



Edifici a Grande Altezza

Ing. Emanuele Alborghetti *Studio Ingegneria Alborghetti*

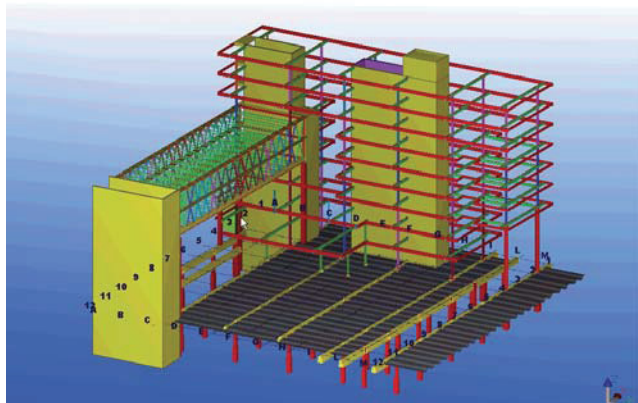
1.6 Il progetto dell'edificio Campari: Aspetti statici e costruttivi di cantiere

La progettazione dell'edificio Campari, che l'architetto Marzorati ha illustrato, prevede fondamentalmente due tipi di strutture: un fabbricato multipiano, con destinazione d'uso uffici, caratterizzato da una struttura con vani scale ed ascensori in cemento armato, pilastri in acciaio costituiti da profili della serie HE con piatti di rinforzo di qualità S355 JO e travi saldate ad ali disuguali con doppia anima dotate di piolatura Nelson. Si tratta quindi di elementi strutturali collaboranti in calcestruzzo-acciaio. Gli orizzontamenti sono ottenuti disponendo tra le travi tegoli prefabbricati ad ali di gabbiano con getto di completamento. Questi ultimi appoggiano sulle ali inferiori delle travi principali in acciaio così da poter contenere lo spessore strutturale in 53 cm a fronte di luci di calcolo importanti (12 m) e carichi applicati piuttosto severi. Lo schema statico che ne deriva è quello di una struttura pendolare con controventi in cemento armato.

La seconda struttura è completamente in acciaio ed è a ponte, intesa come trave reticolare - o meglio, come due travi reticolari parallele di tipo iperstatico: si vedrà, infatti, che le aste interne disposte a croce di S. Andrea, sono ridondanti. Le briglie superiori ed inferiori sono in profilo serie HE, di qualità S355 JO, disposte con l'anima parallela ai solai, le diagonali interne sono tutte in sezione circolare cava, di diametro costante $\Phi 273$, ovviamente di spessore variabile in funzione degli sforzi presenti. I tre impalcati che costituiscono gli orizzontamenti del ponte, due in corrispondenza della briglie ed uno interposto, sono ottenuti con travi piolate di tipo alveolare, per i necessari transiti longitudinali degli impianti tecnologici, e con una lamiera grecata con getto di completamento.

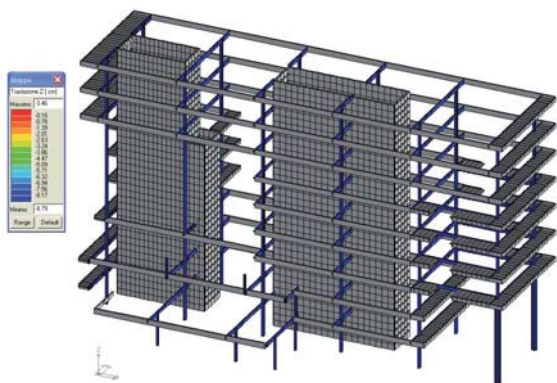


L'intero edificio è stato modellato con uno dei software di Building Information Modelling, descritti in uno degli interventi precedenti. E' possibile vedere la struttura del ponte, in cui si leggono le diagonali interne in $\Phi 273$, le briglie superiori ed inferiori, e gli orizzontamenti con travi alveolari e l'edificio di nove piani, con dei nuclei scala piuttosto importanti e la struttura verticale ed orizzontale di travi e colonne in acciaio.



Dal punto di vista della modellazione strutturale, l'edificio è riconducibile ad una serie di portali canonici, con doppia colonna e trave aggettante da entrambe le estremità, alternati a colonne semplici con trave appoggiata sulla colonna, aggettante da un lato e vincolata al vano scala su quello opposto a mezzo di piastre pre-annegate in fase di getto nel vano scala stesso e successiva saldatura in opera.

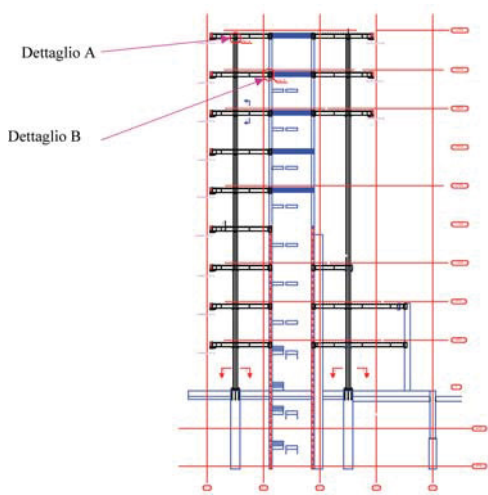
Nel modello dell'edificio, le parti blu sono quelle metalliche: è da osservare che la maglia strutturale di riferimento è di 12 metri per 12 metri. Si tratta quindi di una distanza importante con sbalzi altrettanto importanti sia in una direzione, circa 2 metri, sia in direzione opposta (2,50 metri). Da notare che le travi di coronamento, in c.a.p., insellate sulle travi in acciaio, hanno già le predisposizioni per i collegamenti con la facciata ventilata. Le travi sono passanti sulle colonne per cui queste sono interrotte a ciascun piano, determinando una prevalenza della trave rispetto alla colonna. Gli sbalzi creano qualche problema a livello di freccia elastica verticale, in particolare nelle zone terminali. Questi abbassamenti sono stati governati con delle pre-deformazioni, ossia delle controfrecce elastiche in fase di lavorazione d'officina. Le sollecitazioni, pur essendo l'edificio non particolarmente alto, risultano piuttosto impegnative, tant'è che le azioni trasmesse dalle colonne alle fondazioni sono nell'ordine del milione di deca Newton.



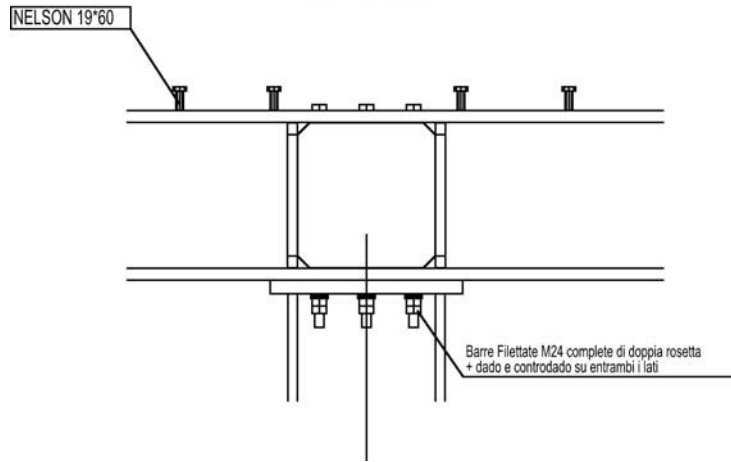
L'intero complesso è stato verificato con analisi agli elementi finiti di diverso tipo, al fine di cogliere gli aspetti strutturali più complessi. Significativa, in questa sede, è l'analisi, con elementi bi e tri-dimensionali della trave a cassone ad ali disuguali, condotta per meglio indagare il comportamento della stessa, con particolare riferimento alla discontinuità ed alla non uniformità di carico indotta dalla geometria dei tegoli con getto integrativo costituenti l'orditura secondaria del solaio.

Sforzi Von Mises travi e pilastri





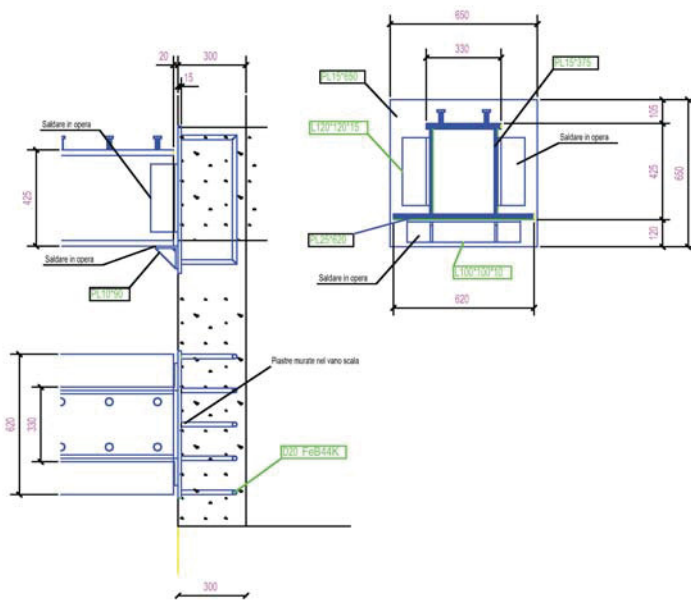
Dettaglio A



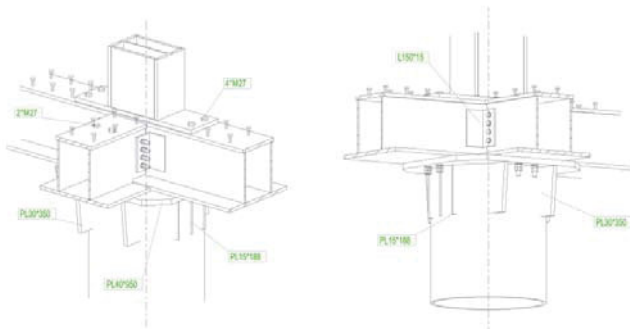
Nella sezione verticale fatta in corrispondenza di uno dei fili dell'edificio, si nota che la colonna di destra rispetto al vano scala risulta molto alta in quanto in questa parte viene ad inserirsi nello spazio di tre impalcati consecutivi il ponte. Le travi sono passanti sulle colonne per cui queste sono interrotte a ciascun piano, determinando una prevalenza della trave rispetto alla colonna.

In corrispondenza dei vani scala, come già sopra osservato, i telai risultano interrotti e la trave è, a sua volta, vincolata al vano scala tramite delle piastre pre-ammarate, di cui si può vedere qualche dettaglio. Il particolare tipo del collegamento trave/columna mostra come la continuità verticale sia ottenuta con piastre e nervature che consentono il trasferimento degli sforzi. In allegato il dettaglio tipo di ammaraggio della trave ad ali disuguali piolata e il vincolo verso il vano scala.

Particolare B

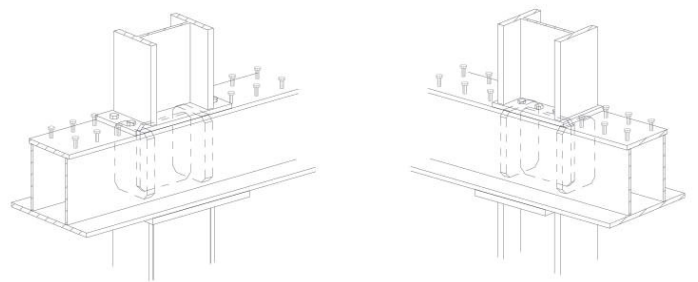


Dettaglio C



Dettaglio costruttivo: colonna circolare/travi

Dettaglio D



Dettaglio costruttivo: continuità colonna/trave

Ecco alcune immagini dal cantiere scattate a partire dal maggio 2007, sullo sfondo si percepisce il vecchio edificio di cui parlava nel suo intervento l'architetto Marzorati. Dal punto di vista operativo si è cercato di sfruttare al massimo i vantaggi della prefabbricazione fuori opera: mentre in cantiere procedevano le fasi di demolizione e di costruzione delle opere di fondazione, in officina avanzava la costruzione delle componenti strutturali in acciaio.



Maggio 2007



Giugno 2007



Giugno 2007



Luglio 2007



Luglio 2007



Agosto 2007



Luglio 2007

La struttura del ponte è formata da 16+16 elementi ad X affiancati di 9 metri per 3 metri mutuamente vincolati tramite bullonatura ad alta resistenza di classe 10.9, M36. Proprio per le dimensioni del ponte è stato necessario prefabbricare in officina tutte le parti, trasportarle ed assemblarle in cantiere ed organizzare i sollevamenti con le gru necessarie.



Ottobre 2007



Ottobre 2007

Il ponte sviluppa su una luce di 48 metri, l'altezza tra le briglie è di 9 metri, la distanza fra le due briglie è di circa 15 metri, il passo delle travi alveolari è di 3 metri e tra una trave alveolare e la successiva è presente una lamiera grecata di tipo canonico, su cui è stato effettuato il getto di completamento che ha costituito il piano finito rustico dell'edificio, ovviamente previa disposizione di armatura lenta necessaria e di opportuna piolatura Nelson dell'ala superiore delle travi alveolari.



Ottobre 2007



Gennaio 2007