

PALAZZO DI FUOCO

Il progetto strutturale

BMS Progetti



L'involucro esterno dell'edificio mantiene la sua attuale configurazione, mentre la corte interna viene interamente demolita e ricostruita per realizzare una spettacolare lobby d'ingresso vetrata a tutta altezza, che permette agli utenti esterni di cogliere l'opportunità di accesso o di visione della nuova corte centrale, ampio spazio comune, luogo di incontro e di lavoro, fulcro delle attività dell'edificio.

Palazzo di Fuoco è l'edificio iconico della città di Milano, il cui progetto architettonico è firmato GBPA Architects. Simbolo di Piazzale Loreto e costruito nei primi anni '60 dagli architetti Giulio Minoletti e Giuseppe Chiodi, è stato oggetto di un progetto di ristrutturazione volto a riqualificare l'immobile riprendendo i temi principali che caratterizzano il progetto originario e re-interpretandoli in chiave moderna.

L'edificio

L'edificio gode di una straordinaria visibilità, esso, infatti, delimitato da due arterie di accesso alla città da Est (Viale Monza e Via Padova), si affaccia su Piazzale Loreto rimanendo in asse a Corso Buenos Aires fungendo quindi da terminale della direttrice che da Porta Venezia si sviluppa verso Est. La facciata era l'elemento cardine innovativo di Palazzo di Fuoco, una facciata continua in vetro progettata secondo i canoni dell'International Style in voga in allora. L'edificio fu pensato per uso uffici a tutti i suoi piani salvo il Piano Terra, l'Ammezzato ed il Seminterrato, che sono stati destinati ad attività commerciali. Il fabbricato è costituito da una struttura prevalentemente realizzata in calcestruzzo armato e si sviluppa in pianta su una superficie di circa 1.700 mq. Esso è composto da tre corpi di fabbrica tra loro giuntati a formare una "V" che ha il vertice su Piazzale Loreto, dove troviamo l'edificio più alto.

Coerenza ed innovazione

Il Brief progettuale indicato da Kryalos già in fase concorsuale prevedeva un intervento di Deep Retrofitting con

l'obiettivo di riposizionare sul mercato, molto esigente, del Real Estate milanese, un asset caratterizzato secondo i migliori standard tecnologici di riferimento in relazione a involucro, impianti, strutture. L'intervento si inserisce nel piano di riqualificazione di un asse commerciale significativo della città (Nord-Est San Babila - Naviglio Martesana) e rappresenta un cardine anche dell'intera riqualificazione di Piazzale Loreto.

Nel quadro quindi di questi elementi si è sviluppata la proposta progettuale caratterizzata da un mix di linee di sviluppo che hanno coinvolto aspetti architettonici, strutturali e impiantistici che in un sistema integrato e coordinato hanno risposto alle attese dello sviluppatore.

L'immobile rimane coerente alla sua composizione originale con tre corpi di diverse altezze la maggiore sul Piazzale Loreto. Assume una connotazione morfologica e funzionale totalmente differente il Corpo Centrale che diventa di fatto il nuovo fulcro vitale del Building. Uno degli aspetti principali della riqua-

lificazione dell'immobile coinvolge la facciata dove un intervento combinato su involucro e strutture ha permesso una fruizione molto più vantaggiosa delle superfici anche a ridosso del perimetro guadagnando più di un metro di profondità del Corpo di Fabbrica.

L'involucro è stato interamente sostituito con una facciata che, pur mantenendo lo spartito originario, ha acquisito caratteristiche tecniche molto elevate garantendo comfort anche a ridosso del perimetro. L'eliminazione della cortina di pilastri a passo 1 mt a 80 cm dalla facciata esterna e la sostituzione con un sistema a telaio di pilastri in ca ad interasse di 4 mt e travi in spessore di solaio lungo il bordo dell'edificio ha reso fruibile tutto lo spazio disponibile della manica, opportunità favorita anche dalla realizzazione di impianti tutti contenuti nel controsoffitto.

L'intervento, pur implicando modifiche strutturali impegnative, ha conferito un nuovo assetto funzionale alla maggior parte delle superfici conferendo un nuovo valore all'immobile senza modificarne la storica impostazione che

perfettamente si inseriva e si inserisce nel contesto della Piazza. La facciata, pur con l'adozione di tecnologie contemporanee, conserva quella caratteristica voluta dai Progettisti in origine, di dialogo con il contesto mediante una segnaletica a messaggio variabile. Altro aspetto centrale è la riqualificazione impiantistica che prevede la riorganizzazione delle centrali con inserimento di un nuovo sistema idronico a pompa di calore geotermica reversibile ad alta efficienza ed un nuovo sistema aeraulico con terminali ad altissima induzione, a soffitto e a pavimento, per il massimo comfort termoigrometrico.

Il particolare allacciamento dei pozzi geotermici e l'uso di basse differenze di temperatura dei fluidi ha consentito di ottenere valori di efficienza tra i massimi del mercato. L'elevata e flessibile luminosità interna ha consentito di prevedere sistemi di illuminazione a basso consumo di energia, rendendone possibile la fornitura da parte dell'impianto fotovoltaico installato sulla copertura. Gli impianti sono monitorati e regolati da un Building Management System di



La facciata esistente era costituita da colonne metalliche circolari poste a un passo fitto di 1m. La sostituzione delle strutture esistenti con elementi in c.a., posti ad un passo pari a 4 volte quello delle attuali colonne, permette di guadagnare spazio interno ad ogni piano dell'edificio.

BMS PROGETTI

BMS è una società di progettazione multidisciplinare fondata nel 1988 da Aldo Bottini, Nicola Malatesta e Sergio Sgambati, ingegneri formatisi al politecnico di Milano. Leader in Italia nella progettazione strutturale, a partire dai primi anni '90 ha iniziato un complesso processo di ampliamento della gamma di attività. Oggi la compagnia si articola in tre divisioni specializzate - architettura, strutture, impianti. La divisione dell'ingegneria dei sistemi di BMS basa la sua ampia competenza e disponibilità di requisiti sulle esperienze storiche della BMZ, affermata società di progettazione di impianti per l'edilizia nata negli anni '70. Basata a Milano BMS Progetti svolge la sua attività in tutta Italia ed in molti paesi all'estero.

ultima generazione, in grado, oltre che di gestire la sicurezza e l'antincendio, anche di rilevare consumi idrici ed energetici, suggerire modalità di miglioramento e praticare la manutenzione predittiva, come verrà certificato dal sistema di commissioning avanzato prescelto. L'uso di sistemi adatti a ridurre l'effetto isola di calore, di refrigeranti a impatto nullo sull'ozono e i gas serra, di materiali con ciclo di vita a basso impatto e privi di emissioni, unitamente alle caratteristiche impiantistiche ed architettoniche sopra descritte e alla gestione integrata del progetto, consente di puntare all'ottenimento della certificazione LEED Platinum. Tutti gli impianti sono stati collocati in locali interrati lasciando fruibili per funzioni più nobili tutte le superfici fuori terra ed in particolare quelle della copertura. L'edificio ha superato il suo assetto tetragono e poco accessibile consentendo invece agli utenti ed ai visitatori l'opportunità di ingresso, anche solo per passaggio o per prendere visione della piazza coperta interna, attraverso le due porte su Piazza Loreto e su Via Padova - pur nel rispetto della volume-

tria di origine e conservando la logica e la geometria dei fronti verso strada. Le due porte risultano collegate e fruibili indipendentemente. La Piazza interna coperta confinata da appositi gate di sicurezza dalle aree private degli uffici, è caratterizzata da un sistema di scale, passerelle, ascensori che connotano in maniera unica uno spazio precedentemente anonimo e non usufruito; la sua climatizzazione rende lo spazio utilizzabile per incontri, eventi, opportunità di socializzazione in un quartiere dove questo tipo di luoghi sono rari. Il sistema integrato di proposte di intervento su tutti i componenti dell'edificio, pur complesso ed articolato, in una logica di progettazione coordinata e ottimizzata ha conferito, con capex allineati alle previsioni del Business Plan, un nuovo valore complessivo all'asset immobiliare.

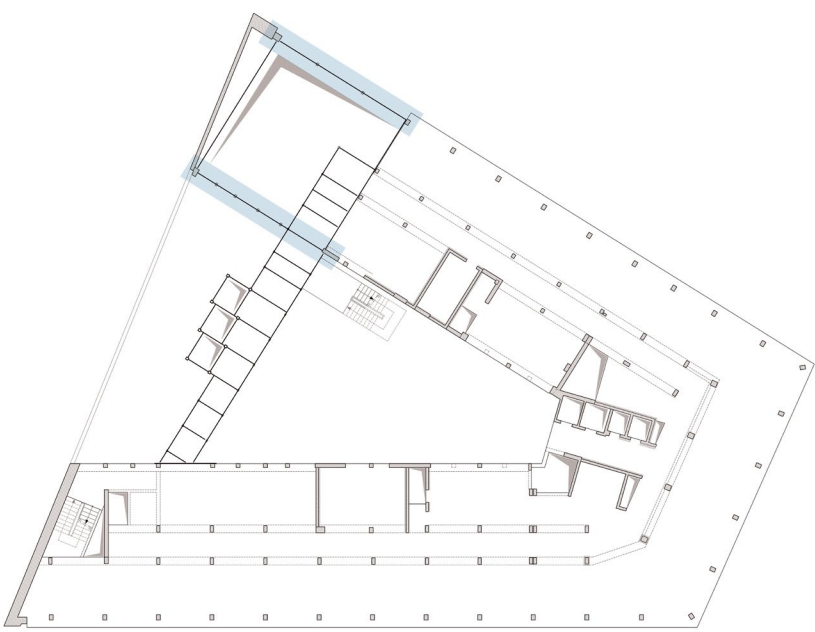
Un intervento coordinato tra nuovo involucro e nuove strutture di perimetro

La facciata esistente era sostenuta da colonne metalliche circolari aventi lo stesso interasse del modulo di faccia-

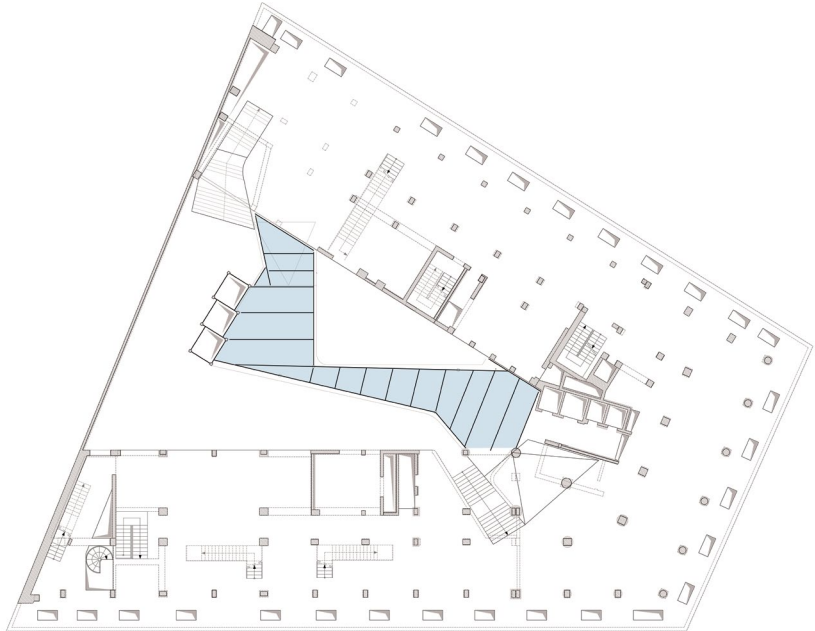
ta, ovvero 1,08 m, a partire dal piano P1 fino a copertura. Tali colonne costituivano le strutture portanti di tutto il perimetro dell'edificio dal momento che assolvevano anche alla funzione di appoggio continuo per i solai di piano verso l'esterno. Insieme alla facciata viene modificata l'intera struttura portante perimetrale, il progetto prevede infatti di eliminare i fitti montanti metallici e di sostituirli, ad ogni piano, con un telaio in calcestruzzo armato, costituito da una trave di bordo, in spessore di soletta, e da pilastri posti ad un passo pari a 4 volte quello delle attuali colonne metalliche. L'ingombro ridotto in pianta del nuovo sistema di facciata permette di guadagnare spazio interno ad ogni piano dell'edificio, riduce sensibilmente le strutture cieche in facciata consentendo una maggiore trasparenza del sistema facciata percepita dall'esterno e favorendo l'ingresso di una maggiore luce naturale. I verticali di facciata diventano più radi, ma anche più rigidi, potendo così lavorare su luci maggiori e mantenendo ingombri limitati. Nuovi pilastri e travi in spessore, strutture esili, che si nascondono dietro alla scansione dei montanti verticali e orizzontali delle cellule di facciata, concorrendo a perseguire gli intenti di trasparenza e permeabilità del progetto architettonico.

Soluzioni pensate per rispettare le esigenze del progetto architettonico: grandi luci e profili esili

La lobby su via Padova si presenta come un unico volume vetrato a tutta altezza, alto 20 m circa da piano terra. La struttura in carpenteria metallica, che ne definisce lo scheletro strutturale, non prevede verticali di appoggio su due lati del perimetro alla base, quello lato ingresso e quello lato corte interna, per una luce di 12,5 m ciascuno. Le due facciate principali della lobby, quella su Via Padova e quella sulla corte, sono costituite da due travi Vierendeel, alte 13 m e lunghe 12,5 m, poste a quasi 7 m da piano marciapiede. Gli elementi orizzontali della Vierendeel sono connessi alle strutture dell'edificio in corrispondenza dei solai di piano da un lato e su un telaio reticolare in



La soluzione con travi vierendeel permette al volume vetrato a tutta altezza, che costituisce la Lobby di Via Padova, di garantire la massima trasparenza della facciata e la permeabilità dell'edificio verso la sua corte interna.



Il progetto prevede la riqualificazione dei punti d'ingresso dell'edificio, realizzando due nuovi Lobby a tutt'altezza, collegate tra di loro da una passerella metallica che attraversa la corte interna.

carpenteria metallica lungo il confine, dall'altro. Esse mantengono quindi la stessa scansione degli orizzontamenti dell'edificio. Allo stesso modo i verticali seguono il passo delle cellule delle rispettive facciate, quella esterna dell'e-

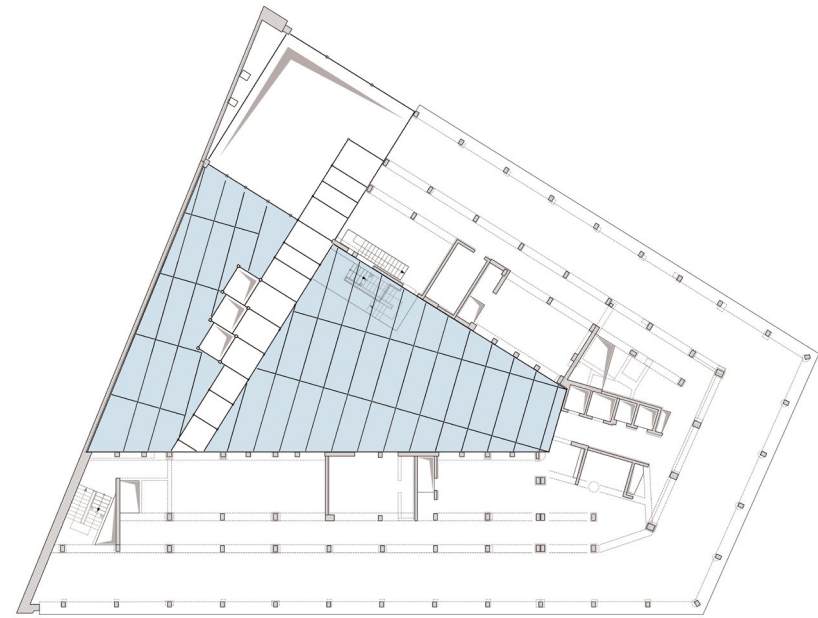
edificio e quella interna della corte. La soluzione studiata garantisce, lungo tutto il fronte di Padova, la continuità delle linee che tracciano l'ossatura strutturale dell'edificio in facciata tra la nuova struttura di perimetro in c.a. e quella



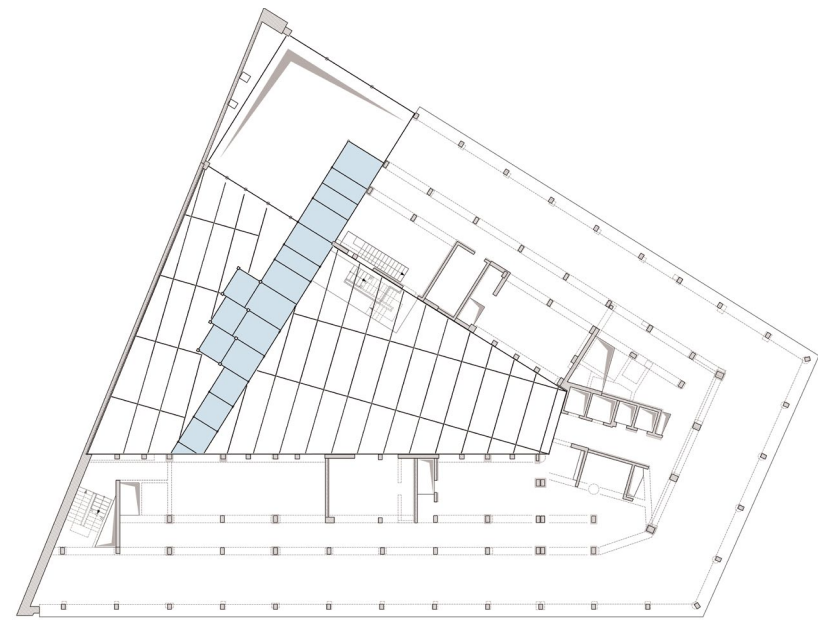
In facciata, nuovi pilastri e travi in spessore, strutture esili, che si nascondono dietro alla scansione dei montanti verticali e orizzontali delle cellule di facciata, concorrendo a perseguire gli intenti di trasparenza, luminosità e permeabilità del progetto.

in carpenteria metallica della Lobby. In tal modo la soluzione adottata, rispetto all'utilizzo di una più semplice trave reticolare con diagonali tesi, permette di avere la massima trasparenza sia sul la-

to di Via Padova sia sulla corte interna, inoltre consente un agevole raccordo con la passerella multipiano ad essa appoggiata e con le parti aggettanti sulla lobby.



L'ampia corte centrale, vera e propria cerniera di tutte le funzioni all'interno dell'edificio, viene interamente riqualificata, realizzando una piazza coperta vetrata fruibile tutto l'anno.



Al di sopra della copertura vetrata viene realizzato un sistema di scale e passerelle multipiano vetrato che danno qualità e movimento alla corte interna, valorizzando un ambiente che fino ad oggi ospitava solo le scale esterne di sicurezza

Il secondo ingresso dell'edificio avviene tramite la lobby a doppia altezza posta sul fronte dell'edificio che affaccia su Piazzale Loreto. Al fine di creare un volume ampio e "libero" viene demolito il solaio del mezzanino e alcuni elementi verticali da piano terra a primo piano. I pilastri mantenuti vengono rinforzati nei confronti dell'instabilità presso flessionale a causa sia della doppia altezza, sia dell'incremento di carico conseguente alla riduzione delle strutture verticali. Un sistema di travi ribassate viene realizzato a livello dell'impalcato di P1 per trasferire il carico delle strutture in falso. Le soluzioni proposte nascono dalla combinazione delle chiare esigenze architettoniche del progetto con le necessità statiche del complesso in una logica integrata dei sistemi che non trascura, né l'estetica, né la funzionalità con un dialogo chiaro tra architettura e strutture.

Le strutture leggere della nuova corte interna

Le soluzioni strutturali rispondono alla richiesta di essenzialità e trasparenza del progetto architettonico per rendere piacevole ed arioso uno spazio comunque racchiuso da due fronti più alti e quindi poco illuminato dalla luce naturale. Ci si è orientati verso soluzioni che riducessero la necessità di appoggi interni, e, se necessari, di integrarli nell'architettura esistente o nelle parti tecnologiche.

Si è quindi optato per sostenere la copertura vetrata con travi metalliche a grande luce in appoggio sui solai di piano dei corpi perimetrali esistenti, sostenendo le passerelle di congiunzione dei due corpi su viale Monza e via Padova, sfruttando esclusivamente i castelletti metallici dei nuovi vani ascensore centrali.

La nuova scala di sicurezza, necessaria per rispondere alle esigenze normative, è stata quindi appesa per tutti e 3 piani al livello di copertura liberando totalmente gli spazi sottostanti da appoggi interferenti con la corte interna.

Dalla Lobby di Padova si accede direttamente al centro dell'edificio, la sua corte interna. La piazza, con sagoma in pianta trapezoidale e posta a quota

di primo interrato, è attraversata da una passerella pedonale, in carpenteria metallica, che mette in collegamento, all'altezza del piano terra, i due ingressi dell'edificio.

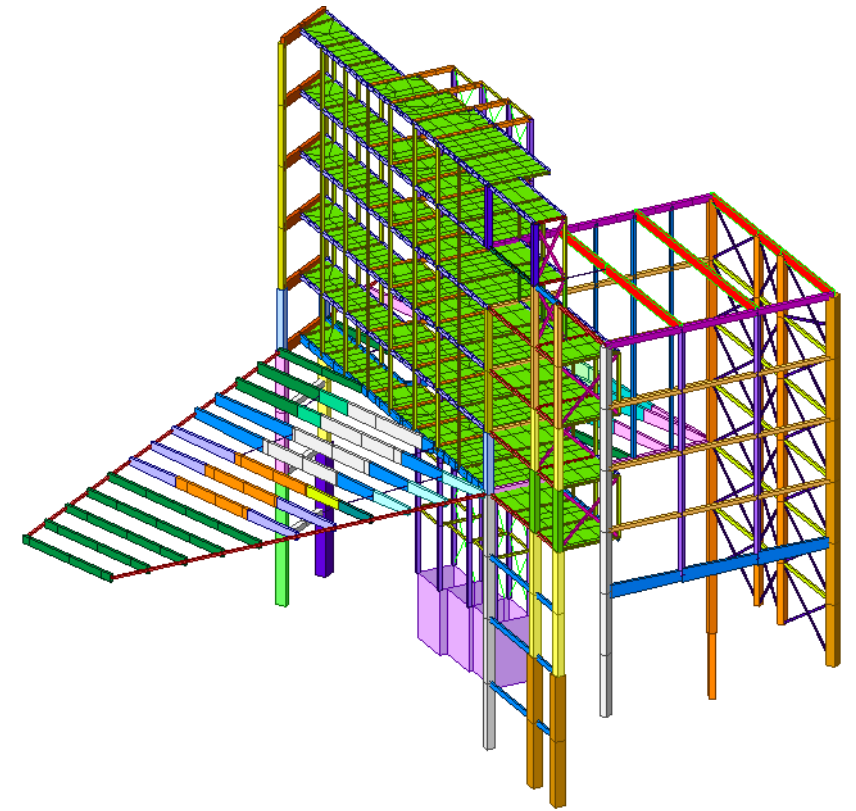
La corte è chiusa da una copertura vetrata ed è fruibile durante tutto l'anno grazie a un adeguato sistema di climatizzazione. Per la copertura è stata studiata una struttura in carpenteria metallica costituita da profili scatolari a sezione variabile che sorvolano la piazza per una luce che va da un minimo di 6 metri fino a raggiungere un'estensione massima di 23 m. Queste travi sono realizzate con tre spezzoni: quello centrale è uno scatolare di altezza costante H mentre quelli laterali sono tubolari di altezza variabile che rastremano verso il perimetro. Nel piano la luce di libera inflessione dei profili viene interrotta da profili minori che lavorano assialmente a sola trazione.

I profili, connessi alle estremità all'edificio, sono posti alla quota del primo piano, garantendo un'altezza della piazza di circa 10m.

Al di sopra della copertura vetrata si sviluppa il "ponte" di vetro, una passerella multipiano metallica che permette di attraversare la piazza, mettendo in collegamento le due stecche dell'edificio su ogni piano, dal primo al quinto.

Una struttura complessa in acciaio per garantire la essenzialità del progetto architettonico

La passerella si estende dalla Lobby di Padova fino alla stecca di Monza, sospesa senza pilastri di appoggio. Anche qui la soluzione strutturale adotta il sistema di travi Vierendeel per contenere la deformabilità su luci particolarmente estese, mantenendo sempre una struttura esile e leggera, senza la necessità di controventi. In particolare, l'opera presenta due facce principali, una che guarda verso Nord e l'altra che volge lo sguardo verso Piazzale Loreto. La prima è costituita da due travi Vierendeel, alte 17 m, le quali attraversano la piazza, partendo una da Monza e l'altra da Padova, fino a congiungersi al centro della corte, dove sono separate da un corpo di tre torri metalliche che ospitano i tre ascensori panoramici. Il vano spicca



E' stato realizzato un modello ad elementi finiti dell'intera struttura in carpenteria metallica della corte, realizzato per svolgere analisi lineari elastiche che rappresentassero il comportamento d'insieme dell'opera. Il progetto delle carpenterie è il risultato finale di delicati equilibri dimensionali, geometrici e di rigidezza delle strutture delle varie opere in relazione tra loro.

dal centro della piazza fino a sbarcare all'ultimo piano della passerella e funge da sostegno verticale per le travi Vierendeel, le quali a loro volta fungono da controvento per il vano.

La facciata della passerella rivolta verso Piazzale Loreto, invece, è costituita da un'unica trave Vierendeel, connessa alle estremità alle due stecche dell'edificio e sospesa per una luce di 20 m con un sostegno, al centro, dato da mensole che escono a sbalzo dal vano ascensore. Tra le due facciate di travi Vierendeel sono appese le solette della passerella, in acciaio e lamiera, per ogni piano del ponte.

La passerella multipiano si sviluppa verso Via Padova fino a entrare e compenetrare nella Lobby, appoggiandosi alla sua struttura e dando vita così a balconi belvedere che ad ogni piano affacciano sulla Lobby a tutta altezza. Le installazioni metalliche che rappresentano il centro dell'edificio, dalla Lobby di Padova alla copertura della piazza vetra-

ta fino alla passerella multipiano e agli ascensori panoramici, sono opere con funzioni distinte ma che costituiscono un unico organismo strutturale metallico.

Non è possibile infatti studiarne una prescindendo dalle altre. Sono state condotte analisi lineari elastiche su un modello numerico per valutare il comportamento dell'insieme.

Il calcolo delle carpenterie, sottoposte ai carichi orizzontali e verticali, sono il risultato finale di delicati equilibri dimensionali, geometrici e di rigidezza di tutte le strutture in relazione tra loro. Oltre alle difficoltà in fase di progettazione (contrastare la deformabilità o le oscillazioni dovute ai carichi dinamici), molti altri fattori concorrono alle criticità che caratterizzano queste opere, anche in fase costruttiva. Tra le varie poniamo in evidenza: l'installazione in quota durante la fase di cantiere; il controllo dei rischi connessi alle lavorazioni, specialmente se ad alta quota;

le minime tolleranze ammesse dalle carpenterie metalliche, le quali necessitano un approfondito studio dei dettagli e il coordinamento integrato tra le differenti discipline specialistiche. La complessità dell'opera strutturale metallica permette però di realizzare strutture di collegamento e volumi sospesi, che apportano anche un valore architettonico aggiunto, evitando di saturare l'ingresso e la corte con elementi verticali e creando nuovi spazi ampi e maggiormente fruibili.

L'adeguamento sismico: un tassello fondamentale per una riqualificazione integralmente sostenibile

La riqualificazione degli edifici esistenti rappresenta una delle maggiori sfide per l'Ingegneria Italiana del XXI secolo, specialmente nei riguardi dell'azione sismica. Affrontare la progettazione di interventi di riqualificazione su tali edi-

fici è un'attività delicata che deve essere calata su ciascun edificio, ognuno caratterizzato da specifiche peculiarità strutturali, determinanti ai fini dell'inquadramento dell'intervento. Una delle principali problematiche riguardanti le strutture esistenti, costruite prima del 2008, consiste nel fatto che esse sono state progettate con precedenti normative, pertanto le condizioni di carico e i coefficienti di sicurezza utilizzati in fase di progetto possono risultare non conformi alle prescrizioni delle norme attualmente vigenti. Questo aspetto risulta particolarmente importante soprattutto per le azioni sismiche, dato che il sisma è l'azione ambientale che è più cambiata a livello normativo nel corso degli ultimi 50 anni.

Da questo punto di vista l'edificio in esame, come molti costruiti negli anni 60', appare particolarmente vulnerabi-

le. La normativa dell'epoca infatti non prevedeva alcun carico orizzontale dovuto al sisma, per cui gli unici carichi orizzontali presi in conto nella progettazione erano i carichi dovuti al vento, anch'essi peraltro inferiori rispetto a quelli attuali.

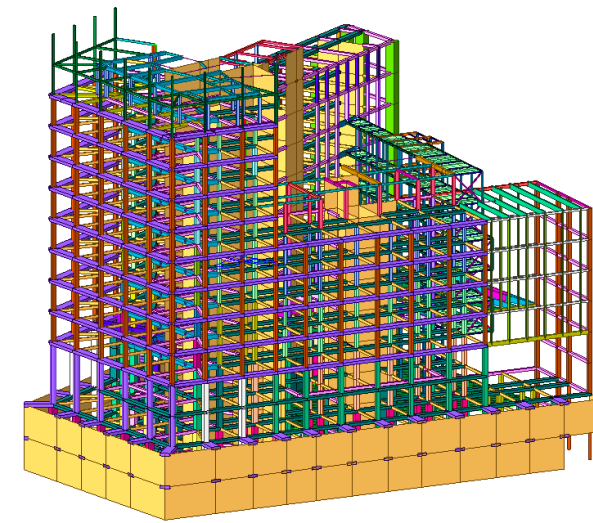
I giunti esistenti, inoltre, che dividono la struttura in tre corpi distinti, presentano un'ampiezza molto modesta, sicuramente non sufficiente per evitare fenomeni di martellamento e prevedono un raddoppio delle strutture verticali che risultano, quindi, quasi adiacenti l'una con l'altra.

I nuclei scala e le pareti di taglio esistenti, anche se ben distribuiti in pianta, risultano piuttosto articolati e con tecniche realizzative disomogenee. Molte pareti in calcestruzzo nei piani fuori terra, infatti, sono risultate quasi prive di armatura orizzontale, e in molti casi, a valle delle operazioni di strip-out e delle indagini svolte, sono risultate sorrette nei piani interrati da pilastri posti agli angoli con pareti di completamente in muratura.

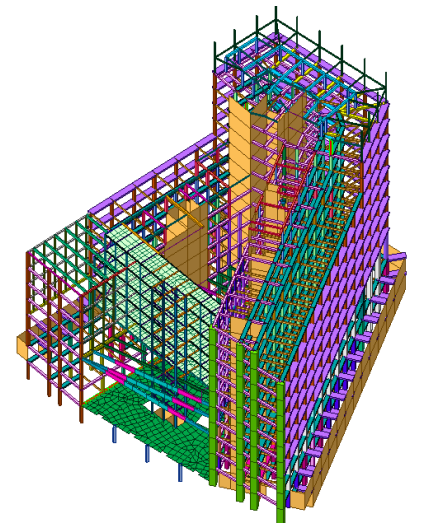
Gli impalcati sono realizzati con solai in latero cemento (travetti e pignatte), con travi in spessore di solaio, senza una vera e propria cappa ma con al massimo una livellina di 20 mm circa di spessore. A questo quadro si aggiunge il fatto che il progetto architettonico prevedeva la demolizione ed il rifacimento di molti nuclei dovuti alla nuova distribuzione architettonica ed all'adeguamento delle scale esistenti.

È risultato conveniente, pertanto, al fine di pervenire ad un adeguamento delle strutture, adottare uno schema pendolare a vani controventanti, in parte tramite l'inserimento di nuovi vani in c.a. coerentemente con il nuovo layout architettonico, in parte recuperando o integrando le pareti esistenti. Il rifacimento della cappa del solaio ha permesso contemporaneamente sia di rinforzare i solai che di trasmettere le forze sismiche ai vani.

Questo schema rispecchia e non altera lo schema di calcolo utilizzato nel progetto originale, concentrando gli interventi sui nuclei, che in ogni caso erano oggetto di rifacimenti per motivi architettonici, senza sovraccaricare i



Modello ad elementi finiti dell'intero edificio realizzato per svolgere analisi statiche e dinamiche lineari con spettro di risposta



pilastri che mantengono la loro funzione di solo sostegno dei carichi verticali. Il problema del martellamento tra le parti dell'edificio è stato risolto non ampliando i giunti esistenti, ma chiudendoli e realizzando quindi una struttura unica per tutto l'edificio. Questa strategia è risultata migliore sia dal punto di vista architettonico, evitando giunti a pavimento, sia dal punto di vista strutturale, dando maggiori risorse all'edificio. Inoltre, un ampliamento dei giunti in presenza di un raddoppio delle strutture con elementi verticali quasi in adiacenza, sarebbe stato di più difficile realizzazione.

Questa giunzione è stata possibile tenendo conto che l'edificio non presenta dimensioni eccessive in pianta per cui i carichi termici risultano non eccessivi. Elemento comunque irrinunciabile per l'ottenimento di un comportamento pendolare a nodi fissi del complesso strutturale in relazione alle forze orizzontali è quello di avere un comportamento rigido nel piano di tutti gli impalcati. Gli edifici in cemento armato realizzati negli anni 60/80 sono generalmente caratterizzati da un sistema a travetti e pignatte, raramente completati da una cappa con vere capacità di ridistribuzione dei carichi nel piano. Anche Palazzo di Fuoco presentava lo stesso limite praticamente su tutti gli impalcati dove, al massimo è stata

rinvenuta una cappa non strutturale di massimo 2 cm di spessore senza la presenza di armatura. Si è quindi dovuto intervenire con esteso intervento di rinforzo con realizzazione di nuove cappe strutturali, pur di spessori ridotti per non ridurre le altezze nette di interpiano.

Nella valutazione delle molteplici soluzioni a disposizione si sono valutati gli aspetti economici, ma privilegiando soluzioni che fossero in grado di limitare gli inconvenienti e garantire sequenze di lavorazioni lineari e quindi monitorabili. L'elemento fondamentale che deve essere tenuto in conto in interventi di questo tipo è la buona adesione tra la cappa di nuova realizzazione ed il solaio esistente; inoltre vanno usati accorgimenti affinché, in fase di getto, il calcestruzzo gettato non vada ad ulteriormente aggravare la condizione di carico dei travetti esistenti. Inoltre, interessando l'intervento tutto l'immobile, e quindi molte migliaia di metri quadri, è necessario predisporre interventi programmati e sequenziali per non allungare eccessivamente le fasi realizzative. In sintesi si è operato come segue:

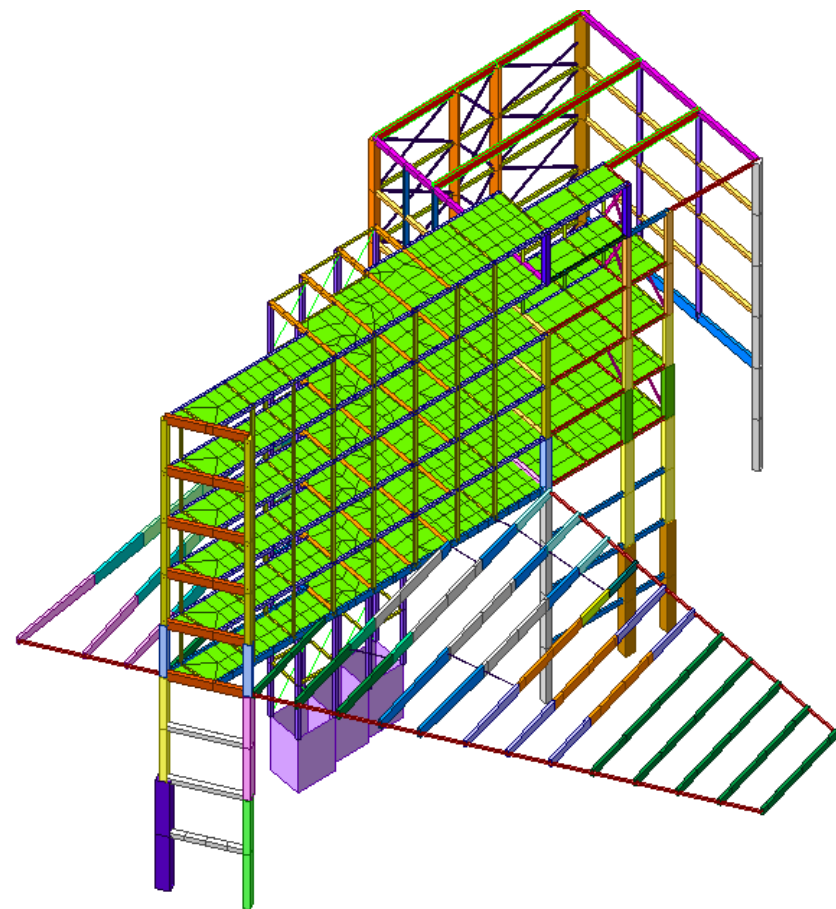
1. organizzazione delle squadre di lavoro secondo un programma parallelo operante per zone di piano e per piani in stretto coordinamento con le esigenze di sicurezza;
2. puntellazione delle aree di solaio e

rimozione delle cappe non strutturali mediante l'impiego di elettrodomestici per ridurre le vibrazioni e operando con una sequenza specifica per identificare le quote e gli spessori delle parti da rimuovere (prima sopra le travi di spina, poi sopra i travetti e infine sopra alle pignatte); sono state così limitate le porzioni soggette a sfondamento delle pignatte;

3. pulizia accurata dell'estradosso di solaio e preparazione mediante impiego di idonei primer; recupero delle frecce esistenti dei solai mediante messa in carico dei puntelli sottostanti;
4. stesura rapida delle reti di armatura delle nuove cappe e getto in spessore ridotto al minimo (4-6 cm) di calcestruzzo con mix design appositamente studiato per getti a resistenza in piccolo spessore (fluidità-basso contenuto d'acqua).

La valutazione della correttezza ed efficacia dell'intervento è stata condotta mediante prove in sito, sia preliminari all'intervento, per tarare le caratteristiche del prodotto, sia a posteriori per valutare l'intervento a vasta scala secondo logiche statistiche.

Si è proceduto alla costruzione di un modello numerico dell'intero edificio. L'analisi effettuata è stata di tipo dinamico lineare con spettro di risposta per studiare il comportamento dell'edificio sia allo stato di fatto che allo stato di progetto.



Le analisi di calcolo sono state svolte con l'obiettivo di ricercare soluzioni strutturali in grado di rispondere alle richieste di leggerezza e trasparenza del nuovo ampio spazio comune, e, contemporaneamente, di far fronte a problemi di deformabilità e oscillazioni, dovute alle grandi luci da attraversare.