



EDIFICI MONOPIANO IN ACCIAIO AD USO INDUSTRIALE

a cura di
Andrea Dall'Asta, Raffaele Landolfo, Walter Salvatore

con la collaborazione di Giuliano Barsacchi
(autore delle tavole progettuali e di tutte le illustrazioni)



Fondazione Promozione Acciaio

Tra i diversi segmenti utilizzatori dell'acciaio (automobilistico, meccanico, costruzioni, elettrodomestico etc.) è particolarmente significativo il legame acciaio-costruzioni.

Si pensi che, quasi il 50% dell'acciaio totale prodotto nel mondo, un miliardo e duecento milioni di tonnellate, serve il settore delle costruzioni. L'impegno di Fondazione Promozione Acciaio è proprio quello di sviluppare in Italia i consumi di acciaio nelle costruzioni e nelle infrastrutture.

La Fondazione è sostenuta dai maggiori produttori d'acciaio italiani ed europei e da altri importanti rappresentanti della filiera tra cui trasformatori, costruttori metallici e centri di servizio, uniti dallo scopo di divulgare la cultura e la conoscenza delle costruzioni metalliche.

Nonostante nei Paesi Europei maggiormente progrediti l'acciaio trovi, in architettura, un adeguato sviluppo ed impiego, in Italia le costruzioni metalliche sono ancora poco diffuse ed hanno quote di mercato quattro volte inferiori alla media europea. Siamo assolutamente convinti che nel nostro Paese possano crearsi molti più spazi per l'acciaio, materiale da costruzione pronto a soddisfare le migliori esigenze costruttive in termini di competitività, valenza architettonica e strutturale, sicurezza ed affidabilità costruttiva, soprattutto di fronte all'azione del sisma.

Fa parte del nostro progetto mettere al servizio degli operatori del settore delle costruzioni italiano gli importanti investimenti dei nostri soci, sviluppando un'azione costante di comunicazione, informazione e supporto a professionisti, studenti universitari, committenti pubblici e privati sulle possibilità ed i vantaggi delle soluzioni in acciaio.

*Tra i principali strumenti comunicativi di cui ci avvaliamo, è d'indubbio rilievo l'aggiornamento costante di un ricco portale, visitato ogni mese da oltre 55.000 professionisti e utenti del settore delle costruzioni: www.promozioneacciaio.it è un luogo di servizi dove poter trovare le principali informazioni ed i supporti per conoscere meglio le costruzioni in acciaio. Realizziamo, inoltre, svariate pubblicazioni sull'architettura in acciaio, tra le quali la rivista quadrimestrale *Europ'A Acciaio Architettura*, con una tiratura di 45.000 copie. Sono poi attivi da tempo molti progetti di iniziative culturali e di formazione dedicati al mondo universitario e dei professionisti: sempre numeroso e qualificato è il pubblico che segue i nostri convegni, seminari tecnici e corsi di aggiornamento, realizzati in collaborazione con le principali Università ed Ordini Professionali di tutta Italia.*

Un tema, assoluto protagonista della nostra comunicazione e dello sviluppo delle tecnologie costruttive in acciaio, è quello della sicurezza delle costruzioni. Le continue evoluzioni del quadro normativo, nazionale ed europeo stanno determinando importanti cambiamenti. In questo contesto risulta sempre maggiore il bisogno di un adeguato approfondimento tecnico-scientifico.

Per presentare sul mercato soluzioni costruttive in acciaio sempre affidabili, sicure e nel rispetto dell'ambiente, abbiamo deciso di approfondire alcuni aspetti legati alla protezione nei confronti dell'incendio e degli eventi sismici ed aspetti legati alla sostenibilità ambientale.

Di qui la scelta di attivare tre commissioni di esperti, la Commissione per la Sicurezza delle Costruzioni in Acciaio in caso d'Incendio, la Commissione Sismica per le Costruzioni in Acciai e la Commissione per Costruzioni in Acciaio Ecosostenibili. La missione di questi comitati tecnici, formati da esperti di livello nazionale (progettisti, ricercatori, professori universitari, rappresentanti delle istituzioni a livello ministeriale e delle autonomie locali) è soprattutto quella di realizzare monografie, pubblicazioni tecniche e curare corsi di progettazione per la divulgazione di soluzioni in acciaio. L'obiettivo programmato, ovvero consentire al maggior numero possibile di utenti del settore delle costruzioni di ricevere delle corrette informazioni sulla progettazione in acciaio, rappresenta una garanzia sia per la sicurezza delle costruzioni che per quel maggiore sviluppo che merita l'acciaio nel nostro Paese.

È una grande soddisfazione per la Fondazione realizzare questa terza monografia redatta dalla Commissione Sismica per le Costruzioni in Acciaio ed offrire al lettore l'apertura di un universo di possibilità chiamato acciaio.

Commissione Sismica per le Costruzioni in Acciaio

La *Commissione Sismica per le Costruzioni in Acciaio*, attivata e sostenuta da Fondazione Promozione Acciaio con lo scopo di incrementare l'utilizzo dell'acciaio nelle costruzioni e nelle infrastrutture in Italia, costituisce un presidio tecnico-scientifico permanente su aspetti tecnici e normativi strategici quale la sicurezza delle costruzioni con particolare riguardo alla protezione nei confronti del terremoto. La *Commissione Sismica per le Costruzioni in Acciaio* ambisce ad essere riconosciuta a livello nazionale da tutti gli operatori di settore, si da diventare l'ente tecnico-scientifico italiano di riferimento per la progettazione delle costruzioni in acciaio e composte acciaio-calcestruzzo in zona sismica.

Formata da esperti di diversa provenienza ed estrazione culturale, la Commissione si propone di mettere a punto per i più comuni e usuali problemi strutturali soluzioni competitive sia dal punto di vista strutturale che economico, di promuovere l'uso dell'acciaio nella realizzazione di strutture di rilevanza sociale ed economica e di diffondere, fra gli operatori del settore, le conoscenze necessarie per l'utilizzo dell'acciaio, sia nelle nuove costruzioni che nell'adeguamento o miglioramento di strutture esistenti. Al tal scopo la Commissione ha organizzato ed organizza corsi tecnici per ingegneri ed architetti in stretta collaborazione con gli Ordini Professionali di diverse città italiane site in territori ad elevato rischio sismico e redige manuali e testi di base sulla progettazione in zona sismica di costruzioni in acciaio ed acciaio-calcestruzzo.

La Commissione ha anche partecipato e partecipa attivamente agli sviluppi delle normative di progettazione e di quelle sui prodotti costruttivi sia a livello nazionale che internazionale.

Il quadro completo dei lavori e dei risultati raggiunti dalla Commissione è reperibile nelle pagine del sito web della Commissione costantemente aggiornato grazie al supporto di Fondazione Promozione Acciaio (www.promozioneacciaio.it/sisma_home.php).

I membri della Commissione Sismica per le Costruzioni in Acciaio



Coordinatore:

Walter Salvatore - Università di Pisa



Franco Braga - Università di Roma "La Sapienza"

Membro del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Ministero delle Infrastrutture



Andrea Dall'Asta - Università di Camerino



Maurizio Ferrini - Servizio Sismico Regione Toscana



Raffaele Landolfo - Università degli Studi "Federico II" di Napoli



Duilio Ronconi - Genio Civile Regione Campania



Fabio Taucer - European Laboratory for Safety Assessment - ELSA

Commissione Europea Joint Research Centre - JRC

Indice

Prefazione	XIII
1. Generalità ed aspetti tipologici	1
Riferimenti bibliografici	10
2. Applicazione ad un caso studio	11
2.1. Descrizione dell'edificio e della tipologia strutturale	12
3. Materiali, sistemi di unione e coefficienti parziali di sicurezza	15
3.1. Acciai per le strutture metalliche	16
3.2. Bulloni	17
3.3. Saldature	18
3.4. Resistenza di progetto delle membrature	18
3.5. Resistenza di progetto delle unioni	19
Riferimenti bibliografici	19
4. Valutazione delle azioni	21
Generalità	22
4.1. Azioni permanenti	22
4.1.1. Peso proprio degli elementi strutturali	22
4.1.2. Pannelli di copertura	22
4.1.3. Pannelli di parete	22
4.2. Azioni dovute al sisma	22
4.2.1. Generalità	22
4.2.2. Pericolosità sismica di base	23
4.2.3. Specificità del sito	24
4.2.4. Spettri di risposta elastico e di progetto della componente orizzontale	25
4.2.5. Spettro di risposta elastico e di progetto della componente verticale	27
4.3. Azioni dovute al vento	28
4.3.1. Generalità	28
4.3.2. Caratterizzazione del sito	28
4.3.3. Azioni statiche equivalenti	31
4.4. Azioni dovute alla neve	33
4.4.1. Generalità	33
4.4.2. Caratterizzazione del sito	34
4.4.3. Carico neve sulla copertura	35
4.5. Azioni dovute al carroponte	36
Riferimenti bibliografici	36
5. Le strutture di copertura	37
5.1. Generalità	38

5.2. Condizioni di carico	38
5.3. Combinazione di calcolo delle azioni	40
5.3.1. Stato Limite Ultimo	40
5.3.2. Stato Limite di Esercizio	41
5.4. Arcarecci	41
5.5. Trave reticolare	43
5.5.1. Modello geometrico	43
5.5.2. Analisi strutturale	44
5.5.3. Verifiche dello SLU	44
5.5.4. Verifiche dello SLE	47
Riferimenti bibliografici	47
6. I pilastri correnti	49
6.1. Generalità	50
6.2. Schema statico e metodologia di analisi	50
6.3. Azioni e condizioni di carico	51
6.4. Stati Limite Ultimi	57
6.4.1. Combinazioni di carico	57
6.4.2. Verifiche di resistenza	58
6.4.3. Stati Limite di Esercizio	62
Riferimenti bibliografici	64
7. I controventi di falda e i controventi verticali	65
7.1. Controventi verticali	66
7.1.1. Schema statico	66
7.1.2. Calcolo delle sollecitazioni	68
7.1.3. Stati Limite Ultimi	72
7.1.3.1. Combinazioni delle condizioni di carico	72
7.1.3.2. Verifiche delle colonne	73
7.1.3.3. Verifica delle aste diagonali	75
7.1.3.4. Verifica dell'asta orizzontale	77
7.1.4. Stati Limite di Esercizio	78
7.1.4.1. Combinazioni delle condizioni di carico	78
7.1.4.2. Verifica degli spostamenti orizzontali	78
7.1.5. Stato Limite di Danno	79
7.1.5.1. Combinazioni delle condizioni di carico	79
7.1.5.2. Verifica degli spostamenti sismici	79
7.2. Controventi di falda	79
7.2.1. Schema statico	79
7.2.2. Condizioni di carico	80
7.2.3. Stati Limite Ultimi	82
7.2.3.1. Combinazioni delle condizioni di carico	82
7.2.3.2. Verifica di stabilità del corrente compresso	82
7.2.3.3. Verifica di stabilità del montante – arcareccio compresso	83
7.2.3.4. Verifica a trazione del diagonale	84

8. Collegamenti	85
8.1. Trave reticolare	86
8.1.1. Nodi saldati	86
8.1.2. Collegamento trave-trave (Nodo 16)	90
8.1.2.1. Giunti saldati	91
8.1.2.2. Collegamento bullonato	92
8.2. Collegamento trave-colonna (nodo 1)	100
8.2.1. Collegamenti saldati	100
8.2.2. Collegamenti bullonati	101
8.3. Collegamento controvento verticale/controvento di falda-colonna-arcareccio	104
8.3.1. Collegamento diagonale del controvento verticale - fazzoletto	106
8.3.2. Collegamento controvento verticale - arcareccio/colonna	108
8.3.2.1. Verifica del collegamento con l'anima della colonna	108
8.3.2.2. Verifica del collegamento con l'arcareccio	109
8.3.3. Collegamento diagonale del controvento di falda - piatto	111
8.3.4. Collegamento controvento di falda - arcareccio / briglia superiore della capriata	112
8.3.4.1. Collegamento fazzoletto - briglia superiore della capriata	112
8.4. Collegamento colonna - fondazione (colonne comprese fra i controventi verticali)	113
8.4.1. Resistenza della piastra e del calcestruzzo	114
8.4.1.1. Resistenza a flessione della piastra di base	114
8.4.1.2. Resistenza a trazione dell'anima della colonna	115
8.4.1.3. Resistenza minima della parte tesa del collegamento	115
8.4.1.4. Resistenza a compressione del calcestruzzo	116
8.4.1.5. Resistenza a compressione dell'ala e dell'anima della colonna	118
8.4.1.6. Resistenza minima della parte compressa del collegamento	118
8.4.2. Determinazione del momento resistente del collegamento	118
8.4.3. Verifica dell'ancoraggio dei tirafondi	121
8.4.4. Verifica del tacco di riscontro a taglio	122
8.4.5. Collegamento diagonale del controvento verticale-piatto	123
Riferimenti bibliografici	124
9. Via di corsa del carroponete	125
9.1. Schema statico e metodologia di analisi	126
9.2. Azioni dovute al carroponete	127
9.2.1. Tipologie di azioni	127
9.2.1.1. Azioni verticali Q_v	128
9.2.1.2. Azioni orizzontali longitudinali indotte dal moto del ponte H_L	129
9.2.1.3. Azioni orizzontali trasversali indotte dal moto del ponte H_T	129
9.2.1.4. Forze orizzontali causate dallo sghembo H_S	131
9.2.1.5. Azioni dovute all'urto dei respingenti H_B	132
9.2.1.6. Azioni trasversali indotte dal movimento del carrello H_{T3}	133
9.2.1.7. Azioni indotte dal carico di prova Q_T	133
9.2.2. Incrementi dinamici	133

9.2.3. Gruppi di carico	135
9.2.4. Carico da fatica Q_e	138
9.3. Calcolo delle sollecitazioni	139
9.3.1. Posizione dei carichi mobili	139
9.3.2. Sollecitazioni agli Stati Limite Ultimi ed allo Stato Limite per azioni Eccezionali	141
9.3.3. Risposta strutturale agli Stati Limite di Servizio	142
9.4. Verifiche agli Stati Limite Ultimi e per azioni Eccezionali	143
9.4.1. Verifiche di resistenza e stabilità locale	143
9.4.2. Verifica di stabilità flessione-torsionale	152
9.5. Verifiche agli Stati Limite di Servizio	153
9.5.1. Limitazione delle deformazioni	153
9.5.2. Limitazione della deformazione dell'anima in esercizio	155
9.5.3. Controllo delle vibrazioni	156
9.6. Verifiche a fatica	156
Riferimenti bibliografici	158
Appendice – Computo metrico	159
A.1. Generalità	160
A.2. Voci di capitolato	160
A.3. Quantitativi di acciaio impiegato	161
Riferimenti bibliografici	162
Edifici monopiano in acciaio: realizzazioni	163
a cura di Fondazione Promozione Acciaio	

Prefazione

La pubblicazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni con il D.M. del 14 gennaio 2008 ha segnato un ulteriore avanzamento della normativa, dopo quelli già segnati dalle ordinanze e dalle normative che si sono susseguite dal 2003 in poi, in direzione di una maggior sicurezza sismica delle costruzioni ed un pieno adeguamento delle verifiche strutturali con le normative europee quali gli Eurocodici.

Per le costruzioni in acciaio, in particolare, le NTC08 sono pienamente congruenti con le regole progettuali e di verifica incluse nell'Eurocodice 3 parte 1 ed Eurocodice 8 parte 1. Tale evenienza, unitamente alla nuova revisione dell'azione sismica, può sicuramente consentire un pieno sfruttamento delle proprietà meccaniche dell'acciaio nelle diverse soluzioni costruttive.

D'altro canto l'introduzione di nuove regole induce nuovi problemi alla pratica progettuale corrente che deve ridefinire gli approcci e le procedure allo scopo di individuare le soluzioni ottimali in relazione alle prestazioni ed al livello di sicurezza richiesti.

A tal proposito, la Commissione Sismica per le Costruzioni in Acciaio, supportata dalla Fondazione Promozione Acciaio, si propone di realizzare alcune applicazioni delle nuove norme per la progettazione di costruzioni in acciaio. La prima di esse, oggetto della presente monografia, riguarda una delle tipologie strutturali forse più diffuse, cioè quella degli edifici monopiano ad uso industriale in acciaio che per la loro leggerezza possono dimostrarsi convenienti anche in zone di medio-alta sismicità.

In particolare, la monografia illustra, oltre ai principi generali, un progetto completo di un edificio monopiano ad uso industriale dotato di carroponte e sito in una zona a medio-alta sismicità. Il fine è quello d'illustrare l'intero iter progettuale previsto dalle attuali norme e dagli Eurocodici rilevanti, le prestazioni richieste per i diversi livelli di verifica e per diverse combinazioni delle azioni e le problematiche relative alla ricerca di una soluzione progettuale idonea ed efficiente.

Il desiderio di fornire indicazioni sull'intero percorso progettuale, cioè non solo le fasi di modellazione, analisi e verifica, ma anche quelle di concezione, scelta delle soluzioni costruttive e valutazione economica, è testimoniata dalle valutazioni introdotte nel computo metrico di cui all'appendice e dalle tavole progettuali fornite insieme al volume su supporto informatico.

Gli autori ringraziano per la realizzazione della monografia: Valerio Barberi, Giuliano Barsacchi (autore delle tavole progettuali e di tutte le illustrazioni), Aurelio Braconi, Oreste Mammana, Luca Nardini e Davide Quattrini.

Andrea Dall'Asta



Raffaele Landolfo



Walter Salvatore



1

Generalità ed aspetti tipologici

2

La progettazione di edifici monopiano ad uso industriale deve, come spesso accade, sintetizzare esigenze diverse ed a volte contrastanti, coniugando le necessità architettoniche, tese a ricercare soluzioni sempre più efficaci sotto l'aspetto funzionale evitando soluzioni formali scontate, con le necessità costruttive ed imprenditoriali, volte a ridurre i costi e i tempi di costruzione.

Rispetto a scelte diverse, la soluzione con struttura metallica permette al progettista una maggior libertà espressiva ed una facile integrazione tra elementi costruttivi in materiali diversi, come ad esempio legno e vetro, fornendo in definitiva utili strumenti per ottenere soluzioni formali che superino le consuete soluzioni stereotipate e permettano una caratterizzazione dell'edificio in relazione al contesto ed alle attività produttive che ospita (Figura 1.1-a).

Le soluzioni in acciaio sono inoltre caratterizzate da un'elevata flessibilità, essendo possibile prevedere e realizzare ampliamenti o trasformazioni dell'edificio in modo semplice e rapido o anche integrare all'interno dello stesso progetto diverse funzioni. Dal punto di vista economico, esse possono consentire risparmi anche consistenti nella realizzazione delle opere di fondazione, per i minori carichi gravanti e per i minori volumi di scavo e di rinterro, permettendo di arrivare a riduzioni di costo sino al 75% rispetto a quelli relativi a fondazioni realizzate per opere tradizionali.

Le possibilità di prefabbricazione tipiche delle costruzioni in acciaio, infine, consentono di ridurre i tempi di costruzione e di montaggio in opera, favorendo un miglior controllo della produzione e quindi una maggiore affidabilità rispetto ad opere realizzate prevalentemente in cantiere (Figura 1.1-b).

Tutti gli aspetti elencati trovano una prima sintesi progettuale nella scelta della tipologia e dello schema strutturale, che variano adattandosi alle molteplici funzioni possibili, spaziando così dalle semplici tettoie per uso agricolo, di modeste dimensioni, ai grandi complessi industriali per lavorazioni di considerevole mole. La destinazione d'uso quindi determina gli interassi delle colonne in senso longitudinale e trasversale al capannone; la distanza tra il piano di lavoro e l'intradosso della coper-



Figura 1.1 – a) Stabilimento SITMA a Spilamberto (MO) 2005, Progetto architettonico: Roberto Corradi, Progetto strutturale: Francesco Stampo, Impresa e carpenteria metallica: Cometal spa, Foto: Paolo Candelabri; b) Centro di Raccolta Buonomore a Taglio di Po (RO) 2005, Progetto architettonico: Ubaldo De Bei, Progetto strutturale: Astron, Ing. Simone Carraio, Impresa: Zaninello Costruzioni srl, Carpenteria Metallica: Edil&Acciaio srl, Foto: Edil&Acciaio srl.

tura (altezza libera sotto catena); il numero delle navate affiancate; la conformazione geometrica della copertura e delle pareti in relazione al sistema di illuminazione ed aerazione richiesto; la definizione dei carichi permanenti di parete e copertura in rapporto alle esigenze di impermeabilizzazione e di isolamento termico; la definizione dei carichi trasmessi dagli eventuali impianti di sollevamento e trasporto (gru a ponte, a portale zoppo, a bandiera). Inoltre, può essere opportuno impostare il progetto anche in funzione delle possibili modifiche o espansioni future e quindi delle prevedibili variazioni delle condizioni di esercizio: una maggiorazione dell'investimento iniziale per ridurre i potenziali costi futuri possono spesso risultare economicamente conveniente. [1].

Una simile varietà di parametri impedisce pertanto, o rende comunque problematica, un'elencazione di tutti gli schemi strutturali possibili. In questa sede si esaminano solo alcune delle principali tipologie adottate per edifici ad una sola navata, composti da una successione di telai trasversali in cui si distinguono la trave principale di copertura e le colonne.

Si possono individuare tre schemi statici fondamentali: a) colonne incastrate alla base e trave incernierata in sommità (Figura 1.2); b) portale incastrato alla base (Figura 1.3-a); c) portale a due cerniere (Figura 1.3-b).

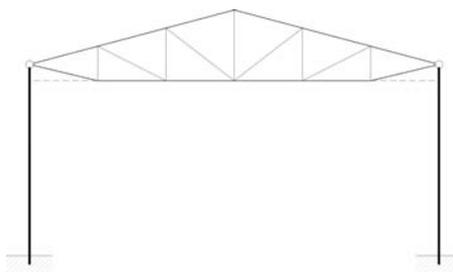


Figura 1.2 - Colonne incastrate alla base con capriata reticolare.

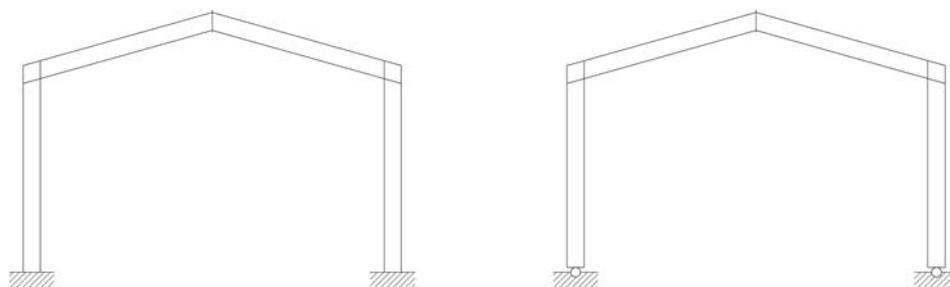


Figura 1.3 - Portale incastrato (a) o incernierato (b) alla base.

Lo schema statico più diffuso sino ad oggi è certamente quello con colonna incastrata alla base e trave incernierata alle estremità. Tale soluzione si distingue per la sua semplicità di calcolo, di fabbricazione in officina e di realizzazione in cantiere nonché per la sua versatilità di utilizzo.

4

Il progetto della trave in semplice appoggio, nel caso di luci elevate, è frequentemente condizionato dalla verifica della deformabilità in esercizio, che spesso richiede l'utilizzo di inerzie elevate indirizzando quindi la scelta verso la più conveniente tipologia reticolare.

Particolarmente importante è la verifica della stabilità dei correnti compressi in direzione ortogonale al piano del telaio; in particolare del corrente superiore per l'azione dei carichi permanenti e del sovraccarico neve, ed eventualmente del corrente inferiore per l'azione del vento in depressione sulla copertura. Ove occorra, è possibile migliorare le condizioni di stabilità mediante crociere o sbadacchi facenti capo alla controventatura di falda.

La soluzione a portale incastrato alla base può, d'altro canto, risultare vantaggiosa nel caso di capannoni di grande altezza o con gru di grande portata, al fine di limitare le sollecitazioni e gli spostamenti orizzontali delle colonne, oppure nel caso di capannoni di grande luce, al fine di limitare le sollecitazioni e le deformazioni della trave principale di copertura [2] [3].

Tale soluzione può inoltre trarre vantaggio da un dimensionamento basato sull'analisi plastica che permette di sfruttare la duttilità dei componenti nel caso di trave e pilastri a parete piena. Per l'analisi strutturale si può in questo caso far riferimento alle recenti normative [5] [6].

Nel caso in cui si temano cedimenti fondali, può essere adottata con successo la soluzione a portale incernierato alla base, che però rispetto alla soluzione incastrata risulta essere maggiormente pesante e più deformabile.

La tipologia, il passo e la luce dei telai trasversali condiziona, insieme alle esigenze di illuminazione e di aerazione ed alla tipologia del manto, la scelta dell'orditura della copertura, costituita dagli arcarecci, dalle travi principali e dai controventi di falda.

Per le travi di copertura, disposte solitamente ad un interasse non superiore a 6-7 m (tipicamente 5 m), si possono distinguere: travi reticolari, coperture a shed o travi a parete piena. La scelta progettuale dipende dalla funzione architettonica che la copertura deve svolgere, dalla necessità di ampie vetrate per lucernari o aerazione, dal passo degli arcarecci come anche dalla luce da coprire.

La *copertura a capriate* è costituita (Figura 1.2), nel caso più semplice, da una serie di capriate disposte trasversalmente, appoggiate sulla sommità delle colonne. All'estradosso della trave reticolare trovano appoggio i correnti longitudinali (arcarecci) o direttamente una copertura in lamiera grecata per la disposizione di materiale coibentante e di impermeabilizzazione. Quando le esigenze funzionali richiedono un notevole interasse longitudinale delle colonne, occorre ricorrere a travi laterali porta-capriate che consentono un'ottimale spaziatura delle capriate di copertura pur incrementando il passo dei telai principali.

Nel caso di travi reticolari, si cerca di concentrare tutti i carichi nei nodi della briglia superiore, in modo da ottenere aste semplicemente tese e aste semplicemente compresse. Qualora questo non fosse possibile occorre valutare se convenga ricorrere ad uno schema con passo ridotto o progettare una capriata le cui briglie superiori siano soggette anche a sollecitazioni di flessione e taglio [7].

Tra le travi reticolari maggiormente in uso si riportano: (a) tipo Mohnié a diagonali

tese (Figura 1.4); (b) tipo Warren a diagonali tese e compresse (Figura 1.5); (c) Polonceau (Figura 1.6-a); (d) Inglese (Figura 1.6-b).

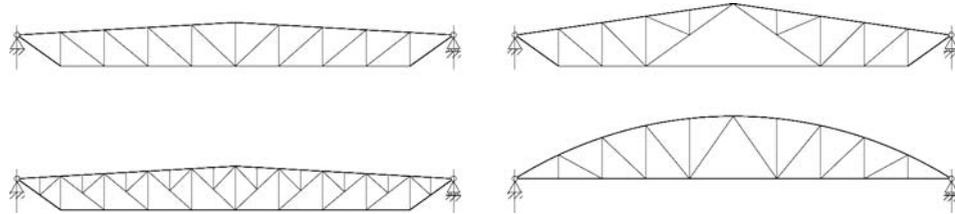


Figura 1.4 - Capriate tipo Mohnié a diagonali tese.

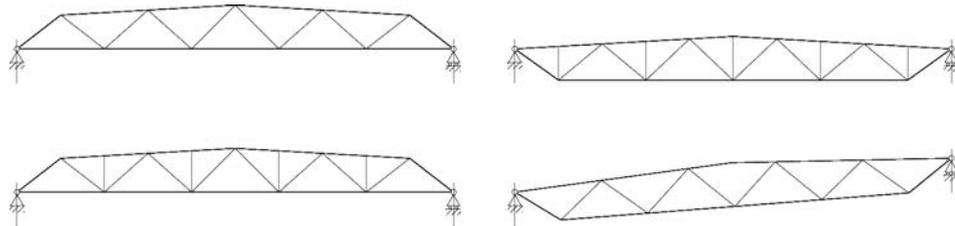


Figura 1.5 - Capriate tipo Warren a diagonali tese e compresse.

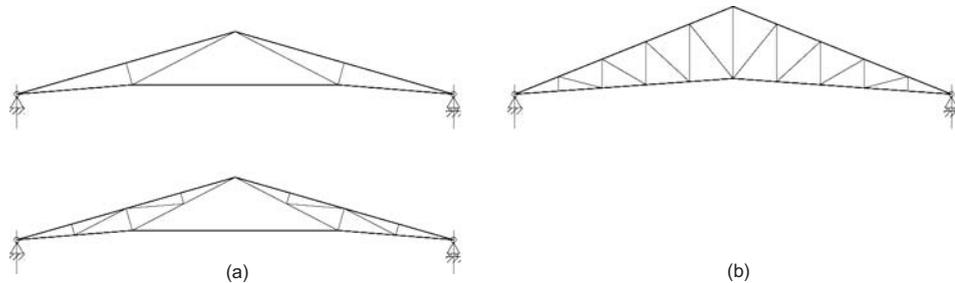


Figura 1.6 - Capriate (a) Polonceau (b) tipo Inglese.

Le *coperture a shed* (Figura 1.7), formate da ampie vetrate orientate nella medesima direzione, richiedono un maggior numero di elementi strutturali. Mentre una copertura a falde può essere facilmente realizzata con una serie di travi reticolari sulle quali siano appoggiati gli arcarecci, una copertura a shed necessita di trave porta-shed, di puntoni di falda, di arcarecci ed infine di correnti porta-vetrate. Le travi principali (porta shed) sono disposte trasversalmente o direttamente appoggiate alle colonne.

La falda cieca della copertura è supportata da travi secondarie (shed) e collegate alla briglia superiore di una trave principale e a quella inferiore della trave adiacente. Gli arcarecci corrono sulle travi secondarie parallelamente alle travi principali.