesso tempo è ricco di valori espressivi e dimostra che le autorità addette alla prevenzione incendi (vigili del fuoco) possono anche superare le obiezioni che alcuni possono talvolta avere contro la costruzione in acciaio” (una frecciata alla usuale severità con cui i pompieri considerano l’acciaio, o meglio consideravano; oggi infatti la loro posizione è sostanzialmente cambiata anche grazie a questa realizzazione).



Fig. 48

- A: Alloggi e autorimessa
- B: Colonna mobile
- C: Officina
- D: Castello di manovra
- E: Impianti tecnologici
- F: Corpo di guardia
- G: Comando, uffici
- H: Palestra

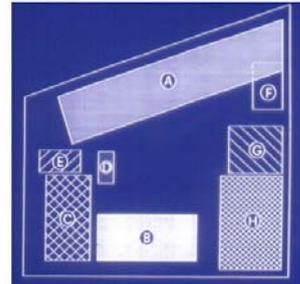


Fig. 49



Fig. 50



Fig. 51

Lo schema strutturale è costituito da nuclei in c.a. disposti secondo una maglia 18×18 metri sormontati da un grigliato in acciaio a cui sono sospesi i vari livelli (Fig. 52).

Questa costruzione si può collocare nell’ambito degli edifici-macchina, dove l’effetto meccanismo consiste nel fatto che la gabbia sospesa dell’edificio è completamente isolata sismicamente, grazie alla presenza di appositi dispositivi isolanti e smorzanti collocati sulla sommità dei nuclei in c.a. che costituiscono appoggio del grigliato superiore (Fig. 53). Può essere ricordato come il primo edificio isolato sismicamente realizzato in Italia.



Fig. 52



Fig. 53

Il secondo corpo di fabbrica, detto “*colonna mobile*” (Fig. 54), ha la stessa maglia del precedente (18×18 metri), ma la struttura è realizzata secondo lo schema “tutto-acciaio” (Fig. 55). Gli impalcati sono collegati agli elementi verticali mediante speciali dispositivi oleodinamici (Fig. 56), che sviluppano la funzione di “*vincolo provvisorio*” nel caso di terremoti con breve periodo di ritorno, ma nel caso di terremoti violenti dissipano circa l’80% dell’energia sismica in ingresso, proteggendo la struttura in acciaio da possibili danneggiamenti (Mazzolani & Serino). Altri dispositivi in neoprene smorzano gli effetti di martellamento fra impalcati e nuclei (Fig. 57). Questo edificio, completato verso la fine degli anni 80, è stato recentemente sopraelevato di due piani (Fig. 58), utilizzando lo stesso sistema costruttivo.



Fig. 54



Fig. 55

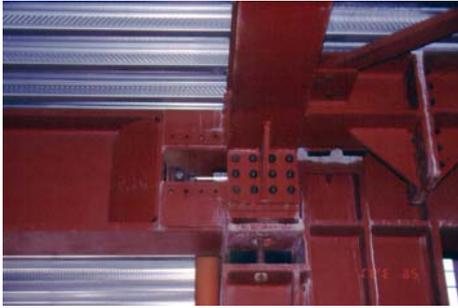


Fig. 56



Fig. 57



Fig. 58

L'uso di questi dispositivi idrodinamici ha trovato recentemente applicazione anche in due casi di restauro strutturale di antichi edifici murari con caratteristiche monumentali (Mazzolani & Mandara, 1992). Il dispositivo rappresenta elemento di raccordo fra la muratura esistente e la nuova struttura in acciaio di copertura. La prima applicazione, prima in assoluto nel suo genere (1990), è stata effettuata nel restauro della Chiesa di S. Giovanni in Carife, provincia di Avellino. Il tetto in legno della navata principale è stato sostituito da capriate in acciaio collegate inferiormente da un grigliato piano concepito per conferire alla struttura un comportamento scatolare in caso di sisma (Fig. 59). I dispositivi collocati sulla sommità dei muri svolgono la funzione di vincolo provvisorio (Fig. 60), consentendo liberamente i movimenti dovuti alle dilatazioni termiche in condizioni di esercizio, ma bloccando rigidamente le capriate sotto lo shock sismico: così come funzionano le "cinture di sicurezza" nelle auto.



Fig. 59



Fig. 60

La seconda applicazione (1996) riguarda la copertura di una nuova biblioteca della Università di Napoli nella sede della Facoltà di Scienze di Via Mezzocannone (Fig. 61). Una pianta rettangolare allungata coperta da travi di acciaio alveolate con luce di 16 metri circa ed interasse di 1 metro (Fig. 62).



Fig. 61



Fig. 62

I dispositivi di appoggio sono collocati sul perimetro lungo i due lati lunghi e sono collegati al cordolo sottostante mediante appositi tirafondi. Il dettaglio costruttivo (Fig. 63) è stato studiato in maniera da separare la funzione portante i carichi verticali, che avviene mediante cuscini di neoprene, da quella di smorzamento sismico mediante i cilindri oleodinamici (Mazzolani & Mandara, 2006). Le due fasce longitudinali della copertura sono coperte da elementi rimovibili per consentire in qualsiasi momento l'ispezione ed il controllo dei dispositivi (Fig. 64).

Una più recente applicazione di un analogo sistema è stata effettuata nel 2003 nel corso dei lavori di recupero di un vecchio capannone industriale a Sarno, dove

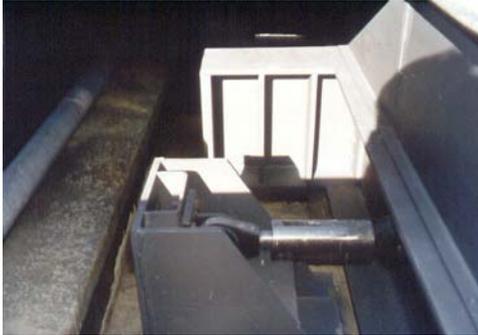


Fig. 63



Fig. 64

sono state risanate le murature esistenti ed è stata realizzata una nuova copertura a capriate di acciaio (Fig.65) vincolate ad un estremo a dispositivi a vincolo provvisorio (Fig. 66) ed all'altro a dispositivi dissipatori (Mazzolani & Mandara, 2004).



Fig.65

Fig.66

Si tratta di un caso appartenente alla così detta *archeologia industriale*, dove la nuova struttura in acciaio, abbinata a dispositivi di tipo speciale, fornisce un elevato grado di protezione sismica, senza un sostanziale aumento dei costi rispetto alle soluzioni tradizionali.

Bibliografia

- Gioncu V. & Mazzolani F.M. (2002). *Ductility of Seismic Resistant Steel Structures*, E & FN Spon, Londra.
- Mazzolani F. M. (1986). The seismic resistant structures of the New Fire Station of Naples. *Costruzioni Metalliche* n. 6.
- Mazzolani F. M. (1991a). Seismic behaviour of steel structures (relazione su invito), *Proc. of the 1st Int. Conference on Steel Structures*, Giugno, Atene.
- Mazzolani F. M. (1991b). Seismic behaviour of steel structures (relazione su invito), *Proc. of the 6th Int. Conference on Steel Structures*, Ottobre, Timisoara.
- Mazzolani F.M. (1994). Design of seismic resistant steel structures (relazione su invito), *Proc. of the 10th European Conference on Earthquake Engineering*, 28 Agosto - 2 Settembre, Vienna.
- Mazzolani F. M. (1995). Seismic-resistant solutions in the new Management Centre of Naples (relazione su invito). *Fifth World Conference on Habitat and the High-rise: Tradition and Innovation - Council on Tall Buildings and Urban Habitat*, 14 – 19 Maggio, Amsterdam.
- Mazzolani F. M. (1998). Design of steel structures in Seismic areas: the paramount influence of connections (relazione su invito). *COST C1 Int. Conference "Control of the semi-rigid behaviour of civil engineering structural connections"*, Settembre, Liegi.
- Mazzolani F. M. (1999a). Principles of design of seismic resistant steel structures (relazione su invito). *National Conference on Metallic Structures*, 20 Maggio, Lubiana.
- Mazzolani F.M. (1999b). Reliability of moment resistant connections of steel building frames in seismic areas (relazione su invito), *International Seminar on Seismic Engineering for Tomorrow - In Honour of Prof. H. Akiyama*, 26 Novembre, Tokyo.
- Mazzolani F.M. (1999c). Progettare e costruire con l'acciaio in zona sismica, *XVII Congresso C.T.A. – relazioni congressuali*, Ottobre, Napoli.
- Mazzolani F.M. (2003). Steel and Composite Structures in European Seismic Areas: Research, Codification, Design and Applications, *Earthquake Spectra*, Volume 19, No.2, pp. 415-452, Maggio.
- Mazzolani F.M. (2006). Steel against earthquake (relazione su invito), *Proc. of the International Conference on Metal Structures (ICMS 06)*, Settembre, Poiana Brasov.
- Mazzolani F.M. & Gioncu V. (eds.) (2000). *Seismic Resistant Steel Structures* (CISM Course), Springer – Verlag Wien, New York.
- Mazzolani F.M. & Mandara A. (1992). *Nuove strategie di protezione sismica per edifici monumentali: il caso della Collegiata di S. Giovanni Battista in Carife*, Edizione Segno Associati per la Soprintendenza ai B.A.A.A.S. di Salerno e Avellino.
- Mazzolani F.M. & Mandara A. (2004). Seismic Up-grading of an Old Industrial Masonry Building by Dissipative Steel Roofing, *Proc. of the IV Int. Seminar on "Structural Analysis of Historical Constructions - Possibilities of experimental and numerical techniques"*, 10-13 Novembre, Padova.
- Mazzolani F.M. & Mandara A. (2006). New steel roofing for the main building of the University Federico II in Naples, *Proc. of the 2nd Int. Conference on the "Behaviour of Steel Structures in Seismic Areas" (STESSA '06)*, 14-17 Agosto, Yokohama.
- Mazzolani F.M. & Serino G. (1997). Viscous Energy Dissipation Devices for Steel Structures: Modelling, Analysis and Application, *Proc. of the 2nd Int. Conference on the "Behaviour of Steel Structures in Seismic Areas" (STESSA '97)*, Kyoto, 3-8 Agosto.