

▣ Fabio Mariani

RISTRUTTURAZIONE DI UN PALAZZO UFFICI **RIQUALIFICARE SOSTENIBILE**

FACCIATA STRUTTURALE A DOPPIA PELLE, TRAVI FREDDE, DIFFUSIONE DELL'ARIA A PAVIMENTO, IMPIANTO FOTOVOLTAICO: IL COMPLESSO MILANESE "BERGOGNONE 53" COSTITUISCE UN INTERESSANTE ESEMPIO NON SOLO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA MA ANCHE DI INTEGRAZIONE TRA ARCHITETTURA ED IMPIANTI E DI UN APPROCCIO PROGETTUALE ATTENTO AI TEMI DELL'ENERGIA E DELL'AMBIENTE

Il complesso "Bergognone 53" a Milano è il risultato della completa ristrutturazione dell'ex Palazzo delle Poste, costruito negli anni Sessanta ed acquisito attraverso un'asta pubblica nel 2000 dalla società immobiliare Hines di Londra. L'opera di riqualificazione porta la firma dello studio MCA dell'architetto Mario Cucinella di Bologna, vincitore del concorso di architettura indet-



La corte interna è parzialmente coperta da una grande tenda in pannelli di vetro, che ha la duplice funzione di protezione dalla pioggia e dall'irraggiamento solare e di elemento di collegamento tra gli edifici.



to nel 2001 dalla stessa Hines. Il complesso copre una superficie totale di circa 25000 metri quadrati ed è composto da 4 edifici affacciati su una corte interna comune, parzialmente coperta da una grande tenda trasparente in pannelli di vetro, sostenuti da tubolari e funi d'acciaio, che ha la duplice funzione di protezione dalla pioggia e dall'irraggiamento solare e di elemento di collegamento tra gli edifici.

L'impiego del vetro ha completamente modificato l'aspetto originario dell'edificio A che, con i suoi 11 piani, è il più alto e rappresentativo. L'edificio, destinato ad attività commerciali ai piani interrato e rialzato e ad uffici dal primo all'ottavo, si affaccia sulla piazza che si forma all'incrocio tra via Bergognone e via Tortona ed è caratterizzato da un prospetto completamente vetrato che

Il complesso è caratterizzato da un prospetto completamente vetrato: la facciata strutturale rivolta a sud-ovest è protetta da uno schermo esterno in pannelli di vetro a basso fattore solare (0,25), sospeso ad una tensostruttura che lo distanzia di 80 cm dall'involucro principale



Per l'edificio A la produzione di acqua refrigerata è assicurata da due gruppi con condensazione ad aria con potenza di 595 kW cadauno, installati sulla copertura

costituisce il più forte segno di rinnovamento formale del complesso. In particolare la facciata strutturale rivolta a sud-ovest è protetta da uno schermo esterno in pannelli di vetro a basso fattore solare (0,25), sospeso ad una tensostruttura realizzata con cavi d'acciaio e tesa da molle metalliche che lo distanzia di 80 cm dall'involucro principale. Più limitati, almeno per quanto riguarda le strutture, sono stati gli interventi sugli altri 3 edifici i cui prospetti sono invece caratterizzati da superfici intonacate con colori vivaci e dai toni caldi (ocra, beige, rosso). L'edificio B di 6 piani è interno alla corte ed ospita al piano terra l'auditorium e la biblio-



La centrale termica dell'edificio A è dotata di due caldaie a gas a bassa emissione di NOx della potenza di 530 kW cadauna

I PROTAGONISTI DELL'IMPIANTO

Committente:	Bergognone 53 srl - Milano
Project Management:	Hines Italia srl – Milano
Progetto architettonico:	arch. Mario Cucinella - MCA
Integrated Design – Bologna	
Progetto preliminare impianti:	Ove Arup & Partners – Londra
Progetto impianti meccanici:	Isoclima – Cremona
Imprese opere civili:	Cile spa – Pedercini spa - Milano
Installazione impianti:	Landi spa – Ciserano (Bergamo)
Costo di realizzazione:	20 milioni di euro
Gruppi frigoriferi:	Climaveneta
Generatori di calore:	Buderus
Travi fredde:	Flakt Woods
Fan coil:	Sabiana
Diffusori a pavimento:	Schako
Diffusori lineari:	Kiefer
Centrali trattamento aria:	Wolf
Pompe:	Salmson
Sistema di regolazione e supervisione	Siemens

teca ad uso interno, mentre gli edifici C e D si sviluppano su 5 piani e si affacciano su due strade laterali. Tutti gli edifici ospitano uffici distribuiti con lay-out ad open-space e sono climatizzati mediante impianti indipendenti alimentati da centrali di produzione dei fluidi primari ad essi dedicate.

L'edificio A

Il carico termico totale estivo da dissipare per l'edificio A è pari a 1200 kW e risulta dalla somma dei carichi termici esterni ed endogeni e del carico per il trattamento dell'aria primaria di rinnovo degli ambienti interni. Il carico termico totale invernale è invece di 1008 kW. Per la produzione di acqua refrigerata sono stati installati sulla copertura due gruppi con condensazione ad aria con potenza di 595 kW cadauno. L'impianto di distribuzione dell'acqua refrigerata è costituito da un circuito primario e da sette circuiti secondari (per le UTA e le travi fredde).

La produzione di acqua calda è invece affidata a due caldaie a gas a bassa emissione di NOx con potenza di 530 kW cadauna installate all'interno di una centrale termica posta sulla copertura. L'impianto di distribuzione dell'acqua calda prevede un circuito primario e sei circuiti secondari. L'acqua calda sanitaria per i servizi igienici viene prodotta con un boiler elettrico e con uno scam-

DATI DI PROGETTO

Condizioni termoigrometriche

Esterne	
Inverno	-5 °C con 80% u.r.
Estate	32 °C con 40% u.r.

Interne	
Inverno	20 °C con 50% u.r.
Estate	26 °C con 50% u.r.

Tolleranze	
Temperatura	+/- 1 °C
Umidità relativa	+/-10%

Aria di rinnovo

Uffici	40m ³ /h/persona
Servizi igienici (solo estrazione)	8 vol/h
Parcheggio interrato	Ventilazione naturale

Carichi termici

Illuminazione	15 W/m ²
Postazioni uffici	30 W/m ²

Affollamenti

Uffici	8,3 m ² /persona
--------	-----------------------------

biatore acqua/acqua ubicato nel locale tecnico in copertura. L'impianto di climatizzazione per gli uffici dal 1° al 7° piano è del tipo a travi fredde attive ed aria primaria. L'impianto ad aria primaria garantisce la ventilazione degli ambienti interni fornendo circa 2,5 vol/h distribuiti con canali posti nel controsoffitto della parte centrale dell'edificio e diffusi in ambiente dalle travi fredde e da una serie di diffusori lineari posti nei corridoi. Un secondo sistema di canalizzazioni, parallelo a quello di mandata, è dedicato alla estrazione. Le unità di trattamento dell'aria sono dotate di sezioni filtranti, ventilatori di mandata e di ripresa, recuperatori di calore a batterie accoppiate, batterie di riscaldamento e di raffreddamento, sezione di umidificazione a vapore prodotto da apparecchi ad elettrodi immersi. Le unità sono posizionate in copertura ed hanno una portata di 19.700 m³/h cadauna. Queste sono del tipo ad induzione con aria primaria e sono installate a vista appese al soffitto dato che, a causa della limitata altezza dei piani, non è stato possibile realizzare un controsoffitto. Si è pertanto previsto un accorgimento estetico disegnato in collaborazione con l'architetto costituito da un'apposita cover di mascheratura composta da un unico pezzo in acciaio verniciato. Considerati i carichi frigoriferi e termici sono state previste travi a 4 tubi per raffreddamento e riscaldamento alternate a travi a 2 tubi per solo raffreddamento. Il funzionamento avviene con acqua a 15 °C e con aria a 18 °C in regime estivo, e con acqua a



Le unità di trattamento dell'aria sono dotate di sezioni filtranti, ventilatori di mandata e di ripresa, recuperatori di calore a batterie accoppiate, batterie di riscaldamento e di raffreddamento, sezione di umidificazione a vapore prodotto da apparecchi ad elettrodi immersi

40 °C ed aria a 20 °C in regime invernale. Le lunghezze delle batterie sono di 2,4 e 3 metri. Tutte le travi sono inoltre dotate di una cosiddetta "dummy section" ovvero di una sezione inattiva, all'apparenza uguale a quella attiva, con lunghezza di 300 oppure di 1200 mm, necessaria per adattare alla configurazione dell'ambiente. Complessivamente sono state installate 328 travi per una lunghezza totale di circa 1338 metri lineari. Per evitare ogni rischio di condensazione sulle travi fredde l'aria viene opportunamente deumidificata e sono state previ-



La climatizzazione degli uffici dell'edificio A è realizzata mediante travi fredde ad induzione con aria primaria, montate a vista e dotate di una cover di mascheratura disegnata ad hoc

ste sonde anticondensa poste sulla tubazione di alimentazione dell'acqua fredda. Inoltre, affinché l'impianto sia in grado di mantenere sempre le condizioni ideali di comfort, non è prevista la possibilità di apertura dei serramenti esterni, se non per manutenzione e pulizia. Ogni trave è dotata di valvola di controllo individuale comandata da una sonda ambiente ma la regolazione è configurata a zone.

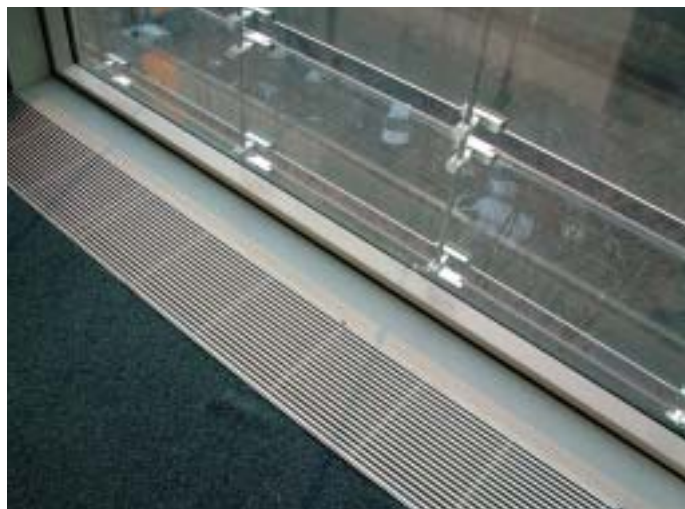
L'impianto è integrato da convettori ventilati dotati di batteria calda incassati a pavimento lungo le vetrate con funzione di riscaldamento in regime invernale. Gli uffici ubicati all'ottavo piano sotto la copertura sono climatizzati con un impianto a fan coil a 4 tubi ed aria primaria: tale scelta è stata dettata dalla presenza di elevati carichi di raffreddamento.

Gli edifici B, C e D

I carichi termici totali estivi da dissipare sono di 580 kW per l'edificio B, 520 kW per l'edificio C e 740 kW per l'edificio D. Ognuno è servito da due gruppi condensati ad aria posti sulle coperture, con potenze di 290 kW cadauno per i corpi B e C e di 600 kW cadauno per il corpo D. L'impianto di distribuzione è costituito da un circuito primario e da tre secondari.

Il carico termico totale invernale è di 380 kW per l'edificio B, 320 kW per l'edificio C e 460 kW per l'edificio D. Per la produzione di acqua calda sono state previste per ogni edificio due caldaie a gas a bassa emissione di NOx della potenzialità di 230 kW per i corpi B e C e di 310 kW per il corpo D.

La distribuzione prevede un circuito primario e quattro circuiti secondari per i corpi B e C e cinque circuiti per il corpo D.



Lungo il perimetro vetrato dell'edificio A sono stati installati, incassati a pavimento, dei convettori ventilati dotati di batteria di riscaldamento che producono una lama d'aria che contrasta l'effetto della parete fredda

Anche in questo caso l'acqua calda sanitaria nei servizi igienici viene prodotta con un boiler elettrico e con scambiatori acqua/acqua ubicati nel locale tecnico in copertura.

Per questi edifici la tipologia dell'impianto di climatizzazione è con fan coil a 4 tubi ed aria primaria.

Quest'ultima garantisce la ventilazione degli ambienti interni fornendo circa 2 vol/h di aria che viene convogliata nel pavimento galleggiante che funge da plenum e viene diffusa in ambiente mediante diffusori circolari da pavimento con lancio elicoidale ad alta induzione.

L'aria viene convogliata dalle UTA in copertura ad ogni singolo piano tramite canali in acciaio zincato. Un secondo sistema di canalizzazioni parallelo a quello di mandata è dedicato alla estrazione che avviene tramite due griglie per piano poste nelle vicinanze del cavedio. Per ogni edificio sono state previste due unità di trattamento dell'aria con la stessa configurazione di quelle utilizzate per l'edificio A.

Test di laboratorio per le travi fredde

Al fine di verificare le prestazioni delle travi fredde, è stato organizzato un test di laboratorio presso il centro prove della Flakt Woods di Jönköping in Svezia. Oggetto delle misurazioni sono state la resa frigorifera e termica, la distribuzione dell'aria nell'ambiente, la velocità dell'aria nella zona occupata ed il livello sonoro emesso.

A tale scopo è stata allestito un ambiente campione (Mock Up Room) con dimensioni in

pianta di 6,6 x 3,8 ed altezza di 3 metri e con caratteristiche simili a quelle di un ambiente tipo. La facciata vetrata è stata simulata con una parete di 3 x 3 metri mantenuta ad una temperatura superficiale di 34 °C, sono state montate a vista due travi lunghe 3 metri con un interasse di 2 metri l'una dall'altra e con una portata d'aria immessa di 27,5 l/s cadauna, mentre i carichi interni dovuti a 4 persone e a 4 Personal Computer sono stati simulati mediante

resistenze elettriche per complessivi 750 W. I parametri sono stati misurati con un robot dotato di braccio automatizzato dotato di sensori di temperatura e di velocità dell'aria. I risultati del test hanno dimostrato la rispondenza ai dati forniti dal software di calcolo: in particolare la velocità dell'aria nella zona occupata è risultata prevalentemente inferiore a 0,2 m/s mentre il livello sonoro è risultato di 29 dBA.

Negli uffici degli edifici B, C e D l'aria viene diffusa in ambiente mediante diffusori circolari da pavimento con lancio elicoidale ad alta induzione

Le macchine installate hanno le seguenti portate:

- edificio B: 18.600 m³/h
- edificio C: 13.800 m³/h
- edificio D: 19.500 m³/h

I fan coil sono del tipo console con mobiletto e sono installati a pavimento in posizione perimetrale in corrispondenza delle finestre. Essi sono alimentati con acqua refrigerata a 7 °C.

Gli altri ambienti

La hall di ingresso è riscaldata mediante un impianto con pannelli a pavimento e raffrescata mediante un impianto a tutta aria con canalizzazioni di mandata e ripresa collegate ad un'unità di trattamento dedicata posta in copertura. Per l'auditorium ubicato al piano terra dell'edificio B è stato installato un impianto a tutta aria con cassette VAV e diffusori lineari ad elevata induzione. L'unità di trattamento è posizionata in un apposito locale ed è alimentata



con i fluidi caldi e freddi derivati dalle centrali tecnologiche poste in copertura.

Il CED principale ed il locale Telecom dell'edificio A sono trattati con 6 condizionatori alimentati con acqua refrigerata prodotta da 3 gruppi frigoriferi dedicati ubicati sulla copertura, mentre i locali CED presenti in ogni edificio sono dotati di un fan coil pensile ubicato a soffitto, alimentato da un refrigeratore d'acqua dedicato. L'archivio è trattato con un termoventilatore pensile ubicato al piano terra dell'edificio C.

Per quanto riguarda le aree di servizio, scale ed archivi non sono raffrescati, mentre i locali deposito rifiuti sono dotati di impianto di estrazione naturale dell'aria. I servizi igienici dispongono di un impianto indipendente centralizzato per il ricambio dell'aria con estrattore installato in copertura. Il riscaldamento avviene tramite radiatori collegati al circuito secondario dell'acqua che alimenta i convettori perimetrali delle aree adibite ad uffici. Nei cavedi è stato infine previsto lo spazio per il passaggio delle tubazioni di collegamento alla unità di riscaldamento e di raffreddamento che saranno installati dall'utilizzatore finale per le aree commerciali.

L'impianto antincendio

L'impianto ha origine dal locale pompa antincendio ed è costituito da una vasca volano da 90 metri cubi e da un gruppo di pompaggio UNI 9490. La distribuzione avviene con 2 anelli su tutti gli edifici dotati di una cassetta UNI 45 per ogni piano e per ogni scala. All'esterno per ogni anello è installato un attacco UNI 70. Per il CED principale, il locale Telecom e l'archivio dell'edificio C sono previsti impianti antincendio con gas inerte. ■

L'impianto fotovoltaico

Sulla copertura dell'edificio C è stato realizzato un impianto fotovoltaico che fornisce una potenza elettrica complessiva di 19,95 kW, utilizzata per l'illuminazione di tutte le aree comuni del complesso. L'impianto è costituito da 190 moduli Shell Solar Energy S105 da 105 kW cadauno, formati da 54 celle al silicio policristallino collegate in serie. La conversione, il controllo e la distribuzione dell'energia prodotta è garantita dal Balance System, composto da 6 inverter monofase e da un quadro elettrico con contatore interposto tra inverter e punto di consegna. L'impianto è del tipo "grid-connected", ovvero in caso di eccedenza della produzione è prevista l'immissione del surplus nella rete del gestore e la detrazione della quota corrispondente dalla bolletta. La progettazione dell'impianto ha mirato ad ottimizzare il rapporto tra i vincoli architettonici e la necessità di massimizzare l'apporto solare: i pannelli sono orientati a sud-ovest (- 64°) ed inclinati di 20° rispetto all'orizzontale. Le apparecchiature del sistema di controllo e gestione sono state poste direttamente al di sotto della falda solare, applicandole sul muro esterno del vano scale che conduce alla zona dell'impianto. L'impianto non costituisce una giustapposizione ad una struttura esistente ma è completamente integrato nell'involucro edilizio. I pannelli sono sostenuti da una struttura portante in acciaio sollevata di circa 6,5 metri rispetto al piano di calpestio e costituiscono la copertura di una pensilina di 200 metri quadrati che protegge dagli agenti atmosferici le apparecchiature dell'impianto di climatizzazione poste sulla terrazza sottostante.