

**LA TORRE ISOZAKI NEL QUARTIERE CITYLIFE A MILANO: UNA GRANDE  
OPERA STRUTTURALE CHE CONTEMPLA UN IMPORTANTE ESEMPIO DI  
COSTRUZIONE IN CARPENTERIA METALLICA E DI APPLICAZIONE DELLA  
NORMA EN 1090 NELLA FABBRICAZIONE DI STRUTTURE IN ACCIAIO**

**THE ISOZAKI TOWER IN CITYLIFE DISTRICT IN MILAN: A GREAT  
STRUCTURAL WORK THAT INCLUDES AN IMPORTANT EXAMPLE OF STEEL  
STRUCTURE AS WELL AS EN 1090 NORM USE FOR STEEL STRUCTURES  
PRODUCTION**

Bruno Finzi, Luca Rossini  
CeAS - Centro di Analisi Strutturale Srl  
Milano, Italia  
b.finzi@finzi-ceas.it  
l.rossini@finzi-ceas.it

**ABSTRACT**

Architect Arata Isozaki designed a skyscraper that belongs to the redevelopment of the old Exposition area in Milan, also known as “Citylife Project”. The building is designed with 50 above ground levels raising 202 meters from the urban level and 4 underground levels. The main structure is made by reinforced concrete structures and complex steel elements. Two steel belt trusses are placed at 24<sup>th</sup> floor for the purpose of coupling the reinforced concrete cores. Two couples of steel ties, that stretch for 63 and 42 meters each, mark out the tower aesthetically and structurally. They have a unique shape and a very complex composition since they are made by a lot of steel elements with different peculiarities and qualities, provided by many subcontractors. All these steel components represent an interesting example structurally and normatively. Indeed some of them have been qualified according to DM 14/01/2008 and some other by CE labeling according to EN 1090 Norm, in accordance with Construction Product Regulation n.305/2011 and DM 14/01/2008, although this application regime was at the time still elective.

**SOMMARIO**

Nell’ambito del progetto di riqualificazione dell’area dell’ex fiera di Milano, denominato “Progetto CityLife”, è stato realizzato un edificio a torre progettato dall’architetto Arata Isozaki. L’edificio è costituito da 50 piani fuori terra, per un’altezza complessiva di circa 202m e da 4 livelli interrati. La struttura è costituita da elementi in calcestruzzo e da complesse componenti in carpenteria metallica. Ne sono un esempio saliente le due “belt truss”, travi reticolari di accop-

piamento dei core in cls, posizionate in corrispondenza del ventiquattresimo piano della Torre. Altri elementi unici per la loro forma e composizione, che caratterizzano dal punto di vista estetico oltre che funzionale l'edificio in oggetto, sono le due coppie di puntoni aventi lunghezza di 63m e 42m, realizzati impiegando numerosi elementi in acciaio di diverse caratteristiche e qualità, avvalendosi della collaborazione di vari subfornitori. Queste componenti metalliche rappresentano un interessante esempio anche dal punto di vista normativo oltre che strutturale, dal momento che alcune sono state qualificate secondo D.M. 14/01/2008 ed altre, nonostante il regime facoltativo di applicazione ancora in vigore, secondo apposizione di marcatura CE in accordo alla norma armonizzata di riferimento EN 1090, ai sensi del vigente Regolamento Prodotti da Costruzione n.305/2011 e D.M. 14/01/2008.

## 1 INTRODUZIONE

L'edificio a torre denominato Torre Isozaki è situato all'interno della zona ex fiera campionaria di Milano, nell'ambito del "Progetto CityLife", costituito da un'area complessiva di intervento di 366000m<sup>2</sup> con un piano di trasformazione che prevede un mix articolato e bilanciato di funzioni pubbliche e private, fra residenze, uffici, negozi, servizi, aree verdi e spazi pubblici.

Il nuovo landmark per Milano sarà caratterizzato da tre torri a destinazione direzionale, progettate da Arata Isozaki, Zaha Hadid e Daniel Libeskind.



**Fig. 1:** Pianta generale del "Progetto CityLife"



**Fig. 2:** Render della Torre Isozaki

Il grattacielo è realizzato con una struttura mista in acciaio e calcestruzzo che si sviluppa per circa 202m dalla quota della piazza principale circostante pari a +129,00m s.l.m., ovvero di 207m s.l.m. rispetto al piano stradale. In sommità è inoltre presente un'antenna costituita da un profilo tubolare in acciaio di lunghezza pari a circa 40m. Nella parte fuori terra l'edificio è costituito da un numero complessivo di 48 moduli da 3,90m di altezza e da tre moduli da 5,00m; al di sotto della torre si sviluppa un piano di collegamento alla piazza commerciale ipogea (a quota +122,00m s.l.m.) e due livelli interrati prevalentemente destinati ad aree tecniche (livelli alle quote +117,00m s.l.m., +113,20m s.l.m.). Per quanto riguarda l'interazione della torre con la piastra commerciale circostante, occorre precisare che le strutture Piastra e Torre sono due strutture separate. La Torre è prevalentemente destinata ad uffici (46 livelli complessivi).

L'accesso all'edificio avviene da due livelli alternativi: da quota +122.0m s.l.m. dove si trova anche il collegamento alla stazione della metropolitana M5 e da quota +129.0m s.l.m..

L'edificio ha una fondazione a platea di spessore variabile tra i 3,5m in corrispondenza dei nuclei e sotto le quattro colonne centrali, e 2,5m nelle altre zone. Inoltre dalla platea nascono 52 pali

aventi diametro di 1,2m e 10 pali aventi diametro di 1,5m tutti di lunghezza pari a 33,2m, con la funzione di ridurre i cedimenti.

Dalla fondazione a salire verso la sommità, i principali elementi che caratterizzano la struttura possono essere così elencati:

- nuclei principali in c.a. con pareti di spessore variabile, ospitanti vani scala e ascensori;
- ascensori panoramici presenti in facciata, alle estremità dei lati corti del piano;
- travi e solai in c.a., con spessore variabile;
- colonne miste acciaio-calcestruzzo e colonne in c.a., di sezione circolare (10 lungo il perimetro e 4 centrali);
- travi di cintura (dette anche *belt-trusses*) poste al livello intermedio dell'edificio realizzate in acciaio e poste in sommità dell'edificio realizzate in calcestruzzo, con la funzione di "accoppiare" i nuclei verticali in calcestruzzo;
- puntoni di collegamento tra la Torre e i dissipatori viscosi, posti a livello piazza, che contribuiscono a contenere le vibrazioni dell'edificio indotte dalle sollecitazioni esterne.

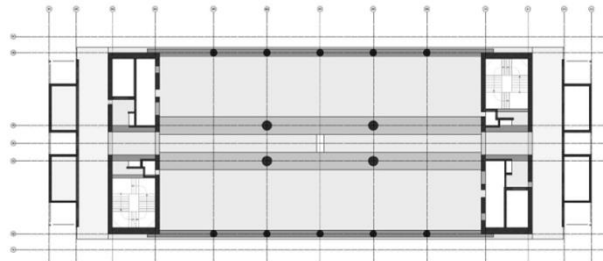


Fig. 3: Planimetria del livello tipo

## 2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Entrando nel merito dell'impostazione strutturale della Torre Isozaki, la parte di edificio che si sviluppa fuori terra è assimilabile ad una mensola a pianta rettangolare di dimensioni 24x60m, con l'asse principale longitudinale orientato in direzione sud-ovest nord-est. I quattro nuclei che si sviluppano dalla platea di fondazione alla sommità dell'edificio raggiungendo una lunghezza di circa 218m, hanno sezione a "C", sono posizionati a due a due lungo i lati corti del piano e sono accoppiati dalle travi in c.a. disposte sopra le porte di ingresso ai vani scala. Nella parte centrale del piano si sviluppa l'area open space destinata agli uffici. I nuclei costituiscono il sistema di controventamento principale della struttura e al loro interno risiedono i vani ascensori e scale prefabbricate in c.a.. Sono realizzati con calcestruzzo classe C40/50 e i setti che li costituiscono hanno spessore variabile fra 0,4m ed 1,2m.

Nella direzione longitudinale parallela al lato maggiore, i nuclei controventanti in calcestruzzo armato sono irrigiditi a metà altezza e in sommità da due coppie di travi cintura (*belt trusses*). La prima coppia è costituita da travi reticolari identiche in carpenteria metallica, in composizione saldata, dislocate nell'interpiano P24-P25, cui sono collegati, mediante giunzioni ad attrito, diagonali di irrigidimento annegati all'interno delle pareti dei nuclei tra i piani 23-24 e 25-26.

La seconda coppia è invece costituita da travi parete in calcestruzzo armato, poste tra i livelli 49 e 50, irrigidite da diagonali in carpenteria metallica anch'essi annegati all'interno delle pareti dei nuclei tra i livelli 48 e 49.

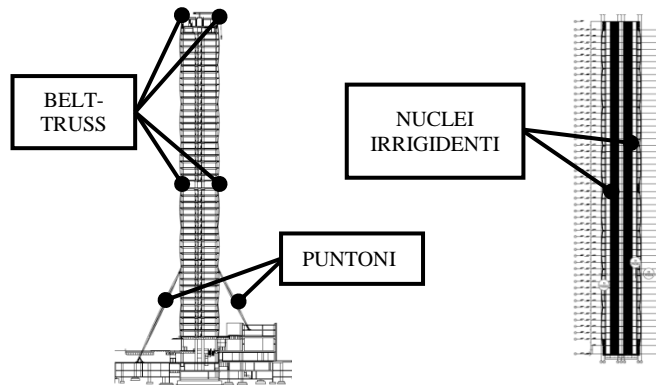


Fig. 4: Sezione trasversale

Fig. 5: Prospetto lato ovest

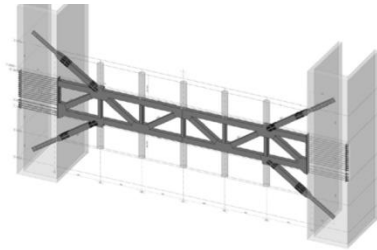
Come si evince dalla figura soprastante, l'edificio è caratterizzato sulla facciata nord e sud da due coppie di puntoni di contrasto in acciaio collegati ai nuclei a circa un quarto dell'altezza totale della Torre per mezzo di cerniere cilindriche. Alla base invece, sono collegati agli smorzatori viscosi (posizionati lungo l'asse longitudinale del puntone) attraverso cerniere di tipo cilindrico, appartenenti al sistema di connessione dei dispositivi, che permettono il movimento lungo l'asse longitudinale. La geometria dei manufatti deriva da scelte di valenza architettonica.

Nel seguito si analizzano nel dettaglio le complesse componenti in carpenteria metallica che caratterizzano la struttura in oggetto.

### 3 BELT TRUSSES INTERMEDIE

Sono elementi costituiti da profili in acciaio realizzati con piatti saldati che si intersecano per formare una struttura reticolare principale con degli elementi diagonali di rinforzo a cavallo delle zone terminali. Sono lunghe 36,1m, per una altezza di 5,8m ed una massa di acciaio indicativa pari a 180t. Il materiale utilizzato è acciaio tipo S355 conforme a UNI EN 10025-2 con grado di resilienza J2 o K2 in base agli spessori impiegati. Le lamiere utilizzate hanno spessore variabile fra 70 e 100 mm. Il collegamento di testa che connette i correnti della reticolare centrale della belt truss avviene mediante una piastra in acciaio di spessore 80 mm sulla quale si innestano 18 barre Dywidag di diametro 47 mm. Le barre presenti garantiscono l'assorbimento delle azioni di taglio nella belt truss per attrito in SLU.

Lungo lo sviluppo del profilo diagonale sono presenti giunti bullonati con doppi coprigiunti d'ala e d'anima, aventi un numero di bulloni sufficiente a far lavorare ad attrito il collegamento anche allo SLU. Nella sezione terminale di innesto all'interno dei nuclei in calcestruzzo la sezione dei profili è stata ridotta al fine di contenere gli ingombri all'interno dei core e favorire il formarsi di una zona della belt truss in cui sia possa dissipare energia. La connessione con i cores avviene mediante piatti piolati in maniera tale da garantire la sovrarresistenza della connessione.



**Fig. 6:** Vista assonometrica della trave cintura e dei collegamenti ai nuclei

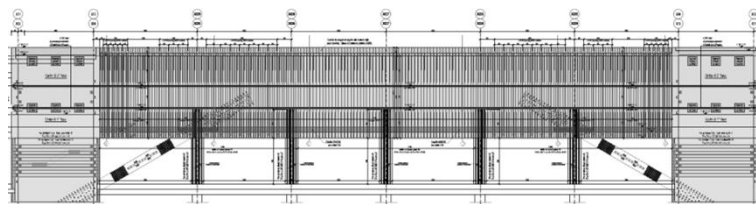


**Fig. 7:** Trave cintura posizionata in opera

#### 4 BELT TRUSSES IN SOMMITÀ

Le travi in oggetto si trovano a livello P49-P50, hanno spessore pari a 90cm e altezza pari a 5,19m. Come si può osservare in figura 8, in adiacenza ai nuclei sono disposte inferiormente diagonali metalliche piolate che collegano le travi cintura ai nuclei stessi, in analogia a quanto realizzato per le travi di cintura intermedie. Il calcestruzzo impiegato ha classe di resistenza C60/75, con miscela di tipo autocompattante e fibrinforzata.

Ulteriori elementi di solidarizzazione tra travi e setti longitudinali dei nuclei, sono costituiti da 22 barre Dywidag di diametro 26 mm per parte e da 2+2 cavi da 15 trefoli da 0.6" tipo "super" inietti con malta.

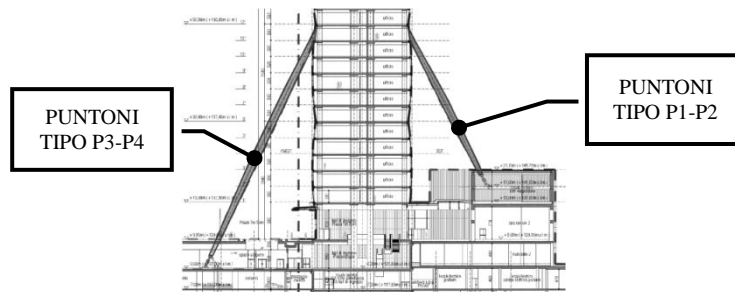


**Fig. 8:** Prospetto laterale della trave cintura di copertura

#### 5 PUNTONI

Le due coppie di puntoni hanno lunghezza, compresi i sistemi di connessione, pari a circa 63m (i puntoni della facciata nord/ovest) e 42m (i puntoni della facciata sud/est). In figura 10 viene riportata una sezione trasversale dell'edificio in cui si evidenziano due dei quattro puntoni.

I puntoni P1 e P2 a sud-est, hanno quota di imposta pari a +141,80m s.l.m. e ricadono all'interno di due edifici ad uso impiantistico Core A e Core B che nascono dal piano terra. I puntoni P3 e P4 sul versante nord-ovest hanno quote di imposta pari a +122,00m s.l.m.. L'attacco alla Torre avviene a quota +178,80m s.l.m per tutti e quattro gli elementi, in corrispondenza del livello 11. Il collegamento è realizzato con cerniere cilindriche su piatti di spessore 100mm fissati ai nuclei, e saldati a piena penetrazione.



**Fig. 9:** Sezione trasversale edificio con vista puntoni

Alla base di ogni puntone invece, il collegamento è realizzato per mezzo di una coppia di dissipatori viscosi che contribuiscono allo smorzamento della Torre (figura 11).

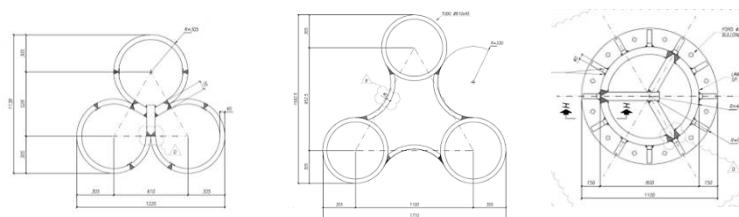


**Fig. 10:** Puntone P3 e P4 in posizione

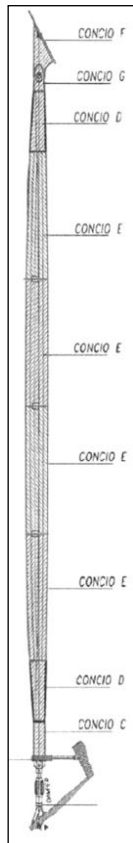


**Fig. 11:** dissipatori viscosi di base

Di seguito, con riferimento alle figure 12 e 13, vengono illustrate le caratteristiche strutturali dei puntoni:



**Fig. 12:** Sezioni trasversali conci D – E (calastrellato) – C



- **Concio F:** terminale di collegamento alla Torre, realizzato con lamiera di spessore 100mm in acciaio S355K2.
- **Concio G:** l'elemento fucinato (ogiva), che costituisce la testa del puntone contenente il perno cilindrico di sommità (in acciaio bonificato 39NiCrMo3 secondo UNI EN 10083-3), è stato realizzato in acciaio P355QH (secondo UNI EN 10222-4) per fusione ovvero per fresatura a formare la geometria di progetto; il gioco foro-perno è stato ridotto al minimo necessario per consentire l'installazione.
- **Concio D:** è costituito da:
  - un elemento interno d'irrigidimento composto da tre piatti piani in acciaio S355K2 dello spessore di 70mm saldati a formare un elemento "a stella"; tre dei quattro lati dei piatti sono rettilinei mentre il terzo lato ha un andamento curvo tagliato a controllo numerico;
  - tre piatti da 40mm in acciaio S355J2 calandrati su una superficie conica ottenuta per raccordo di una direttrice rappresentata da una porzione di circonferenza di diametro 610mm e di una direttrice rappresentata da una porzione di circonferenza di diametro 800mm; i tre piatti conici così ottenuti sono saldati a completa penetrazione lungo il lato curvo degli irrigidimenti interni;
- **Concio E:** rappresenta la porzione centrale del puntone ed è costituito da tre tubolari cavi in acciaio S355J2H di diametro 610mm e spessore di parete di 40mm, calandrati secondo la geometria rappresentata in figura 12. I tubolari sono collegati trasversalmente da tre calastrelli in acciaio S355J2 puntuali disposti al 25%, 50% e 75% della lunghezza del concio. I tubolari sono stati riempiti di calcestruzzo per garantire la necessaria stabilità aeroelastica della struttura. Una pannellatura con lamiera macroforata in acciaio inox AISI 304 è stata fissata ai tre tubolari lungo tutto il concio.
- **Concio C:** costituisce il raccordo di base tra il puntone e gli smorzatori viscosi; è costituito da lamiera stampata in acciaio S355K2 di diametro 800mm e spessore di parete 60mm irrigidito internamente da un elemento "a stella" che costituisce il proseguimento dell'irrigidimento contenuto nel concio D (si veda fig. 12).

Fig. 13: Prospetto puntone

## 6 PROCESSI DI QUALIFICA

Le travi di cintura, sia quelle intermedie che quelle di copertura, sono state prodotte e messe in opera prima del 01/07/2014, quando l'apposizione della marcatura CE alle strutture metalliche in accordo alla norma UNI EN 1090 era ancora facoltativa. Quindi, al fine di dimostrare la qualità dei prodotti posati, è stata richiesta la qualificazione secondo D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche di Costruzione" e l'accREDITAMENTO del produttore delle carpenterie metalliche come "Centro di trasformazione" presso il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Con riferimento alla qualificazione dei puntone invece, è necessario chiarire che a livello europeo, in virtù della libera circolazione dei prodotti da costruzione, è stata varata nel 1989 la Direttiva n. 89/106/EEC, sostituita poi nel luglio del 2013 dal Regolamento Europeo per i Prodotti da Costruzione n. 305/2011, entrato in vigore il 01/07/2013 in tutta Europa. Quest'ultimo prevede che possano esistere due tipi di specifiche tecniche europee:

- le norme armonizzate (in sigla EN);
- gli Orientamenti per il Benestare Tecnico Europeo (in sigla ETAG), quando non esistono le precedenti.

Si deduce che qualunque prodotto da costruzione debba essere realizzato conformemente ad una norma armonizzata al Regolamento per i Prodotti da Costruzione per poter essere marcato CE. In questo modo si sancisce la conformità all'uso, con la quale il produttore attesta di fornire il prodotto secondo le specifiche che ha descritto nella sua dichiarazione di prestazione, che viene accettata in tutta l'Unione Europea. Anche i componenti strutturali metallici ricadono in questa categoria e la norma armonizzata a cui fanno riferimento è la UNI EN 1090, che riguarda l'esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio, specificandone i requisiti per la valutazione di conformità dei componenti, utilizzati nelle strutture di solo acciaio o composte (acciaio e calcestruzzo). Occorre altresì specificare che il regime facoltativo per l'apposizione della marcatura CE in accordo alla norma UNI EN 1090 è rimasto in vigore fino al 01/07/2014: a partire da questa data infatti, tutti i produttori di strutture in acciaio che, in quanto tali, sono già soggetti agli specifici requisiti previsti per il comparto degli acciai per carpenteria metallica (ovvero sono in possesso di qualifica di "Centro di Trasformazione" secondo il paragrafo 11.3.4.10 del DM 14/01/2008), hanno dovuto prevedere per i propri prodotti l'implementazione della marcatura CE.

Al fine di apporre sui puntoni la marcatura CE nonostante la loro produzione fosse avvenuta prima dello scadere del termine succitato, il produttore ha intrapreso un percorso di qualifica secondo la UNI EN 1090, con il supporto di un ente terzo rappresentato da IIS CERT.

È stato quindi implementato un Sistema di Controllo del Processo di Produzione di Fabbrica (FPC) e sono state effettuate prove sperimentali in conformità alla Norma Armonizzata di riferimento. La conformità di tale sistema di controllo (*Factory Production Control*) è stata certificata dall'Organismo Notificato, IIS CERT. Alla base della marcatura CE dei puntoni ai sensi della norma UNI EN 1090-1 "Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio" sono quindi presenti:

- una DOP - *Declaration of Performance* redatta dal produttore;
- un Certificato di Conformità del Controllo di Produzione in Fabbrica emesso dall'organismo Notificato.

In particolare l'attività di IIS CERT ha permesso di confermare l'applicabilità della norma armonizzata di prodotto EN 1090-1 al caso in esame, rilevando come la norma suddetta non preveda l'esclusione di materiali e/o processi non specificamente ricompresi tra i requisiti individuati dal "codice di fabbricazione" EN 1090-2, salvo precisarne le caratteristiche influenzanti le prestazioni oggetto della finale Dichiarazione di Prestazione (DOP) dei componenti coinvolti e le relative opportune modalità di controllo nell'ambito del documento "Specifiche di Componente". Tale documento, emesso dal Progettista in accordo alla UNI EN 1090-1 sulla base degli esiti del processo di progettazione strutturale esecutiva e dei coerenti requisiti di controllo della fabbricazione sulla base di quanto previsto dal "Codice di Fabbricazione" EN 1090-2, costituisce una specifica tecnica indispensabile per definire le indicazioni da ottemperare per la fornitura delle opere.

## **7 CONCLUSIONI**

Le complesse componenti in carpenteria metallica che costituiscono la Torre Isozaki hanno fornito l'opportunità di sperimentare l'applicabilità della norma armonizzata di riferimento EN 1090, nell'ambito dell'apposizione di marcatura CE a manufatti in acciaio. Ciò ha permesso il controllo sistematico e approfondito di tutte le attività di fabbricazione dei vari elementi costituenti i puntoni, caratterizzati da una evidente complessità realizzativa che ha coinvolto numerosi subfornitori. In questa fase è stata di fondamentale importanza la collaborazione tra Produttori, Progettisti ed Enti di controllo (si citano ad es. DL, Collaudatore ed Organismo certificatore), facilitando il completamento di un iter normativo nuovo e articolato.

## **PAROLE CHIAVE**

Belt truss, puntoni, dissipatori, acciaio, qualificazione, marcatura CE.