

I PADIGLIONI DI GRANDE LUCE LIBERA DELLA FIERA DI BOLOGNA

ed il nuovo modulo polifunzionale

THE WIDE SPAN EXHIBITION HALLS STATION

and the new multifunctional building of Bologna trade fair

Massimo Majowiecki



All'interno della città diffusa, il progetto di riqualificazione ed ampliamento del quartiere fieristico riconnette il sistema territoriale circostante innestandosi tramite una modularità spaziale e strutturale che funge da matrice per la rigenerazione dell'area.

L'attuale ingresso Costituzione viene riqualificato e potenziato preservandone il suo valore storico pur ampliato con elementi spaziali di accoglienza e di connessione sia con funzioni espositive che con il centro congressi ed i nuovi uffici direzionali.

L'ingresso Nord si caratterizza altresì per l'utilizzo della matrice costruttiva prevista per la Mall come elemento di percorribilità omogenea sulla quale potranno essere posti nuovi elementi di ampliamenti funzionali oltre che

Fig. 1 - Vista aerea del quartiere fieristico con i padiglioni di grande luce esistenti

elementi di comunicazione visiva in relazione al sistema infrastrutturale predisposto nel piano.

I padiglioni espositivi si attestano lungo un asse d'interconnessione fortemente identificativo al cui interno i percorsi di avvicinamento alle aree espositive (figura 1) risultano spazi polifunzionali caratterizzati da aree verdi che donano naturalezza all'intero complesso. Un "modulo" pensato e compatibile come modello di riferimento per il futuro internazionale di Bologna Fiere, sarà in grado di garantire: un risultato funzionale e formale nonché omogeneità e coerenza fra il sistema espositivo esistente e quello previsto in ampliamento.

Gli spazi per la nuova logistica sono posti a nord dell'asse ferroviario, connessi con il nuovo sistema viabilistico e in diretta comunicazione con il sottopasso già previsto che consentirà comunicazione diretta e controllata con le aree espositive (Arch. Gianni Di Gregorio).

Inside the city of Bologna the project connects the local territorial system by a spatial and structural modularity that is the base for the regeneration of the exhibition center area.

The existing access "Costituzione" is redeveloped and powered preserving its historical value. The access is enlarged through spatial elements with exhibition purpose for welcoming visitors and connecting the pavilion with the congress center and the new headquarters.

In the North access is placed the architectural matrix of the "Mall": an element of uniform connection on which can be installed new elements for functional extensions and elements for visual communication in relation with the infrastructure system of the floor.

The pavilions are distributed along a longitudinal axis where paths leading to exhibition area (figure 1) turn out to be multifunctional spaces characterized by green areas. The module, designed as a reference model for the international future of Bologna Fair, will be able to assure a functional and formal result plus homogeneity and consistency between the existing exhibitions area and the new extension.

The spaces for the new logistics offices are linked with the viability system and directly connected with the underpass which will permit a direct communication with the exhibition areas.

(Arch. Gianni Di Gregorio)

1. I PADIGLIONI ESISTENTI DI GRANDE LUCE LIBERA

1.1 Padiglioni 19-20

L'opera è situata nella zona nord-ovest del quartiere fieristico di Bologna e si sviluppa su due piani per un totale di oltre 30.000 m² (figura 2).

La pianta è rettangolare e misura 180 m in lunghezza e 76 m in larghezza; la sezione trasversale tipica presenta un piano espositivo a quota zero, dove insistono colonne interne in acciaio-calcestruzzo di sezione circolare su maglia di 24x24 m ed un secondo piano principale a completa luce libera di 64 m, collocato a 11,5 metri. Oltre a questi spazi principali, il padiglione consta all'interno di due solai intermedi (posti a quota 5,75 m) utilizzati per le zone ristoro e per il collegamento con il futuro percorso pedonale esterno, e di due fasce perimetrali larghe 6 m, adibite a spazi tecnici e servizi igienici. Il progetto concettuale delle strutture prevede sottostrutture indipendenti di 24x72 m in modo da evitare situazioni di collasso accidentale progressivo come richiesto, per costruzioni importanti, dall'Eurocodice 1. Queste sottostrutture sono formate da 2+2 elementi portanti verticali in cemento armato (che fungono anche da nuclei scala) di 25 m di altezza, su cui appoggiano le travi spaziali metalliche di 64 m di luce libera, armate con funi spiroidali presollecitate, che portano la copertura; sugli stessi nuclei scale insistono



Fig. 2 - Vista aerea con la parete di tamponamento del lato nord del padiglione

altresi delle travi reticolari, pure in acciaio, che sorreggono il solaio del piano espositivo superiore a 11,50 m. Le travi reticolari, lunghe 72 m, sono sorrette anche da colonne intermedie, distanziate di 24 m, miste collaboranti in acciaio-clt, connesse alle travi reticolari per mezzo di puntoni inclinati a piramide rovescia. La parete di tamponamento del lato Nord del padiglione P20 (figura 3) è stata progettata utilizzando un sistema strutturale leggero costituito essenzialmente da:

- una membrana in materiale composto di fibra di vetro e P.T.F.E. (politetrafluoroetilene);
- un sistema di funi contrapposte a doppio effetto, ordite verticalmente.

Le strutture della parete Nord assolvono a tre funzioni integrate:

- Sostegno della copertura;
- Parete di tamponamento;
- Ponte di sostegno del livello 5,75.

La sezione trasversale tipica del padiglione (figura 4) è organizzata su due piani: il piano primo, a quota di riferimento 0,00 m, è a tre campate rispettivamente di 20 m e 24 m aventi altezza utile

interna pari a 8,14 m; il secondo piano, a quota 11,50 m, presenta una grande luce libera di 64 m e 6 m di altezza libera alla catena con, mediamente, 12 m di altezza in corrispondenza del manto di copertura. Oltre agli orizzontamenti espositivi principali, disposti a quota 0,00 m ed a quota 11,50 m sono previsti, ad un livello intermedio di 5,75 m, piani accessori in zona nord e sud.

La suddetta sezione trasversale presenta, lateralmente, due zone larghe 6 m ciascuna, entrambe dedicate al posizionamento dei volumi tecnici e dei servizi. In queste zone sono ubicati solai a quote: 2,875 m, 5,75 m, 8,625 m, 11,50 m e 14,375 m. Complessivamente sono state utilizzate 3.660 tonnellate di acciaio.

La concezione progettuale architettonica-strutturale del nuovo padiglione espositivo P19-20, prevede l'adozione di un sistema strutturale principale costituito da 7 telai spaziali staticamente indipendenti orditi trasversalmente ad interasse costante di 24 m.

I sistemi strutturali, così formati, sono tra loro collegati in direzione longitudinale secondo uno schema tipo Gerber per risultare elasticamente e termicamente debolmente correlati anche al fine di minimizzare, cortocircuitandole, le eventuali conseguenze di

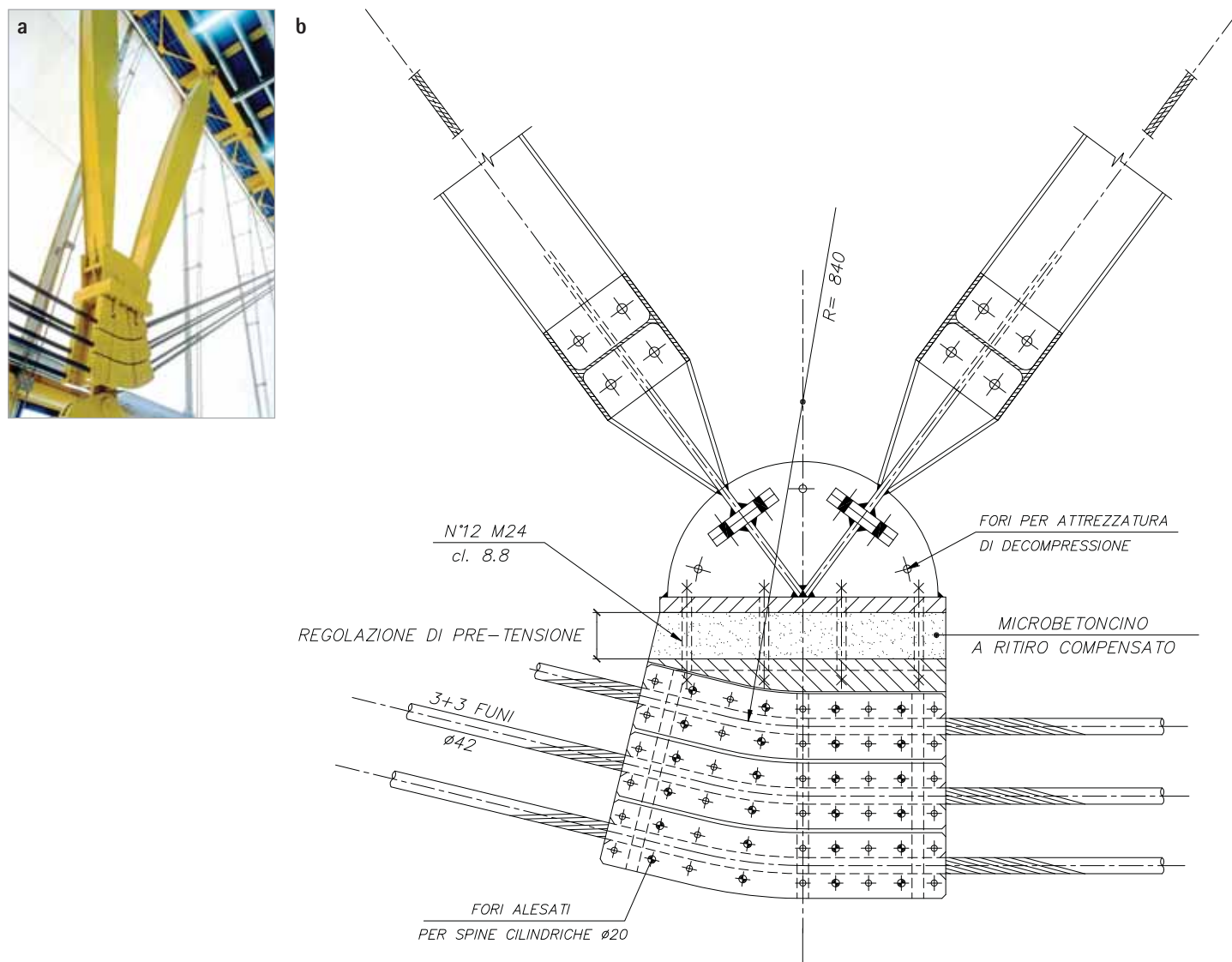


Fig. 3 - a) Parete nord in membrana PTFE e tensostrutture verticali; b) dettaglio sella delle funi regolabile.

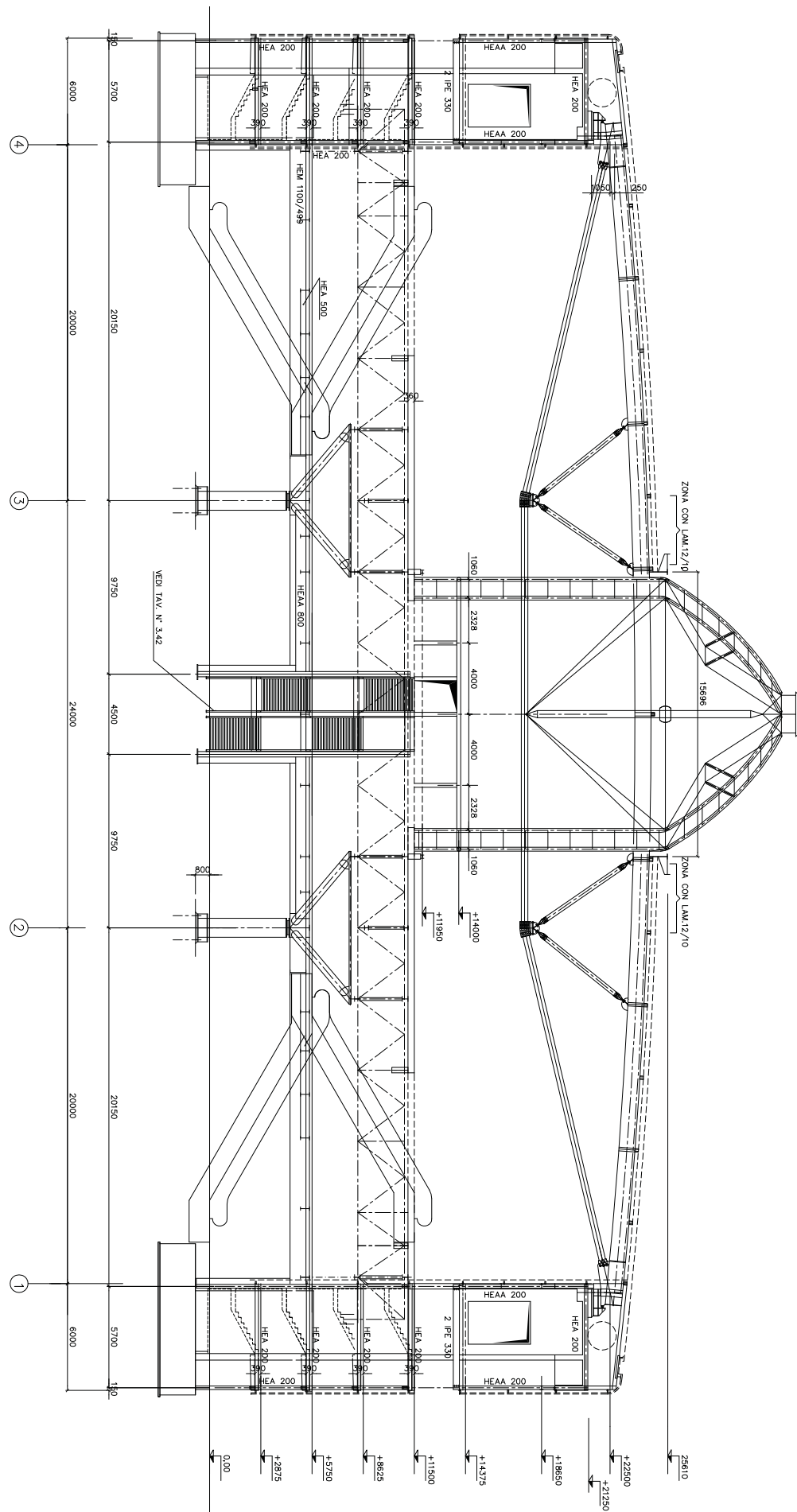


Fig. 4 - Sezione trasversale tipica del padiglione

un collasso strutturale progressivo provocato da incendio e/o altre azioni accidentali estreme, imprevedibili. Ogni sistema strutturale principale è a sua volta formato dalle seguenti sottostrutture:

- sistema di fondazione indiretto su pali;
- strutture verticali principali in c.a.;
- strutture orizzontali metalliche;
- sistema di copertura in struttura metallica presollecitata;
- sistema di tamponamento metallico ed in vetro strutturale.

1.1.1 Sistema di copertura in struttura metallica presollecitata

Il sistema di copertura è costituito, principalmente, da:

- travi spaziali armate presollecitate;
- arcarecci armati a sezione scatolare;
- manto di copertura in lamiera sottile grecata;
- cupola di illuminazione ed aereazione in teflon e vetro.

Le travi annate sono ordite trasversalmente all'asse longitudinale del padiglione e sono appoggiate in sommità delle torri-colonne a quota 21,50 m (figure 5 e 6). Esse sono formate da travi scatolari, che ne costituiscono il corrente superiore, ottenute mediante accoppiamento, secondo l'asse debole della sezione, di profili HEAA 900 in acciaio Fe 510 C (S355), armate, nel piano verticale, con n. 6 funi spirodali zincate di 42 mm di diametro in acciaio ad alta resistenza ($f_u > 1600$ MPa). I montanti di distanziamento sono eseguiti con profili HEAA 280 in acciaio Fe 510 C (S355) disposti, nel piano della trave, in configurazione a V. Le travi così costituite, hanno 65 m di distanza tra gli appoggi ed una altezza al centro, quale distanza tra gli assi del corrente superiore ed inferiore, pari a circa il 10% della luce libera. La distanza tra i montanti è di 24 m. Il comportamento spaziale della trave armata si raggiunge accoppiando due travi piane a distanza relativa di 8 m, mediante un collegamento, fuori dal piano, realizzato in corrispondenza del corrente superiore e dei montanti a V. Il collegamento tra i correnti di estradosso permette di realizzare il sistema di controventamento locale di copertura relativa alla propria area di influenza pari a 64×24 m, atto a resistere ai carichi radenti e di *drag* dell'azione del vento, ai carichi fittizi indotti dall'azione instabilizzante di secondo ordine dei correnti compressi e dall'azione pseudosismica non concomitante, richiesta dalla committenza in modo da controllare la stabilità d'insieme delle strutture di elevazione. Gli apparecchi di appoggio delle travi, realizzati in acciaio e teflon, debbono permettere le dilatazioni termiche in direzione della trave. Le azioni orizzontali sono trasmesse dal sistema di copertura alle strutture di controventamento da un respingente elastico realizzato con neoprene armato, dimensionato in modo da sviluppare una rigidità alla traslazione pari a 10 kN/cm. Dopo una corsa elastica massima di 3 cm il respingente deve bloccare rigidamente lo spostamento relativo (figura 6).

1.2 I padiglioni espositivi P16-18 della fiera di Bologna

Per garantire l'ampliamento dell'offerta espositiva della Fiera di



Fig. 5 - Trave armata di copertura durante il montaggio in cantiere. Fig. 6 - Dettaglio costruttivo di appoggio e ritegno orizzontale della struttura di copertura

Bologna, sul confine nord del quartiere fieristico, in adiacenza al rilevato ferroviario, sono stati di recente realizzati tre nuovi padiglioni, articolati in tre corpi adiacenti.

La particolarità di questo intervento è di aver avuto come obiettivo e vincolo di progetto la realizzazione di un parcheggio in copertura. Questo ha richiesto una progettazione attenta delle strutture portanti, che oltre a dover coprire elevate luci, come tradizionalmente avviene nei padiglioni espositivi, devono anche reggere un carico notevole.

Per ovviare all'invasività della struttura portante è stata scelta una struttura in acciaio. Il problema però della sicurezza al fuoco avrebbe potuto generare degli appesantimenti e mascheramenti della

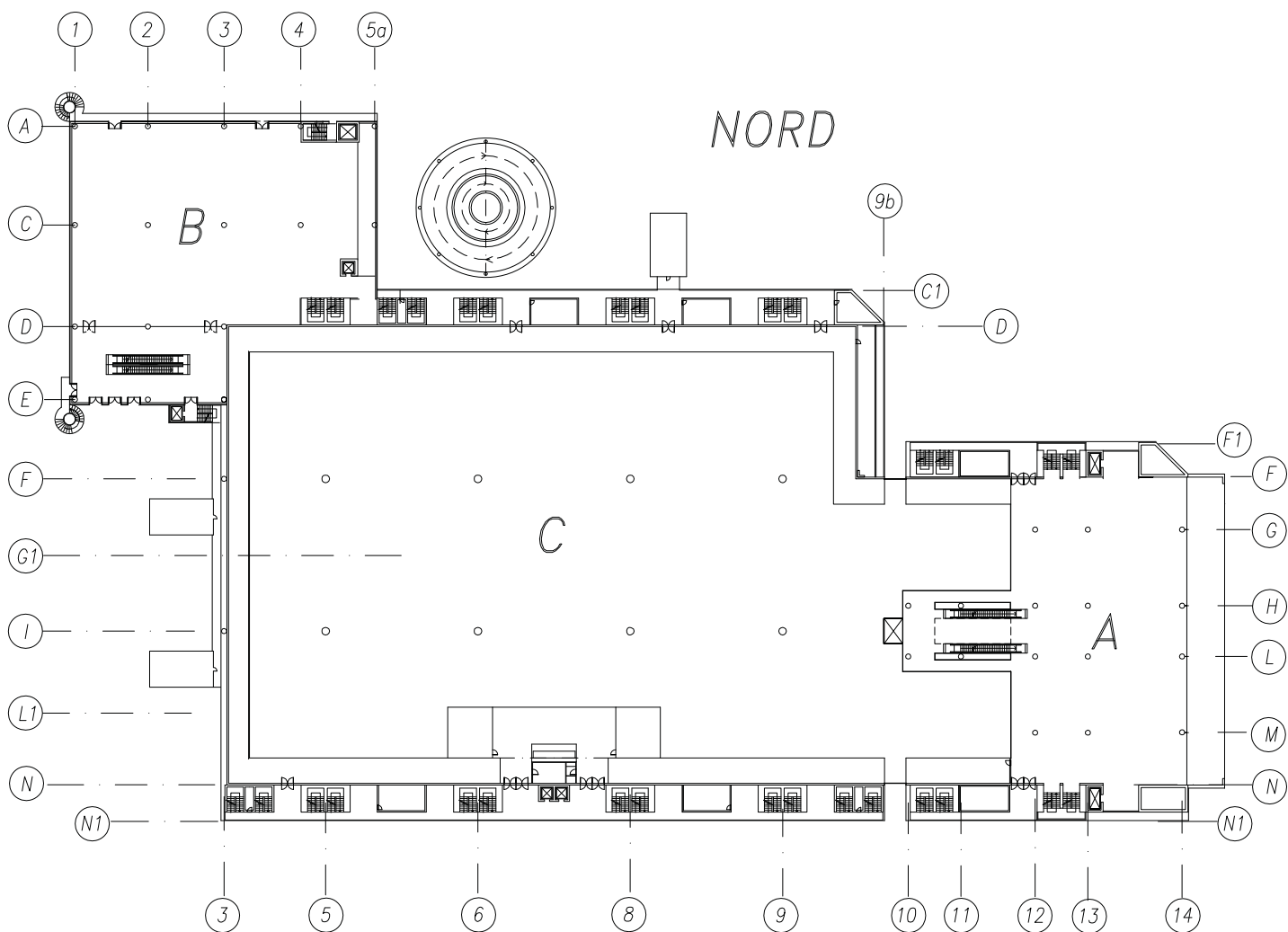


Fig. 7 - Organizzazione distributiva e impianto tipologico dei nuovi padiglioni

struttura (per la collocazione di rivestimenti protettivi): la scelta di integrare un approccio prestazionale al tradizionale approccio prescrittivo ha permesso di mantenere a vista la struttura portante, pur garantendo una adeguata protezione antincendio come richiesto dalla normativa.

1.2.1 Tipologia e organizzazione degli spazi

I padiglioni hanno una superficie netta espositiva di 20.000 m² e sono articolati in tre volumi connessi fra loro (figura 7): un volume centrale rettangolare (corpo C), con dimensioni esterne di circa 100 m secondo l'asse longitudinale est-ovest e di 84 m secondo l'asse trasversale nord-sud, a cui è adiacente verso est un volume rettangolare di 52x48 m (corpo A) e a cui è intersecato nello spigolo a nord-ovest un volume rettangolare di 44x48 m (corpo B).

Il corpo centrale C ha una pianta con uno sviluppo longitudinale di 100 m, articolato in tre campate principali di 24 m ciascuna e due laterali di 16 m, e uno sviluppo trasversale di 72 m di luce libera, a cui sono annesse due fasce a nord e a sud di 6 m destinate al posizionamento dei volumi tecnici, ai locali di servizio e alla distribuzione verticale.

Lo spazio espositivo libero è organizzato su due livelli: un livello a quota 0, che ha un'altezza utile interna di 9,60 m sotto trave e di 11,60 m all'intradosso del solaio superiore, e un livello a quota 12 m, che ha un'altezza utile di 6 m alla catena e di 13 m all'intradosso del solaio di copertura (figura 8).

La particolarità del solaio di copertura, a quota 25,50 m, è di essere destinato a parcheggio e dunque dover sorreggere un peso considerevole, determinando una struttura portante di sostegno di notevoli dimensioni, non solo per la luce libera da coprire ma anche per il sovraccarico dei pesi portati.

Lungo il perimetro del corpo C sono previsti due ballatoi a destinazione impiantistica, il primo a quota 5,15 m e il secondo a quota 17,15 m, aventi una larghezza di circa 4 m. Adiacente al corpo B e a nord del corpo C si trova la struttura di un eliporto, formata da un volume cilindrico in cemento armato, che ospita due rampe elicoidali (figura 9), che consentono l'accesso al parcheggio di copertura, e un solaio in sommità, a quota 36 m, destinato all'atterraggio dell'elicottero.

Il corpo A è articolato su cinque piani, destinati a funzioni differenti: il primo piano (a quota 0) è destinato a esposizioni; il secondo piano

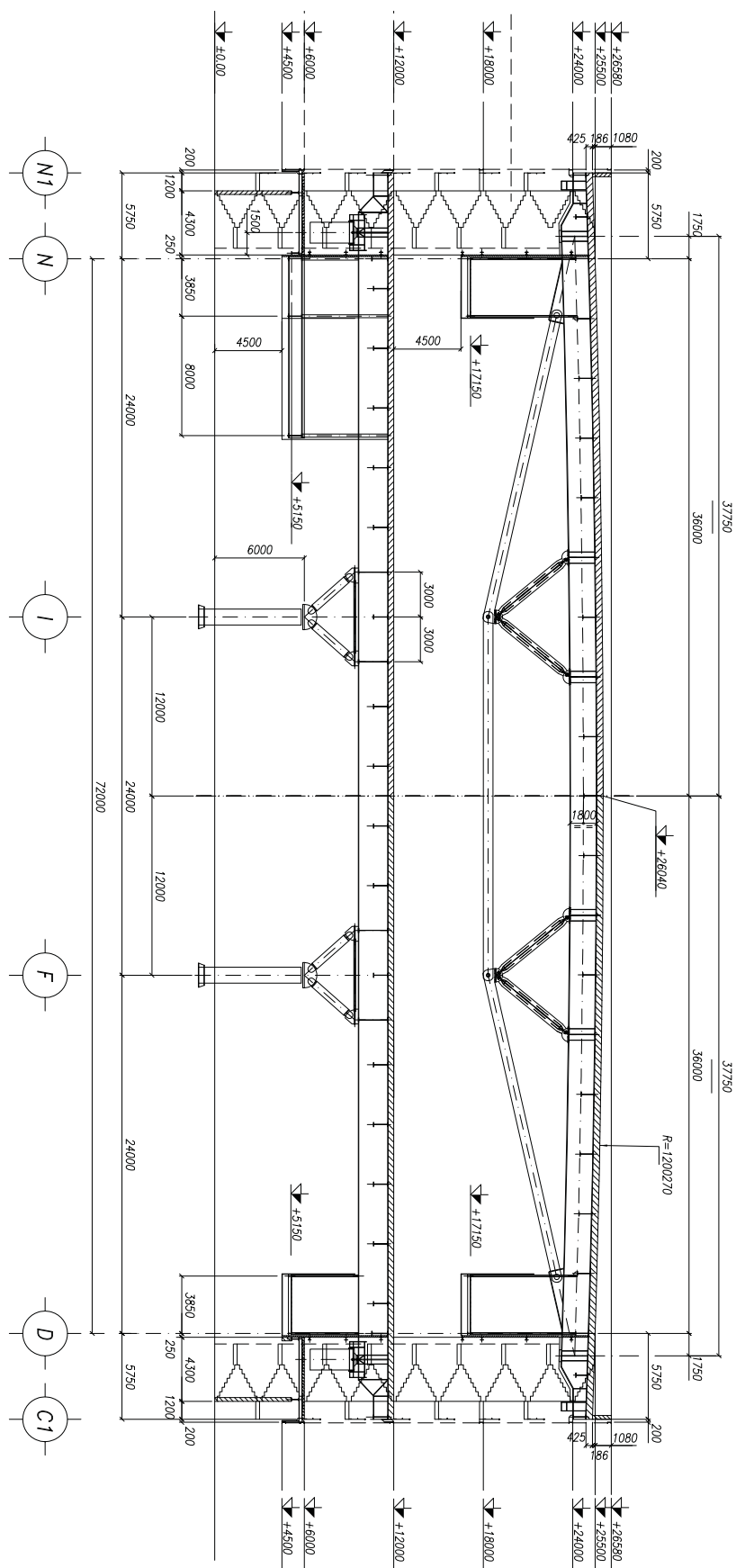


Fig. 8 - Sezione trasversale del corpo C

(a quota 6 m) è destinato ad atrio e biglietteria; il terzo piano a quota 12 m (figura 10) è destinato a esposizioni; il quarto piano (a quota 19,50 m) è destinato ad ospitare gli impianti; il quinto piano, che corrisponde alla copertura (a quota 25,50 m), è adibito a parcheggio. Il corpo B è articolato su sette piani, anch'essi destinati a funzioni differenti: il primo e secondo piano (a quota 0 e a quota 6 m) sono destinati a servizi e uffici; il terzo piano (a quota 12 m) è destinato a esposizioni; il quarto piano (a quota 19,50 m) è destinato ad ospitare gli impianti; il quinto e sesto piano (a quota 25,50 m e a quota 30 m) sono adibiti a ristorante.

Entrambi i corpi presentano inoltre un piano interrato, a quota -6 m, destinato ai servizi igienici nel corpo A e a locali impiantistici nel corpo B. Lo spazio di ingresso e la biglietteria sono collocati nel corpo A, lungo il lato della ferrovia, a quota 6 m: due aperture nel solaio consentono l'accesso alle scale mobili che conducono al piano terra espositivo del corpo C e un lucernaio in copertura permette l'illuminazione naturale di questo spazio.

1.2.2 La concezione strutturale

Date le dimensioni e il carico in copertura del corpo principale C, la struttura portante è stata progettata come un sistema formato da 4 telai spaziali, staticamente indipendenti, orditi trasversalmente a interasse costante di 24 m.

I sistemi strutturali così formati sono tra loro collegati in direzione longitudinale secondo uno schema di tipo Gerber, in modo da risultare elasticamente e termicamente correlati tra loro anche al fine di minimizzare, cortocircuitandole, le eventuali conseguenze di un collasso strutturale progressivo provocato da azioni accidentali estreme imprevedibili. L'edificio è formato da strutture portanti verticali a sezione composta acciaio-calcestruzzo, strutture portanti orizzontali metalliche, un sistema di copertura in struttura metallica presollecitata e un sistema di tamponamento metallico.

1.2.3 Le torri portanti dei vani scala e le colonne a mensola

Le 'torri' dei vani scala sorreggono sia i carichi verticali generati dalle strutture portanti orizzontali a quota 12 m e 25,50 m (solaio intermedio e copertura), sia i carichi dei solai ad uso impiantistico, compresi tra vani scala adiacenti, e svolgono la funzione di struttura di controventamento orizzontale del sistema strutturale modulare.



Fig. 9 - Vista esterna renderizzata del padiglione: parcheggio in copertura ed eliporto

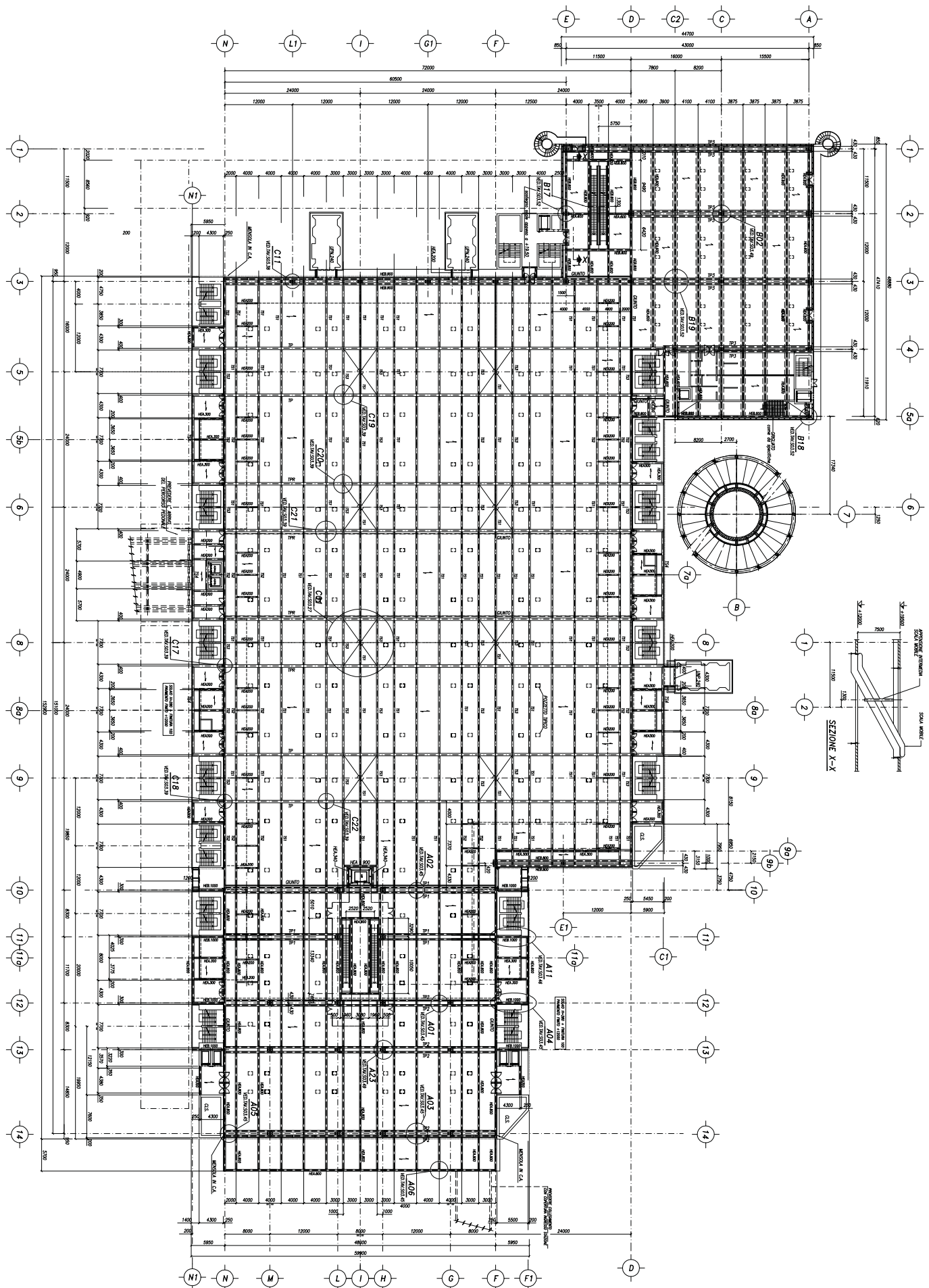


Fig. 10 - Pianta della struttura portante dell'impalcato principale a quota +12.00 m

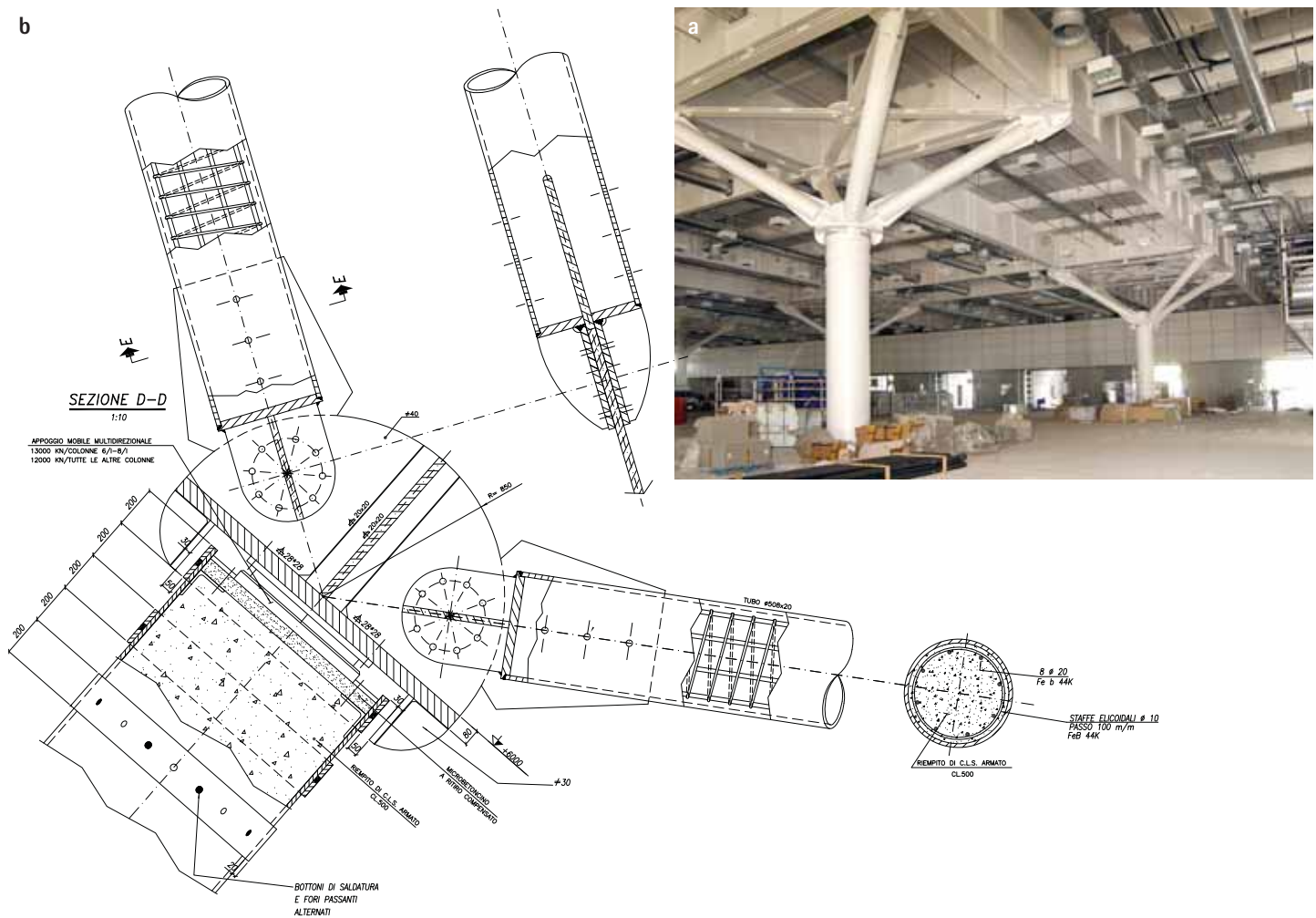


Fig. 11 - a) Supporto a piramide rovescia del livello 11.50; b) dettaglio autocentrante sulla colonna composta acciaio-clt

Per interrompere la luce libera di 72 m del solaio intermedio sono state realizzate colonne portanti centrali, miste acciaio-cemento armato, collocate con un interasse di 24 m rispetto al filo interno delle 'torri'. Si tratta di tubolari di acciaio con diametro di 1067 mm e spessore di 25 mm, armate all'interno con staffe elicoidali e riempite con un getto di calcestruzzo. Dalle colonne si diramano quattro bracci diagonali che vanno a conformare i punti di appoggio per le travi principali binatate che sorreggono il solaio (figura 11).

Tali bracci sono anch'essi dei tubolari di acciaio con diametro di 508 mm e spessore di 20 mm, anch'essi armati e riempiti con un getto di calcestruzzo. Questi elementi strutturali rimangono a vista e connotano lo spazio interno.

I profili in acciaio riempiti di calcestruzzo sono definiti *concrete filled*: l'unione dell'acciaio e del calcestruzzo fornisce un elemento composto in cui si sviluppa una interazione positiva fra i due materiali che consente di ottimizzarne le rispettive prestazioni. Le



Fig. 12 - Fase di costruzione delle travi spaziali appoggiate in sommità alle torri dei vani scala in cemento armato. Fig. 13 - Travi armate spaziali di copertura con corrente inferiore in piattini S460

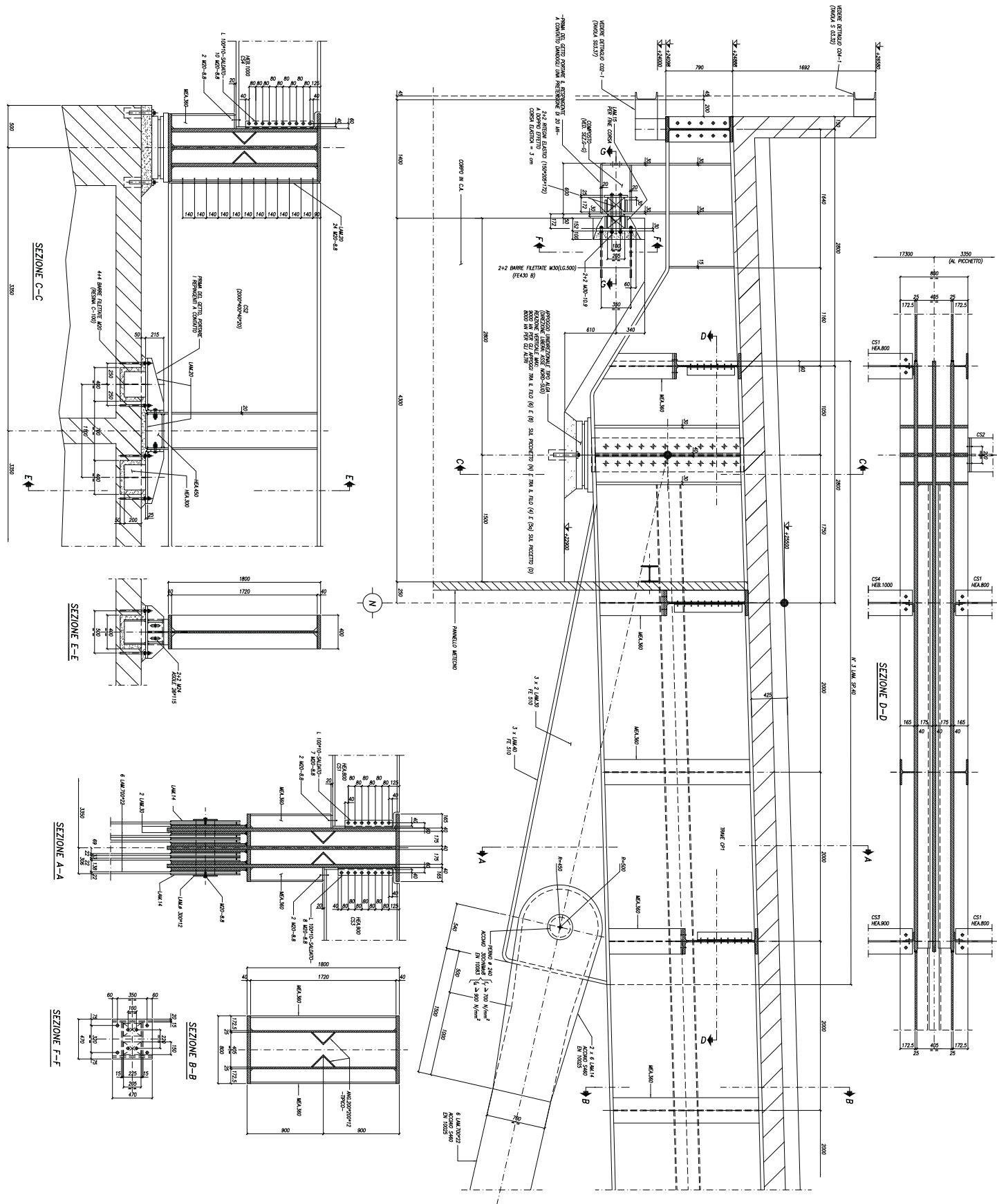


Fig. 14 - Dettaglio dell'appoggio con respingente sismico delle travi principali di copertura e parcheggio

colonne composte sono ancora poco utilizzate in Italia: in realtà hanno notevoli potenzialità sia dal punto di vista della sicurezza strutturale (soprattutto in relazione alla sicurezza sismica) sia dal punto di vista della sicurezza al fuoco.

1.2.4 Il sistema di copertura

La struttura portante della copertura, progettata per sostenere il carico di un parcheggio di autovetture con peso a pieno carico non superiore a 30 kN (secondo la definizione di categoria 8 contenuta nel D.M. 16/01/96 o secondo la definizione di categoria F contenuta nell'Eurocodice 1), è composta da travi spaziali armate presollecitate, travi secondarie metalliche e un solaio in cemento armato. Le travi spaziali sono ordinate trasversalmente all'asse longitudinale del corpo C e sono appoggiate in sommità alle 'torri' dei vani scala in cemento armato a quota 23,50 m circa (figura 12).

Il corrente superiore delle travi spaziali è costituito da elementi di forma scatolare, di altezza di 1,80 m, ottenuti tramite la saldatura di piatti in acciaio Fe 510 (S355). Il corrente è rinforzato nel piano verticale con una catena in piatti in acciaio S460, collegata al corrente tramite montanti di distanziamento eseguiti con profili HE in acciaio Fe 510 C (S355) disposti, lungo il piano della trave, in configurazione a V (figura 13).

Le travi così costituite hanno 75 m di distanza tra gli appoggi e una altezza al centro, quale distanza tra gli assi del corrente superiore e della catena inferiore, pari a circa 6 m. La trave reticolare viene trasformata in una trave spaziale accoppiando due travi piane a distanza di 8 m circa mediante un collegamento realizzato in



Fig. 15 - Schema distributivo in pianta del padiglione 14-15

corrispondenza del corrente superiore e dei montanti a V. Il collegamento tra i correnti di estradosso (ottenuto temporaneamente, durante la messa in opera, mediante la collocazione di diagonali e stabilmente mediante il solaio in cemento armato) ha permesso di realizzare un sistema di controventamento di copertura relativo alla propria area di influenza (pari a 84x24 m). Gli apparecchi di appoggio delle travi, realizzati in acciaio e teflon, permettono le dilatazioni termiche in direzione della trave. Le azioni orizzontali sono trasmesse dalla copertura alle strutture di controventamento da un respingente elastico realizzato con neoprene armato (figura 14).

1.3 Padiglione 14-15

1.3.1 L'impostazione delle scelte progettuali e costruttive

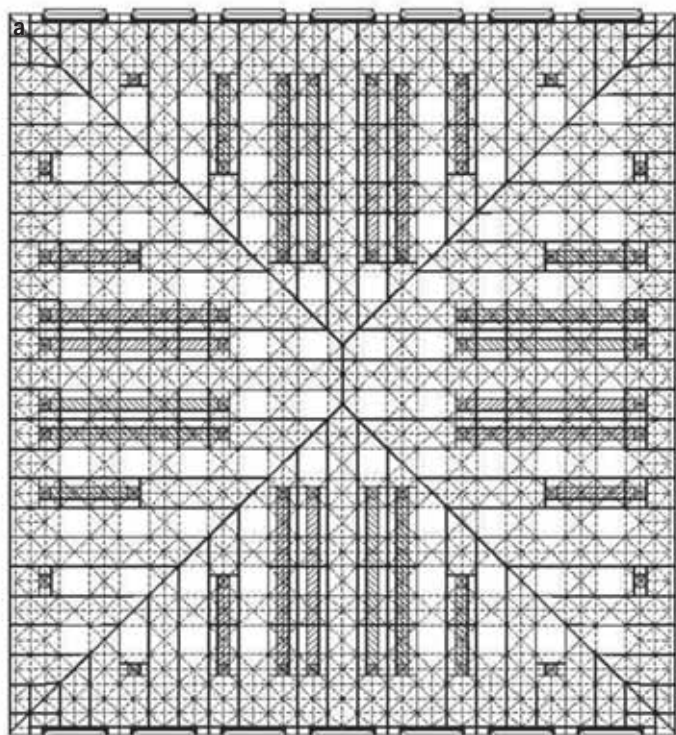


Fig. 16 - a) Pianta della copertura - b) vista interna della reticolare spaziale armata da sistema di funi



Fig. 17 - a) Nodo tipico tipo "MERO" e b) lavorazione del nodo con centro di lavoro a controllo numerico

Dal punto di vista funzionale e costruttivo, oltre alle scelte architettoniche peculiari dell'intervento, sono state adottate soluzioni frutto di una sintesi tra esigenze legate all'attività fieristica, esperienze legate alla realizzazione dei precedenti padiglioni e scelte rivolte ad una semplificazione costruttiva per velocizzare i tempi di costruzione. Tra le varie scelte progettuali se ne citano alcune:

- realizzazione di pali infissi costituiti da tubi in acciaio di tipo Multiton per evitare le problematiche cantieristiche legate ad altre tipologie di fondazioni profonde (ad esempio pali trivellati con inevitabili problemi di smaltimento e/o accumulo in cantiere di grandi quantità di materiali di risulta);
- minimizzazione dei locali interrati al fine di evitare le inevitabili interferenze con le parti in elevazione, costituiti solo da una centrale interrata per il trattamento fluidi e per alloggiare il gruppo elettrogeno, collegata al cunicolo impiantistico interno al Quartiere Fieristico e quindi alla vicina centrale Termofrigorifera;
- semplificazione costruttiva, che ha comportato non solo tempi di realizzazione più brevi ma anche minori interferenze tra i vari elementi costruttivi, come la realizzazione di strutture in elevazione prevalentemente in carpenteria metallica, pertanto con una gran parte di materiale preparato in officina, separazione tra le strutture del corpo centrale rispetto all'anello perimetrale esterno permettendo la realizzazione di un "pacchetto" costituente la

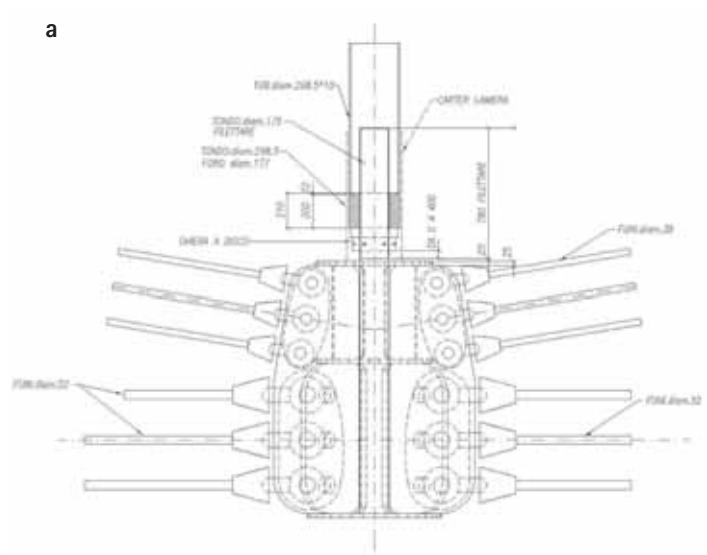


Fig. 18 - a) Nodo che collega il puntone alle funi e b) dettaglio del sistema di martinetti idraulici usato per sollevare la copertura dagli appoggi provvisori e pretensionare le funi

separazione tra interno ed esterno realizzato con tamponamenti in pannelli coibenti e rivestimenti; adozione di sistemi costruttivi di rapida esecuzione come la copertura con manto in lamiera o pavimenti industriali interni

- acquisizione in fase di progettuale delle principali esigenze legate all'attività fieristica, come i portoni scorrevoli con relativi portali attrezzati, i pozzetti e cunicoli impiantistici a servizio degli stand, rispetto di alcune esigenze prestazionali come la portanza dei solai pari a circa 20 kN/m², altezze interne elevate, realizzazione di alcuni elementi costitutivi di dimensioni tali da permettere

TIPO	L (iniziale) [m]	ΔL [cm]	L (finale) [m]
P 1	4,39	22	4,61
P 2	5,24	26	5,50
P 3	5,06	25	5,31
P 4	6,19	31	6,50

Tabella 1 - Tabella degli allungamenti previsti per la pretensione in servizio.

l'ingresso nel padiglione di mezzi eccezionali (ad esempio un montautomezzi e un portone scorrevole, di dimensioni maggiori rispetto al consueto standard della Fiera di Bologna, per consentire l'ingresso di mezzi per alcune manifestazioni fieristiche, come l'esposizione di macchine agricole);

- ottimizzazione di alcune scelte frutto delle esperienze acquisite con precedenti realizzazioni, come prevedere un basamento sia interno che esterno in pannelli di calcestruzzo così da evitare danneggiamenti dei rivestimenti parietali durante gli allestimenti fieristici, oppure la scelta di realizzare tutte le scale esterne in acciaio zincato da garantire minori problemi di manutenzione e durabilità rispetto ad una soluzione che prevedesse la verniciatura.

1.3.2 Il sistema strutturale

Come si può rilevare dalla figura 15, da un punto di vista strutturale il padiglione 14-15 è configurato con:

- 1) un corpo principale con impalcato a quota +12,00 m e copertura in reticolare spaziale contornato dai 4 edifici di vertice ed i percorsi perimetrali;
- 2) l'ingresso Sud;
- 3) il loggione Nord;
- 4) i collegamenti ai padiglioni 19-20 e 16-18 limitrofi.

Il padiglione vero e proprio, ovvero la zona principale dedicata all'esposizione fieristica, ha una pianta quasi quadrata (88,00x95,70 m). L'edificio è costituito da un piano terra, un piano a quota +12,00 m e dalla copertura reticolare spaziale rinforzata con cavi.

L'impalcato a quota +12,00

L'impalcato principale a quota +12,00 m è sostenuto da 16 pilastri perimetrali (profili cassonati in acciaio) più 9 pilastri interni al padiglione (profili tubolari in acciaio riempiti di cls R_{bk} 500).

Il passo dei pilastri interni e perimetrali porta ad avere luci di 24 m nelle due direzioni.

Il grigliato sostiene l'impalcato in c.a con soletta prefabbricata tipo Predalle auto-portante in fase di getto.

Le reticolari che si aprono "ad albero" in modo da garantire un sostegno più uniforme alla struttura reticolare hanno il corrente superiore collaborante con il cls soprastante mediante pioli connettori. La copertura in reticolare spaziale

La copertura del padiglione è formata da una reticolare spaziale a doppio strato con maglia a passo di 4 m in tubi metallici, la quale copre l'intera luce del padiglione (88,00x95,70 m) appoggiandosi (a quota +22,50 m) sui soli pilastri perimetrali. L'intradosso descrive una superficie sferica, mentre l'estradosso forma quattro falde piane; la distanza media fra intradosso ed estradosso della reticolare è di 2 m.

Per coprire l'intera luce del padiglione, senza appoggi intermedi, la reticolare di copertura è stata armata da un sistema di funi e puntoni metallici. Le funi hanno capocorda fisso e i puntoni sono regolabili in lunghezza, in maniera da applicare alle funi una pretensione tale

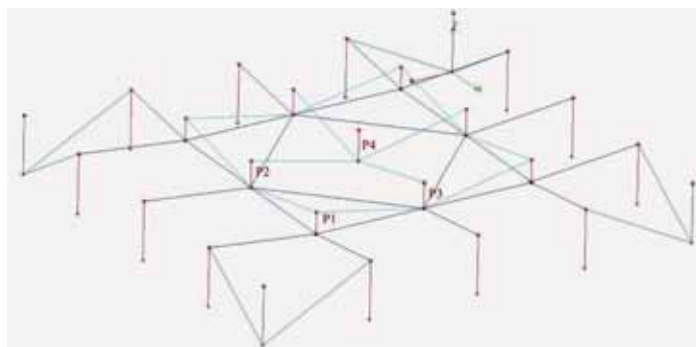


Fig. 19 - Schema dei puntoni e delle funi di sostegno della reticolare spaziale e del sistema di controventamento globale



Fig. 20 - Vista interna del padiglione 15. Ancoraggio dei tiranti alla struttura spaziale in corrispondenza dell'appoggio mobile

da eliminare la freccia della copertura dovuta ai carichi permanenti. Sopra la copertura è stata poi disposta una lamiera grecata, sostenuta da un'orditura semplice di arcarecci tubolari. Osservando in pianta la reticolare spaziale della copertura si vede come sia stato alleggerito l'intradosso della struttura creando dei settori vuoti nella maglia strutturale (figura 16). Ciò ha consentito una migliore illuminazione della sala e un risparmio in termini di numero di nodi e aste da produrre.

La struttura reticolare spaziale è stata realizzata con il sistema costruttivo "Mero" che garantisce precisione e rapidità di montaggio. Questo sistema prevede che le aste tubolari, opportunamente rastremate e provviste di viti alle estremità, confluiscono nei nodi sferici nei quali si avvitano. Questa tecnologia costruttiva permette anche di automatizzare il procedimento di produzione dei tubi e dei nodi mediante l'impiego di centri di lavoro a controllo numerico (figura 17).

Al fine di imporre alla copertura una contro monta che recuperi gli abbassamenti della stessa dovuti ai carichi permanenti, è necessario presollecitare le funi: questa si realizza mediante un opportuno allungamento dei puntoni. Come si vede nella figura 18a, è possibile far scorrere il bulbo in cui si ancorano le funi lungo il suo asse verticale: così facendo si riesce a sollevare la copertura rendendo possibile la rimozione degli appoggi provvisori e nello stesso



Fig. 21 - Montaggio rendering del nuovo Masterplan con evidenziato il nuovo corpo polifunzionale di primo intervento

tempo mettere in tensione le funi. Il sollevamento dei puntoni è stato effettuato mediante appositi martinetti idraulici come si osserva in figura 18b.

Nella tabella 1 si riporta la lunghezza iniziale, l'allungamento e la lunghezza finale dei quattro tipi di puntoni, identificati dalle sigle P1, P2, P3 e P4 (figura 19).

2. REVAMPING DESIGN CON IL NUOVO CORPO POLIFUNZIONALE

La prima fase attuativa prevede la realizzazione della parte centrale del nuovo asse di fondazione utile a completare il circuito distributivo pensato inizialmente dall'arch. Leonardo Benevolo e mai interamente realizzato. Intorno a questa nuova galleria verrà realizzato un corpo Polifunzionale per attività congressuale e di ristorazione oltre ai Padiglioni espositivi 29 e 30 (figura 21).

Sulla matrice della Mall sono impostati ortogonalmente i padiglioni espositivi connessi alla stessa da ampi passaggi visivi e funzionali al controllo. La loro struttura garantisce la massima efficienza espositiva su di una maglia quattro per quattro e suoi multipli, dimensione ottimale per la gestione fieristica (figura 22)).

La struttura portante principale prevede l'assenza di sostegni interni. La struttura tipica e ripetuta della copertura consiste in una reticolare binata trasversale di altezza variabile, consentendo l'utilizzo dell'area espositiva per un'altezza non inferiore ai 12 m, permettendo gli allestimenti di stand pluripiano.

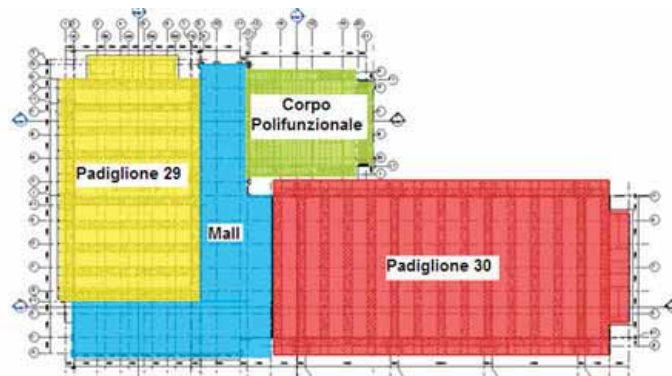


Fig. 22 - Corpo Polifunzionale con la Mall ed i nuovi padiglioni 29-30 corpo polifunzionale di primo intervento

L'illuminazione naturale omogenea e continua è garantita da ampie superfici traslucide che evidenziano altresì l'elemento strutturale primario, mostrando la valenza strutturale e architettonica dello stesso.

2.1 illustrazione sintetica delle strutture.

I lavori previsti consistono nella riqualificazione dell'area Nord-Est del complesso fieristico e la realizzazione di un sistema strutturale che può essere suddiviso in 4 corpi principali realizzati in acciaio (figura 23):

- Padiglione 29;
- Padiglione 30;
- Corpo Polifunzionale a due piani;

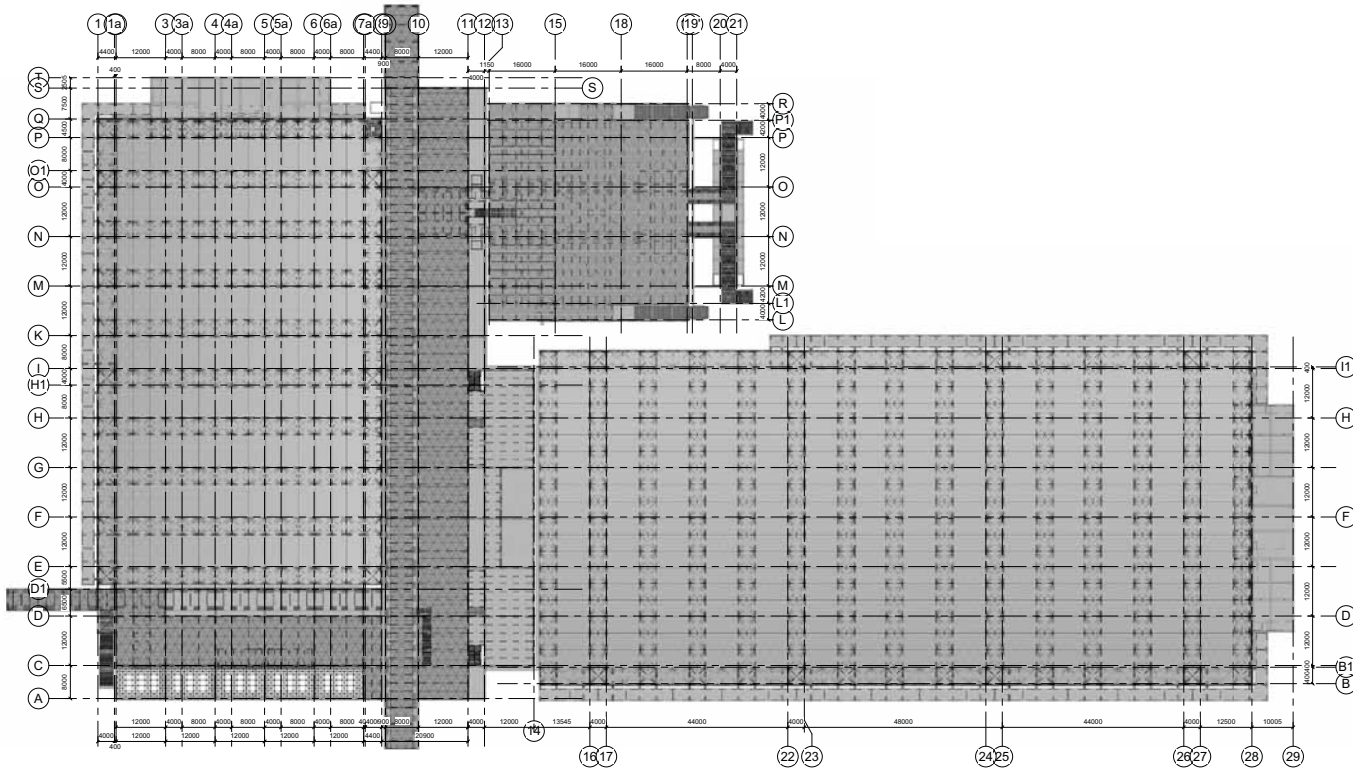


Fig. 23 - Lay-out delle strutture metalliche

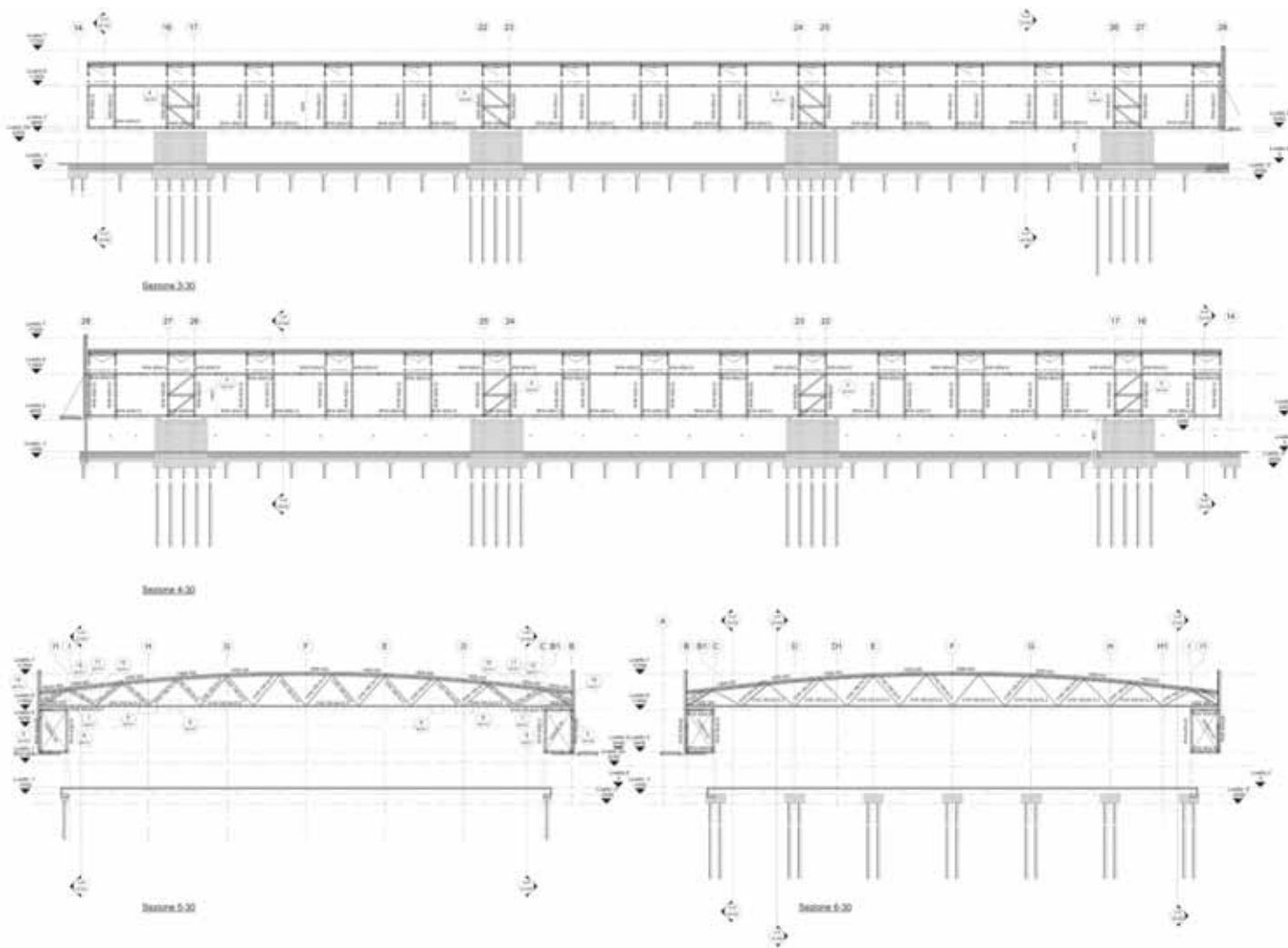


Fig. 24 - Sezione tipica del Padiglione 30

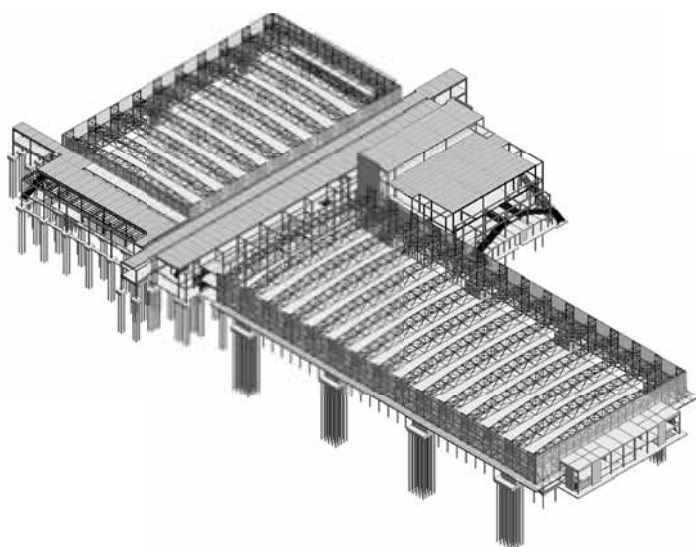


Fig. 25 - Modello BIM (realizzato con Revit) del sistema strutturale globale



Fig. 26 - Rendering della Mall di collegamento tra padiglioni 29 e 30

- Mall a due livelli (vedi paragrafo 2.3).

Sono inoltre presenti alcuni edifici minori, ad un solo piano: tre a Sud del padiglione 29, 2 a Ovest del padiglione 30 sotto la Mall e 3 sotto al pad. 30 in adiacenza alla Mall.

I padiglioni 29 e 30 sono monopiano, di dimensioni in pianta rispettivamente 68,80×112,50 m e 81,20×173,00 m, posti il primo secondo l'asse Nord-Sud e il secondo lungo l'asse Est-Ovest. Nella zona Nord-Est dell'intervento è previsto un edificio a due piani, definito "Corpo Polifunzionale" e adibito principalmente a ristorante e sala convegni (in copertura ospita un vano impianti). Il primo livello è collegato direttamente al percorso pedonale sul lato Ovest e al piano terra tramite due scale metalliche sul lato Est.

La Mall è una superficie coperta posta tra i Padiglioni ed il Corpo polifunzionale. Parte della Mall è occupata da un percorso pedonale posto a quota +6,20 m.

2.2 Padiglione 30

La struttura del padiglione 30 risulta del tutto analoga a quella prevista per il padiglione 29, ma con luci maggiori. La configurazione

geometrica di tale edificio in pianta è rettangolare, con dimensioni esterne di 173,00 m secondo l'asse longitudinale (ordito in direzione E-O) e di 81,20 m secondo l'asse trasversale. Adiacente alla fronte Est si trova la palazzina impianti a servizio del Padiglione.

La struttura portante principale del padiglione prevede l'assenza di sostegni interni ed è organizzata secondo il modulo tipico fieristico di 4 m (o suoi multipli). La struttura tipica e ripetuta della copertura consiste in una reticolare binata trasversale di altezza variabile avente le seguenti caratteristiche (misure asse-asse):

- Luce: 80,8 m;
- Altezza agli appoggi: 1,92 m;
- Altezza in mezzera: 4,8 m;
- Distanza tra le due reticolari piane: 4,0 m.

Il corrente superiore è formato da profili aperti HEB 400. Il corrente inferiore è in tubo CHS 355,6×12,5, le aste di parete sono in tubi CHS 244,5×12,5 e CHS 168,3×12,0. I nodi hanno passo di 8 m (figura 24). Un sistema di controventatura di falda è previsto sia all'intradosso (con traversi in CHS 114,3×4,0 e diagonali in tondo 40, interasse 8 m) e all'estradosso (con traversi HEAA400 e diagonali in tondo 40 o 50, interasse 4 m). È stata prevista una contro-monta di 200 mm.

Per ciascuna reticolare binata sono previsti 2+2 appoggi verticali in rullo metallico, 2+2 ritegni nel senso trasversale del padiglione e 1+1 ritegni longitudinali.

Al fine di mitigare l'azione spingente delle travi reticolari sulle strutture sottostanti per effetto degli allungamenti/accorciamenti del corrente inferiore dovuti alle azioni di progetto, ciascun ritegno trasversale posto in prossimità dell'apparecchio d'appoggio è dotato di una coppia di dispositivi elastici (ciascuno dei quali costituito da un pacchetto di neoprene armato ad asse orizzontale e avente comportamento monolatero). Il montaggio di tali dispositivi deve avvenire dopo la messa in opera della reticolare e dei suoi carichi permanenti portati in modo che gli allungamenti ad essi associati possano avvenire liberamente senza indurre azioni orizzontali nel vincolo.

Per esigenze fieristiche occorre prevedere la possibilità di appendere elementi di allestimento alle capriate: l'appensione deve avvenire esclusivamente in corrispondenza dei nodi di intradosso eventualmente tramite l'uso di arcarecci di ripartizione del carico stesso.

Lungo i lati longitudinali del padiglione sono disposti, con passo 48 m, 4+4 nuclei in c.a. aventi funzione di sostegno e controventamento verticale della copertura.

Ciascun nucleo è costituito da una scatola in c.a. con pareti di 50 cm di spessore (e lesene di 80 cm in corrispondenza degli appoggi delle torri soprastanti) e soletta di chiusura di spessore 40 cm. Le dimensioni in pianta sono di 4,8 m in senso trasversale e 8,0 m in direzione longitudinale, l'altezza fuori terra è di 4,8 m. Sono previste aperture lungo i lati corti per consentire l'accesso ai volumi interni. Sopra a ciascun nucleo è impostata una torre reticolare

avente sezione quadrata con dimensione in pianta 4x4 m (asse-asse) e altezza 6,4 m.

Ciascuna torre sostiene direttamente l'appoggio di una reticolare binata di copertura.

Le torri hanno colonne in tubo quadrato laminato a caldo 400x20, traversi in tubo quadrato laminato a caldo di lato 400 e spessore variabile, diagonali in tubo tondo CHS 273,0x10,0.

Tra le torri così descritte sono ordinate le travi reticolari longitudinali che fanno da supporto alle reticolari binate intermedie.

La trave reticolare posta su ciascun lato longitudinale del padiglione ha le seguenti caratteristiche:

- Altezza: 6,4 m;
- Campi: alternati di lunghezza 4 m e 8 m;
- Corrente in tubo quadrato laminato a caldo 400x20;
- Montanti verticali in tubo quadrato laminato a caldo 400x20;
- Diagonali in tubo tondo CHS 273,0x30,0.

L'asse dei profili del corrente inferiore della trave reticolare laterale si trova alla quota di +5,40 m, che è la medesima quota dell'asse delle travi del primo livello della Mall.

In corrispondenza dei 4 angoli in pianta del padiglione le travi reticolari longitudinali proseguono a sbalzo oltre il fronte del padiglione stesso per fornire sostegno all'ultima trave reticolare binata di copertura.

Lungo il lato Sud, su parte del lato Nord e parte del fronte Nord del padiglione è prevista una pensilina con sbalzo di circa 4,35 m in modo tale da fornire uno spazio coperto per le operazioni di carico/scarico in fase di allestimento fieristico; la copertura di tale pensilina prevede una lamiera grecata ordita longitudinalmente (in direzione Est-Ovest), con arcarecci a sbalzo che riprendono il modulo 4-8-4 m dei montanti della trave laterale (figura 25).

Il sistema fondazionale è organizzato con plinti su pali di tipo Multiton (con camicia in tubo d'acciaio) aventi diametro 50 cm e lunghezza 30 m. Per ogni nucleo in c.a. si prevedono 25 pali disposti secondo griglia regolare con interassi non inferiori a 3 diametri. I plinti hanno spessore 1,5 m e con estradosso a quota -1,0 m.

In corrispondenza delle pareti di tamponamento di piano terra lunghi i lati dotati di portoni carrabili sono previsti cordoli anch'essi fondati su pali di lunghezza ridotta. Lo sviluppo del progetto esecutivo ed architettonico della pavimentazione di P.T. dei Padiglioni (e della Mall) può prendere in considerazione la possibilità di ri-

muovere questi cordoli e relativi pali affidando alla pavimentazione superficiale la funzione di sostegno del tamponamento e dei portoni tenendo conto della definizione del particolare di attacco delle pareti alla soletta e la sensibilità delle pareti ad eventuali cedimenti differenziali del terreno.

2.3 Mall

La Mall è composta principalmente da un percorso pedonale sopraelevato coperto che si sviluppa tra i due padiglioni e il corpo polifunzionale. Si divide in due parti: la prima si sviluppa in direzione Nord-Sud, ad Est del padiglione 29 e ad Ovest del corpo polifunzionale e del padiglione 30, la seconda, invece, si sviluppa in direzione Est-Ovest a Sud del padiglione 29. La prima parte presenta dimensioni esterne di 24,40 m secondo l'asse trasversale (Est-Ovest) e di 148,40 m secondo l'asse longitudinale (Nord-Sud); mentre la seconda parte ha dimensioni 26,90 m secondo l'asse trasversale (Nord-Sud) e 64,80 m secondo l'asse longitudinale (Est-Ovest). A queste due parti si aggiunge la zona ad Ovest del padiglione 30 che non è caratterizzata da un percorso pedonale sopraelevato, bensì da un vano impianti sopraelevato, di dimensioni 16,00 m secondo l'asse Est-Ovest e 72,40 m in direzione Nord-Sud. L'area totale in pianta della Mall è quindi circa pari a 6200 m².

La struttura portante principale della Mall si sviluppa secondo una maglia rettangolare, a passi variabili di 8 m e 12 m.

Mentre tutta l'area è coperta a quota +11,80 m, al primo piano solamente una parte dell'area della Mall è praticabile. Una parte del primo piano è adibita a percorso pedonale (si veda la zona azzurra riportata nell'immagine seguente), l'altra, ad Ovest del Padiglione 30, è adibita a Vano impianti.

Il sistema strutturale prevede l'impiego di telai metallici con pilastri e travi in tubo quadrato dimensioni 400x400 mm che riprendono il concept architettonico proposto nelle travi laterali dei padiglioni; l'asse della trave tubolare del primo piano si trova alla stessa quota dell'asse del profilo del corrente inferiore della trave laterale dei due padiglioni (+5,40 m).

Si osservi che la tipologia del tubo quadrato adottato è un aspetto architettonico caratterizzante di tutto il progetto di *revamping* e si ripete, nella tipologia, nelle quote altimetriche e nelle campiture adottate, in tutti i corpi di fabbrica del progetto (figura 26).

Massimo Majowiecki

CREDITS

Committente: Giovanni Giuliani, Direttore Operations Servizi e Sicurezza

Progettazione architettonica: Di Gregorio Associati Architetti – arch. Gianni di Gregorio – arch. Francesco di Gregorio – arch.

Francesco Musetti – arch. Umberto Marossa

Progettazione strutturale: Studio Tecnico Majowiecki – Prof. Ing.

Massimo Majowiecki – Ing. Stefano Pinardi