



## COSTRUZIONI METALLICHE IN ITALIA

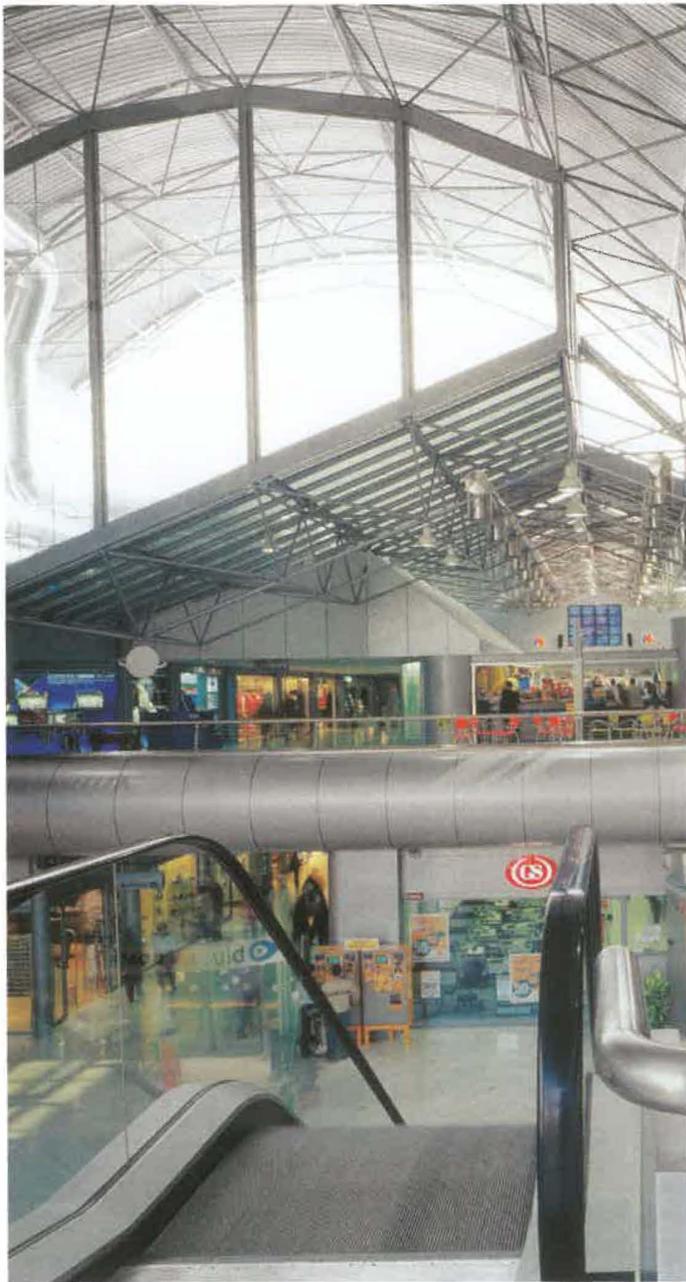
**L'inerzia progettuale e una normativa lacunosa hanno reso difficile la diffusione dell'acciaio in Italia. Oggi in fase di riscatto con la recente normativa antisismica e le potenzialità evidenziate dalla modellazione digitale E la tecnologia CFS alle porte**

Sergio Russo Ermolli

**A** fronte delle numerose e significative realizzazioni in acciaio degli ultimi anni, ancora oggi va registrata la mancata ampia diffusione di questo materiale, in modo particolare nel nostro Paese, a causa di una serie complessa di motivazioni, tra le quali giocano un ruolo essenziale sia quelle relative al profondo legame che lega l'attività costruttiva nazionale alle tecniche tradizionali, sia la diffidenza degli addetti ai lavori a causa della complessità della normativa di riferimento e della scarsa conoscenza dei principi di calcolo e modellazione delle strutture. Ancora oggi può considerarsi valida la motivazione contenuta in uno studio di mercato elabo-

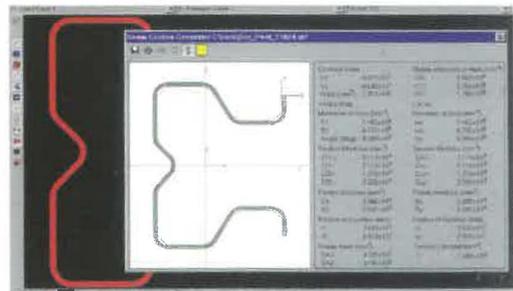
rato dalla European Convention for Constructional Steelwork del 1980, nel quale si evidenziava l'esistenza in diversi paesi europei di numerosi centri di progettazione con profonda e aggiornata pratica progettuale relativa ad opere in calcestruzzo armato, mentre altrettanto non avveniva per le costruzioni in acciaio. E si sottolineava quanto questa particolare confidenza dei progettisti nei riguardi delle realizzazioni in c.a. determinava la tendenza ad utilizzare nelle programmazioni di intervento dati desunti da progetti già eseguiti con procedimenti costruttivi tradizionali, perpetuando in tal modo la tradizione e frenando l'innovazione. Questo malgrado gli innegabili con-

A differenza del calcestruzzo armato, l'acciaio è regolato dall'esatta coincidenza tra la previsione di calcolo e il comportamento reale della struttura. Il sovradimensionamento degli elementi strutturali in metallo è pertanto dettato da eccessi di prudenza, da errori di progettazione oppure da meri interessi di natura economica e speculativa.



## ACCIAIO E ANTISISMICA

LA NUOVA NORMATIVA ANTISISMICA (ORDINANZA 3274) CONTIENE PER LA PRIMA VOLTA UN INTERO CAPITOLO DEDICATO AGLI EDIFICI IN ACCIAIO. IN PASSATO LE STRUTTURE IN ACCIAIO VENIVANO INSERITE NELLE STRUTTURE INTELAIATE INSIEME AL CEMENTO ARMATO



Diversi software, oltre a consentire la descrizione di sezioni di forma qualsiasi, sono dotati di cataloghi di sezioni, fornite in forma parametrica o anche precodificate (tipo Italsider), aggiornabili direttamente dall'utente. Le sezioni possono essere combinate e assemblate tramite comandi di copia-incolla, per costituire sezioni composte di forma qualsiasi. (Straus)

Centro Commerciale San Paolo, Napoli.  
(Massimo Pica Ciamarra)

tenuti innovativi delle strutture in acciaio, connessi ad un consistente elenco di ragioni: dalla natura isotropa e duttile del materiale, alla precisa corrispondenza tra comportamento reale e previsione di calcolo, dalla velocità di realizzazione e smontaggio, alla possibilità di riciclare e riutilizzare i diversi elementi strutturali.

A fronte dei numerosi vantaggi offerti dall'impiego strutturale degli elementi metallici, nel nostro Paese l'acciaio gioca ancora oggi un ruolo assai modesto.

Il motivo della mancata diffusione dei sistemi strutturali metallici non è tanto da addebitare alle possibilità di configurazione del materiale, quanto

piuttosto a motivazioni di ordine culturale, tecnologico e normativo. Il recente e rapido sviluppo delle tecniche di modellazione digitale ha dimostrato, infatti, la possibilità di elaborare un'ampia gamma di forme non canoniche in ossatura metallica che, indipendentemente dal loro reale rapporto con la logica delle forme strutturali proprie del materiale, risultavano irrealizzabili nei decenni scorsi.

Allo scopo unicamente di fornire qualche spunto di riflessione sulle diverse problematiche legate alla progettazione di strutture in acciaio, appare utile richiamare alcuni specifici aspetti con i quali il progetto deve inevitabilmente confrontarsi.

## Legislazione e normativa

### Normativa generale sull'acciaio

- Legge Quadro n. 1086 del 5 novembre 1971: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e pre-compresso ed a struttura metallica";
- Norma CNR 10011/1985: "Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";
- D.M. 9 gennaio 1996: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e pre-compresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 16 gennaio 1996: "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- Eurocodice 3 EN-1993: "Progettazione delle strutture in acciaio";
- D.M. 14 settembre 2005 "Testo Unitario delle norme tecniche per le costruzioni".

### Normativa antisismica

- Legge n. 64 del 2 febbraio 1974: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (che, in quanto legge quadro, demanda a successivi decreti ministeriali, come ad esempio il vigente D.M. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche");
- Nuova Normativa Antisismica - Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e, in modo particolare, il secondo allegato "Norme Tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici";
- Eurocodice 8 EN-1998: "Indicazioni progettuali per le strutture antisismiche".

## IL RUOLO DELL'ACCIAIO NEL NOSTRO PAESE L'ACCIAIO GIOCA ANCORA UN RUOLO MODESTO, NONOSTANTE DEI NUMEROSI VANTAGGI OFFERTI DALL'IMPIEGO STRUTTURALE

le varie Circolari, mentre l'acciaio veniva "dimenticato". Sia l'incertezza che la complessità delle normative tecniche relative alle strutture in acciaio, pongono non pochi problemi ai progettisti che tendono ad affidarsi maggiormente, rispetto al passato, a pacchetti software di calcolo, dei quali però non sempre si ha il controllo e la consapevolezza dei risultati.

### Acciaio, modellazione e calcolo

Il settore dei programmi per il calcolo strutturale degli edifici ha certamente avvertito l'insieme di innovazioni normative degli ultimi anni, la cui applicazione ha subito diversi rinvii e determinato un certo disorientamento tra i professionisti e gli specialisti delle software houses del settore. Oggi il mercato è in grado di offrire un'ampia gamma di strumenti capaci di rispondere, a costi contenuti, alle diverse esigenze dei progettisti e caratterizzati da una efficace interazione tra le fasi del dise-

## Il progetto di strutture in CFS

Studi pubblicati su queste stesse pagine (Modulo n. 289 e n. 319) hanno messo in evidenza la possibilità di realizzare strutture portanti utilizzando l'ampia gamma di profili in acciaio ottenuti dalla sagomatura a freddo di lamiere di medio e piccolo spessore (Cold Formed Steel). Tali profili, utilizzati già da



tempo come elementi secondari e di completamento, negli ultimi anni hanno infatti permesso la diffusione di veri e propri sistemi strutturali leggeri, di facile trasporto, di rapida messa in opera e completabili completamente a secco. Lo sviluppo di processi produttivi capaci di ottimizzare contemporaneamente sia la forma che la dimensione degli elementi, ha dato luogo - particolarmente in paesi come il Regno Unito, Giappone e Scandinavia - a specifiche attività di ricerca teorica e sperimentale, finalizzate alla individuazione del miglior "progetto" in CFS, in termini di forma, dimensione, peso, costo, ecc. I risultati hanno messo in evidenza quanto la scelta di utilizzare gli elementi in CFS per impieghi strutturali, non possa prescindere da un'analisi più ampia, che prenda in considerazione non solo le prestazioni strutturali, ma anche i molteplici aspetti di natura non-strutturale: caratteristiche morfologiche e dimensionali dei profili, tipo di collegamenti, costi complessivi, tempi di realizzazione, questioni legate al trasporto e al sollevamento, ecc.

Pur avendo da tempo abbandonato in sostanza la laminazione a caldo di profilati e concentrato l'attività produttiva sulla profilatura e piegatura a freddo di coils, il nostro Paese vede un impiego dei profili in CFS limitato prevalentemente alle orditure secondarie di copertura e alle sottostrutture dei sistemi di rivestimento e completamento.

gno e quelle di calcolo, nonché da un buon livello di automazione finalizzato a velocizzare la restituzione degli elaborati di progetto. Più che nel calcolo vero e proprio, il campo nel quale si distingue la reale competenza dello specialista in strutture è quello della modellazione strutturale. È questa che rende possibile l'ottimizzazione delle membrature, evitando gli sprechi di materiale e garantendo la migliore rispondenza tra oggetto reale e modello di calcolo ipotizzato. Il calcolo della struttura può essere successivamente demandato ai software attualmente in commercio. Questi software, come accade già per altri applicativi di ingegneria, si distinguono in due categorie: i solutori e i post-processori. Il solutore ha il

compito di risolvere la struttura, calcolando le sollecitazioni a cui le membrature sono sottoposte. I post-processor confrontano queste ultime con le resistenze degli elementi definite in base al materiale impostato, eseguendo, in base alla normativa specifica o a parametri personalizzati, le verifiche necessarie (sicurezza, stabilità, deformabilità). Alcuni software inoltre sono concepiti in termini di modellazione strutturale integrata, che consente ai progettisti di un team di gestire in collaborazione, secondo le specifiche competenze, l'intero flusso di progetto. E' così possibile passare dalla fase di disegno (con controlli di interferenza automatici sia per gli elementi strutturali che per le bullonerie) alla fase di costruzione, attraverso la fase di fabbricazione degli elementi progettati, grazie ad un interfacciamento tra software e macchinari dedicati alla produzione, realizzando file specifici per macchine di taglio e foratura a controllo numerico e per lo scambio tecnologico dei dati.

#### Acciaio e protezione al fuoco

Negli ultimi anni il processo di normazione a livello Europeo e nazionale sul tema della sicurezza strutturale in caso di incendio ha visto l'approvazione di norme – sia per l'esecuzione di collaudi su elementi strutturali, sia per la caratterizzazione e il calcolo del contributo dei prodotti per la protezione al fuoco delle strutture – finalizzate a fornire efficaci strumenti per la valuta-

zione globale della sicurezza strutturale di edifici soggetti ad incendio reale. Tale processo ha determinato l'affermazione di un approccio ingegneristico della sicurezza in caso di incendio (fire safety engineering) che ha

#### **ACCIAIO E FUOCO IN INGHILTERRA, UNO DEI PAESI ALL'AVANGUARDIA NELLA FIRE SAFETY ENGINEERING, DIMEZZANDO I COSTI DELLA PROTEZIONE AL FUOCO, SONO RADDOPPIATE LE QUOTE DI MERCATO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO**

permesso la coesistenza, accanto ad un approccio tradizionale di tipo prescrittivo, anche di un approccio prestazionale, basato sul raggiungimento degli obiettivi della sicurezza in caso di incendio. Un approccio, quest'ultimo, che determina non solo una più accurata verifica dei livelli di sicurezza prefissati, ma anche una maggiore libertà nelle scelte progettuali. Così come avvenuto in altri paesi, anche in Italia l'introduzione di normative prestazionali (e il superamento della Circolare 91 del 14 settembre 1961), permette la possibilità di eseguire una valutazione globale

#### Software di calcolo per le strutture in acciaio

www.stacec.it  
www.hsh.info  
www.amv.it  
www.brunetta2.it  
www.harpaceas.it  
www.acecad.co.uk  
www.castaliaweb.com  
www.steel-graphics.com  
www.concrete.it  
www.stsweb.it  
www.robotat.com



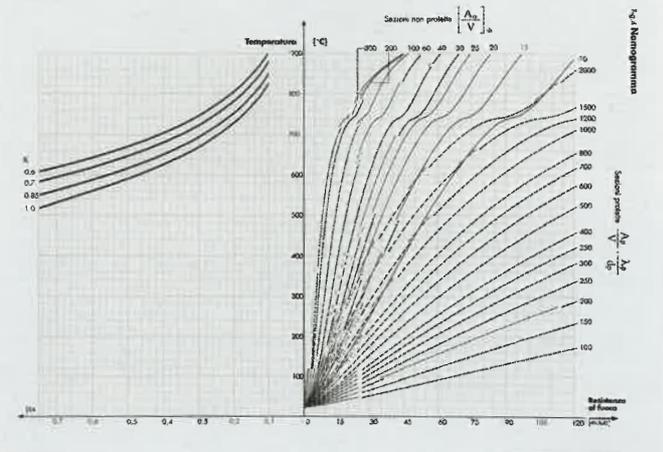
#### e un aiuto on-line alla progettazione

Il calcolo delle strutture in acciaio è connesso alla conoscenza delle caratteristiche geometriche delle sezioni. Questi dati sono facilmente reperibili per i laminati classici (IPE, HE, UPN, etc.) o per i profili tubolari, mentre è più difficile rintracciarli per elementi speciali, ma non per questo meno utilizzati, come travi alveolari o tralicci leggeri. In questo senso il sito di Promozione Acciaio, la Fondazione nata nel 2005 con l'obiettivo di incrementare l'impiego dell'acciaio nelle costruzioni e nelle infrastrutture italiane, offre uno strumento prezioso in quanto mette a disposizione una serie di tabelle che forniscono le caratteristiche geometriche necessarie alla progettazione degli elementi strutturali. Ad esempio, le lamiere grecate sono dimensionate non sulla base di calcoli specifici, ma utilizzando tabelle dedotte da prove di carico sperimentali. Queste tabelle sono di rapida consultazione: è possibile dedurre il parametro incognito (spessore della lamiera e/o altezza della soletta) in funzione della distanza degli appoggi e dal carico di esercizio. Per ogni tipo di lamiera vengono inoltre suggeriti gli spessori della soletta, i passi delle reti elettrosaldate, ecc.

della sicurezza e di dimensionare le prestazioni di protezione e prevenzione dell'edificio sulla base dell'effettivo livello di rischio in caso di incendio. Sono pertanto disponibili metodi e programmi di calcolo automatico basati su normative prestazionali, tali da consentire di limitare i requisiti di resistenza al fuoco e di applicare la relativa protezione (pitture intumescenti, pannelli di gesso e fibre di vetro, calcestruzzo, ecc.) solo agli elementi per i quali dovesse risultare veramente necessaria, evitando così interventi estesi in modo indifferenziato che, oltre a risultare inutilmente costosi, spesso danno soltanto un'illusione di sicurezza. Nel Regno Unito ad esempio, nazione tra le più avanzate nello sviluppo della fire safety engineering, dal 1980 ad oggi al dimezzamento del costo della protezione contro il fuoco ha corrisposto un raddoppio della quota di mercato delle strutture in acciaio. Studi di settore hanno valutato che se la tendenza in atto nel Regno Unito si diffondesse, il consumo di acciaio strutturale crescerebbe di circa 3 milioni di tonnellate

## Il Nomogramma

La Commissione per la Sicurezza delle Costruzioni in Acciaio in caso di Incendio, nata su iniziativa della Fondazione Promozione Acciaio, ha di recente presentato il Nomogramma, uno strumento operativo semplificato che permette la stima o la verifica preliminare della resistenza al fuoco di travi o pilastri in acciaio, sia protetti che non protetti. Facendo riferimento all'Eurocodice 1993 1-2, il metodo di calcolo si basa sulla determinazione della temperatura critica ottenuta in funzione delle sollecitazioni relative alle combinazioni di carico per la situazione di incendio. Attraverso l'uso di tabelle e, in particolare, del grafico rappresentato nell'immagine, è possibile ottenere indicazioni sia sulla resistenza al fuoco degli elementi strutturali, sia sullo spessore della protezione da applicare.



te all'anno in Europa e di 50 milioni di tonnellate nel mondo.

**Lacune del passato e prospettive per il futuro**  
Maggiore capacità di penetrazione nel mercato da parte della lobby dei costruttori in calcestruzzo armato, costi superiori rispetto ad altri mate-

riali, scarsa conoscenza da parte dei progettisti, modesta capacità professionale della manodopera, limitata diffusione di una cultura accademica in grado di promuovere lo studio di materiali e tecnologie diverse da quelle più tradizionali: la pur lunga lista delle recriminazioni per la mancata diffusione dell'acciaio non può far dimenticare i consistenti margini di crescita che possono oggi avere le costruzioni in acciaio nel nostro Paese. Tra i diversi protagonisti di tale mercato, le aziende produttrici

**GUARDARE INDIETRO**  
**L'ABITUDINE PROGETTUALE DI RIFERIRSI A DATI SVILUPPATI CON I MATERIALI TRADIZIONALI HA FRENATO L'INNOVAZIONE NELL'USO DELL'ACCIAIO**

dimostrano particolare dinamicità, puntando in modo specifico sul miglioramento qualitativo dei prodotti e dei processi produttivi e, nonostante la mancanza di contributi statali, investendo in maniera consistente nella ricerca e nello sviluppo di tecnologie innovative. Recenti realizzazioni stanno inoltre ottenendo sostanziali riconoscimenti in termini sia espressivi che economici, dimostrando l'efficacia delle soluzioni in acciaio nel rispondere a specifici problemi di natura ambientale, tecnica e funzionale. Promettenti segnali per un auspicabile sviluppo delle costruzioni metalliche in Italia?

*Per saperne di più*  
[www.promozioneacciaio.it](http://www.promozioneacciaio.it)  
[www.acaiacs.it](http://www.acaiacs.it)  
[www.federacciai.it](http://www.federacciai.it)  
[www.aippeg.it](http://www.aippeg.it)  
[www.steelconstruct.com](http://www.steelconstruct.com)

*Uno speciale ringraziamento a Enrico Russo e Giuseppe Ruocco per la preziosa collaborazione.*

## L'acciaio nella Nuova Fiera di Roma



Strutture in acciaio nel nuovo quartiere fieristico di Roma. (Studio Valle)

## GRANDI LUCI, PICCOLE SEZIONI

Per la realizzazione del Canestro del Centro Commerciale Terminal Nord di Udine, lo Studio Gregotti Associati ha proposto l'utilizzo dell'acciaio, per creare un anello centrale controventante in grado di controllare le sollecitazioni a neve e sisma, senza avere pilastri a supporto della struttura stessa. Da un punto di vista funzionale questa soluzione richiedeva trasparenza, grandi luci e masse strutturali minime. Per rispondere a tali esigenze la struttura offre prestazioni statiche elevate, con ridotte condizioni di ingombro in sezione e comportamenti ai carichi analizzabili e calcolabili (comportamenti che, in strutture di questa tipologia, si rivelano nella realtà molto vicini a quelli teoricamente previsti). Dal punto di vista del sisma e della grande luce l'utilizzo dell'acciaio è risultato quindi particolarmente vantaggioso per l'elevata flessibilità e per la massa, inferiore a quella del calcestruzzo.

Dal punto di vista architettonico ha permesso di realizzare una struttura di grandi luci con ingombri delle sezioni ridotte (strutture snelle) e con forme a semplice o doppia curva-



tura, praticamente irrealizzabili in cemento armato.

Tecnicamente, l'opera è una pensilina curvilinea a sezione circolare con foro centrale

e senza appoggi centrali, il cui diametro esterno è di 40 metri, mentre il foro centrale ha diametro di 12 metri.

La pendenza radiale interna è notevole, ed è pari a circa il 47%.

L'anello centrale controventante (merletto) è stato realizzato mediante l'assemblaggio di 20 elementi, ciascuno dei quali ha base di dimensione di 6100x3700 mm.

La struttura è esternamente supportata da 20 colonne di diametro di 273 mm, poste sul diametro di 40.000 mm, sulle quali appoggiano le capriate a doppio T saldato.

A sostegno dei vetri, la struttura secondaria è realizzata in profili a doppio C accoppiati, aventi altezza di 120 mm. I profili sono collegati, tramite bullonatura, agli anelli circolari, a passo di circa 3.100 mm.

### IL PROGETTO

Oggetto:	Canestro del Centro Commerciale Terminal Nord
Committente:	Opit Real Retail Bergamo
Località:	Udine
Progettista:	Studio Gregotti Associati
DDLL:	Architetto Laura Celè - Milano
Fornitura materiali:	Gruppo Simeon, con Simeon Carpenterie



## STRUTTURA ANTISISMICA IN ACCIAIO



**A**lpentrans si è affidata a Stahlbau Pichler per la progettazione e la realizzazione del suo nuovo centro per la logistica, costituito da un magazzino di 6700 m<sup>2</sup> e da una palazzina per uffici, che si sviluppa su una superficie di circa 1200 m<sup>2</sup>.

L'edificio, situato strategicamente a Salorno sulla strada che collega Trento e Bolzano, presenta una facciata dall'andamento dinamico curvo che evoca la freneticità degli spostamenti che si devono organizzare.

Il tetto prefabbricato del magazzino, isolato con pannelli rivestiti esternamente in lamiera grecata di acciaio, è scandito dagli shed in acciaio e policarbonato che, inseriti sul tetto piano con un'inclinazione di 60°, riempiono di luce gli spazi interni e colloquiano con il movimento dei prospetti esterni che si avvalgono di un rivestimento in lamiera sagomata d'acciaio per dare

IL PROGETTO	
Oggetto:	Centro per la logistica Alpentrans
Committente:	Alpentrans
Località:	Salorno (Bz)
Progettista:	studio Architekten Walter Pichler & Partner
DDLL:	Architetto Laura Celè - Milano
Fornitura materiali:	Stahlbau Pichler

vitalità al manufatto e contraddistinguere la morfologia architettonica.

Per gli elementi strutturali verticali è stato utilizzato un acciaio di qualità S275JR e S355JR.

Le colonne, trattate con vernici antincendio R60, sono in HEA300.

Le travi reticolari sono realizzate con profili laminati HEB180, le diagonali e i montanti sono in tubi quadri 90x90x8 e 60x60x8 qualità S355JR.

La stabilità del sistema contro il sisma è verificata in base all'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri 3274 adottando la zona 4 e un terreno di tipo C. Le fondazioni sono state dimensionate considerando nel calcolo anche i momenti ribaltanti che la struttura soprastante di acciaio trasferisce alla base.

Le colonne di acciaio sono state quindi annegate nei muri di calcestruzzo e/o fissate alle fondazioni mediante tirafondi con lo scopo di ottenere un incastro perfetto. Lo studio Architekten Walter Pichler & Partner, che ha firmato il progetto, ha fissato nelle strutture, negli spazi, nelle superfici, nella logica stessa della costruzione, non solo la funzione d'uso di ogni singolo ambiente, ma anche il ruolo di attrattore nel contesto urbano.

