

L'integrazione impiantistica nell'edificio "intelligente"

Fabrizio Tucci



La questione dell'integrazione dell'impiantistica e dei sistemi altamente tecnologici negli edifici che si vogliono definire "ad alto grado di complessità" è centrale nel modo di concepire la progettazione e l'esecuzione dell'architettura contemporanea, soprattutto se tesa nello sforzo di ottimizzare i suoi caratteri di "bioclimaticità" sempre connessi ad una consapevolezza ambientale di fondo. Per essa spesso l'aggettivo "intelligente" sta ad indicare una particolare capacità dell'edificio nel suo insieme e nelle sue parti di interagire con una serie di fattori, interni e/o esterni, in modo da ottimizzare il suo comportamento in senso energetico e più in generale qualitativo-prestazionale, spesso anche in connessione con la possibilità da parte del fruitore di co-partecipare della regolazione di tali relazioni.

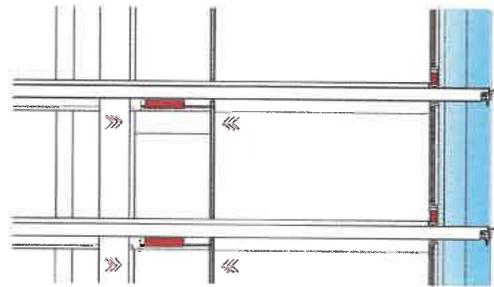
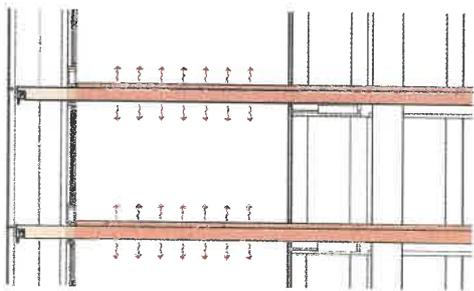
L'edificio a torre per la Deutsche Messe AG di Thomas Herzog ad Hannover sembra porsi ad esempio emblematico dello sforzo di concepire un edificio sostenibile ("nachhaltige Hoehle", lo definisce lo stesso Herzog) caratterizzato da una

forte integrazione con quella che Klaus Daniels chiama "Intelligente Haustechnik", impiantistica intelligente. In esso vi è rappresentato il massimo sforzo di integrazione tra sistemi naturali e passivi di riscaldamento, ventilazione e raffrescamento, e sistemi tecnologici ed impiantistici "attivi" a basso consumo energetico.

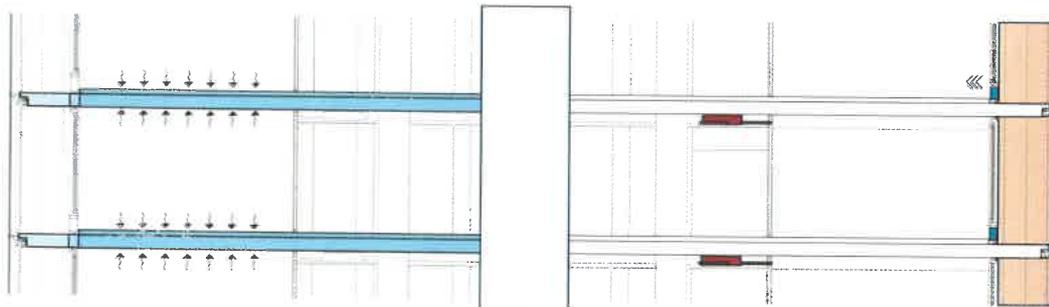
Vediamone le caratteristiche e le peculiarità.

I requisiti tecnico-normativi basilari per questa torre di uffici sono scaturiti dal codice tedesco di gestione dei luoghi di lavoro. Ma definire la qualità di comfort termico solo nel raggiungimento e mantenimento di una data temperatura non è stato giudicato un obiettivo sufficiente e soddisfacente in fase progettuale; in aggiunta alle richieste contenute nel codice pratico, sono stati infatti presi in forte considerazione anche i seguenti fattori, estremamente importanti per il benessere termo-igrometrico:

- la temperatura-ambiente che si percepisce;
- la simmetria delle temperature superficiali;
- l'influenza individuale esercitata dagli utenti;
- il bilanciamento dei flussi.



A sinistra i solai radianti, a destra le opzioni di ventilazione: con ventilazione naturale si fornisce aria fredda, con ventilazione forzata aria calda.



A sinistra, il caso della piastra-solaio fredda (circa 26 °C), con le opzioni di ventilazione (naturale: aria calda, meccanica: aria fredda).

Le forme di energia (riscaldamento/raffrescamento) richieste nell'edificio sono state stabilite dopo aver determinato le dinamiche dei carichi energetici attraverso una simulazione.

Le prove di laboratorio e la modellistica virtuale hanno dimostrato che la questione energetica poteva essere affrontata, risolta e controllata essenzialmente sotto due punti di vista:

- la gestione della ventilazione e del raffrescamento naturali attraverso il complesso sistema d'involucro a doppia pelle integrato a forme d'impiantistica sperimentale "intelligente";
- la produzione e controllo del riscaldamento interno dell'edificio con i sistemi innovativi delle "piastre di solaio termoattive".

Prima di tutto, si è considerato che gli edifici con un buon livello di insolazione sulle superfici esterne hanno un basso fabbisogno di riscaldamento. Inoltre, secondo la recente sperimentazione, negli edifici realizzati secondo i moderni standard di isolamento termico i guadagni termici interni (dovuti alle persone, attività, luci artificiali, computer, etc.) coprono spesso il fabbisogno di riscaldamento dell'edificio per la maggior parte dell'arco di tempo in cui esso è in uso. Con temperature esterne di 0° C e oltre, gli ambienti con forti guadagni interni di riscaldamento possono paradossalmente richiedere più un raffrescamento che un riscaldamento. Molto spesso, anzi, è proprio l'energia impiegata per produrre raffrescamento la forma d'energia che fa la differenza decisiva per spostare, come nel caso di una

torre per uffici, il consumo energetico globale verso un bilancio scarsamente soddisfacente dal punto di vista sostenibile, oltretutto economico. È un fatto noto, infatti, che la generazione di energia di raffrescamento è considerevolmente più costosa di quella che serve per il riscaldamento. Il risultato di tale approccio alla questione energetica è stato quello di un complesso edificio nel quale incredibilmente i fabbisogni per il riscaldamento sono del tutto residuali e ricoprono un ruolo subordinato, tanto che l'energia richiesta per questo scopo è addirittura usata quasi esclusivamente per prevenire il raffrescamento eccessivo dell'edificio nel periodo di tempo in cui esso non è in uso (di notte, nei fine settimana, ecc.). La combinazione di raffrescamento passivo con integrazione di produzione impiantistica è posta in essere grazie all'uso di forme ibride di ventilazione. Ogni campata di facciata interna, infatti, contiene una finestra scorrevole (2.00m.x1.00m.), sulla cui parte bassa, incorporati nei pannelli di legno di rivestimento, ci sono dei piccoli ventilatori per immettere aria che rappresentano un mezzo di ventilazione alternativo o integrativo quando le finestre sono chiuse. Un sistema meccanico connesso al telaio (elemento Bouden) arresta l'immissione dell'aria quando le finestre scorrevoli sono aperte. In questa maniera si può scegliere tra ventilazione naturale e ventilazione meccanica. L'aria viziata viene estratta grazie ad una condotta centralizzata e portata fino ad un'unità scambiatrice di calore, prima di essere

definitivamente espulsa dall'edificio. Elemento-cardine nella gestione delle complesse interazioni tra esterno ed interno dell'edificio, tese a produrre, tra gli altri, i fenomeni bioclimatici di raffrescamento e ventilazione naturali, è il sistema di doppia facciata caratterizzante l'opera di Thomas Herzog.

Il volume dell'aria in movimento varia di quantità, velocità e pressione, oltretutto di temperatura, proprio grazie ai caratteri tecnologici ed architettonici dello spazio-corridoio compreso tra i due strati di facciata. Il principio di base è che la circolazione dell'aria è mantenuta attiva dalla forza del vento. In inverno, per ridurre la trasmittività termica, e dunque la dispersione di calore, i due strati possono far sì che il raffreddamento sia minimo o pressoché nullo tramite una minimizzazione del volume dell'aria immessa in questo spazio. Viceversa, in estate, il calore del soleggiamento è rimosso grazie all'incremento del volume d'aria che fluisce all'interno del corridoio.

Le leggi dell'aerodinamica per gli edifici mostrano che la pressione positiva prevale sulla facciata investita dal vento, mentre può esserci pressione negativa nel lato sottovento. Nell'edificio in oggetto, questo gradiente di pressione è mantenuto in uno stato di equilibrio per mezzo di "flap" che immettono e fanno uscire l'aria dalla doppia facciata. La dimensione delle singole aperture dei flap, che dipende dalla direzione e velocità del vento, e dalla temperatura esterna, sono state determinate sulla base delle condizioni di pressione calcolate dai test effettuati nel tunnel del vento.

Gli utenti possono così scegliere tra due sistemi. D'inverno, il sistema di ventilazione naturale offre tra i due strati di facciata – la "buffer zone" condizionata – aria più fresca, mentre in estate il sistema è invertito.

Per ciò che riguarda la produzione, controllo e gestione degli aspetti "interni" di riscaldamento, Herzog è ricorso alla sperimentazione delle cosiddette "piastre di solaio termoattive".

Un solaio a piastra può essere attivato termicamente per mezzo di condutture che adducano acqua, integrate nel solaio stesso, piuttosto che da installazioni di radiatori a pavimento. In virtù dell'ottenimento di un notevole flusso di riscaldamento e di raffrescamento che scorre verso il basso e verso l'alto, è stato eliminato l'usuale strato di isolamento acustico tra i piani.

Il simultaneo riscaldamento del pavimento e del soffitto, anziché l'usuale riscaldamento a pavi-

mento, permette di creare due superfici attive dal punto di vista termico tra i due livelli di ciascun ambiente. Ciò comporta anche una notevole riduzione della differenza di temperatura tra l'ambiente e le superfici.

Per coprire il carico termico (con condizioni esterne pari a $<0^{\circ}\text{C}$) è necessaria una superficie all'incirca a 23°C . Quando le temperature ambiente si abbassano al di sotto di 23°C , entra in funzione il sistema di riscaldamento.

Al contrario nel sistema di raffrescamento (con condizioni di temperatura esterna $> 0^{\circ}\text{C}$) è necessaria una superficie termica a 21°C . Quando la temperatura dell'ambiente interno supera i 21°C il solaio termoattivo raffresca l'ambiente attraverso differenze di temperatura piuttosto piccole.

I risultati di una simulazione dinamica qui di seguito riportati, forniti dallo studio Herzog und Partner, mostrano il vantaggio dell'impiego delle piastre termoattive. Tre casi di base:

- Il primo caso è esemplificativo dei vantaggi del sistema in estate: quando il solaio a piastre termoattive è in funzione, la temperatura sarà circa di 3°C più bassa che in un ambiente non raffrescato:

- Il secondo caso è significativo dei vantaggi del sistema in inverno: il dato sperimentale è relativo ad un ambiente non occupato posto a Nord – od Ovest – senza carichi termici interni durante una settimana fredda invernale; la temperatura interna non scende mai al di sotto dei 20°C .

- Infine, vi è il caso dell'ambiente con carichi termici interni variabili: la gamma di temperature testata è relativa a due ambienti interni adiacenti con carichi interni differenti; il primo ambiente è vuoto, il secondo è pieno di persone.

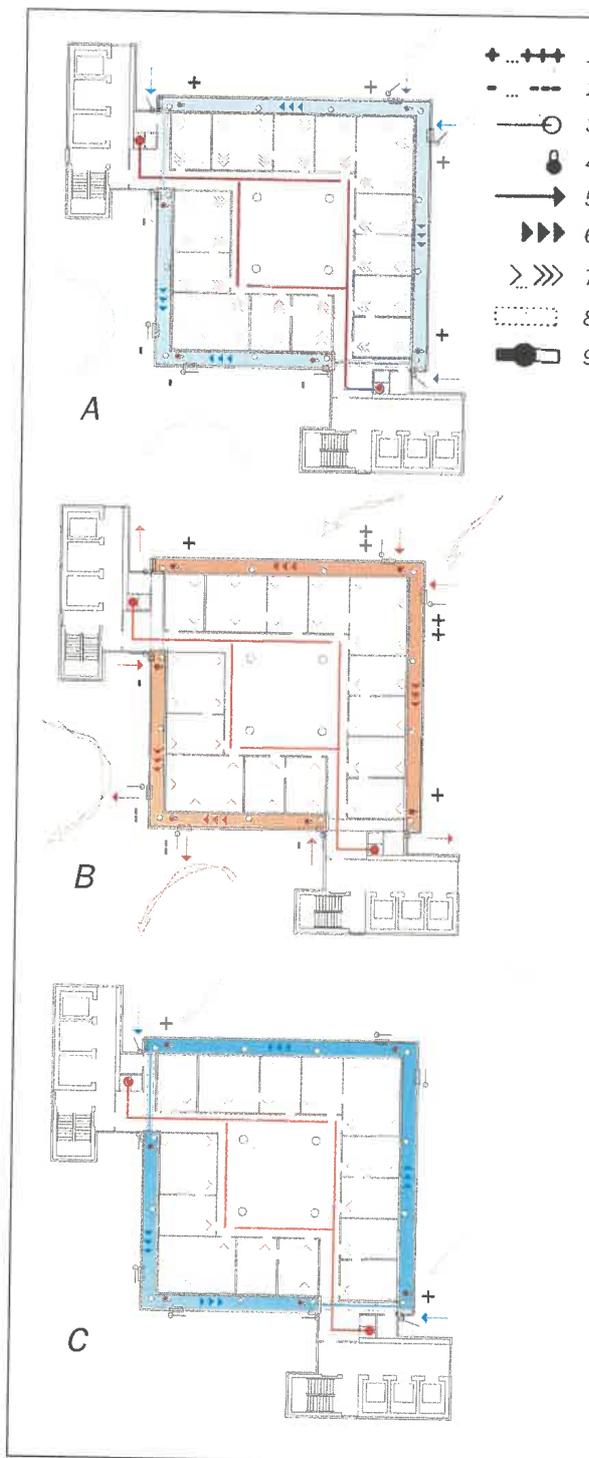
Il concetto di raffrescamento senza spreco di risorse implica la necessità del potenziamento d'impiego delle basse temperature durante il periodo notturno, all'incirca di 15°C più fresco, con il loro immagazzinamento fino al giorno seguente tramite gli elementi strutturali dell'edificio e specialmente le piastre in cls del solaio.

L'energia raffrescante dell'aria notturna è trasferita al sistema di circolazione dell'acqua appartenente ad un sistema di impianto che si potrebbe definire di "raffrescamento ibrido". Questo impianto può anche essere impiegato per sfruttare il calore dell'acqua vaporizzata sugli elementi raffrescanti. In tal modo, durante le calde notti estive, si può ottenere un'acqua superiore ai 18°C proveniente dal processo di raffrescamento.

L'impianto di raffrescamento ibrido si può impiegare d'estate e nelle stagioni intermedie in due differenti maniere: di notte, per mantenere una temperatura costante all'incirca di 18°C grazie all'impiego delle piastre di solaio termoattive; durante il giorno, l'impianto di raffrescamento naturale funziona al posto di quello meccanizzato. L'impiego di energia per il funzionamento dell'impianto di raffrescamento meccanico è limitato al massimo, ed è messo in gioco solo per gli spazi speciali come l'Hermes Lounge e gli ambienti tecnici di servizio. L'aria fresca fornita a tutti i piani-tipo viene risucchiata nel nucleo Nord fino al livello della copertura. L'aria viene preriscaldata con l'ausilio di uno scambiatore di calore rotante che riesce a convertire più dell'85% dell'energia contenuta nell'aria viziata in uscita.

Dopo il processo di condizionamento (riscaldamento/ventilazione) che avviene ai singoli piani, l'aria immessa è fatta passare in due larghe condotte. Questo sistema fornisce a ciascun piano-tipo un massimo di 2.000 mc/h d'aria, secondo un rapporto di scambio pari ad 1,5. Il volume dell'aria fornito è determinato sulla base della quantità di ricambio d'aria richiesta per mantenere le condizioni igieniche. Questo riflette le esperienze iniziali dell'utente che devono e possono essere regolate e più finemente aggiustate durante la gestione con l'aiuto di sensori di CO2. La quantità d'aria scambiata per ciascun piano è controllata attraverso sistemi a funzionamento elettronico, regolatori del volume dei flussi dell'aria in entrata ed in uscita. Per minimizzare le perdite di pressione nella rete delle condutture, i condotti di immissione e di estrazione dell'aria sono dimensionati per ottenere una velocità che varia da 1 a 2 m/sec. All'interno del nocciolo centrale del condotto può capitare che la velocità superi i 4m/sec. Mobiletti con rotori a corsa libera sono stati installati al di sopra del nucleo della struttura settentrionale, per mantenere la circolazione dell'aria ed espellerla dalla sommità dell'edificio. Come risultato delle perdite di pressione relativamente basse, della risalita termica e delle correnti di supporto dovute al vento, la circolazione dell'aria all'interno dell'edificio è per la maggior parte mantenuta grazie a forze naturali. Questo, di contro, riduce notevolmente il tempo di lavoro dei mobiletti meccanici.

In sintesi, i fondamentali caratteri che fanno di quest'opera un tassello significativo nel cammino verso un'ottimizzazione del comportamento



I flussi d'aria, naturali, dall'esterno, all'interno: A) Periodo di transizione, B) Inverno, C) Estate piena. In legenda: 1) pressione del vento, 2) aspirazione, 3) apertura di facciata, 4) sensore di temperatura, 5) aria esterna, 6) flusso d'aria, 7) ventilazione, 8) bypass, 9) pozzo di estrazione dell'aria.

bioclimatico dell'architettura insieme ad una sua integrazione spinta con gli aspetti innovativi della tecnologia impiantistica intelligente, sono quelli che pongono in gioco nel progetto fenomeni legati al raffrescamento naturale, alle differenze di temperatura, al riscaldamento passivo misto con attivo, al recupero del calore.

Il risultato ultimo è quello della messa in primo piano di un attento impiego della ventilazione naturale, che, nell'integrazione con il supporto meccanico, dimostra che è ormai possibile realizzare con efficacia ed efficienza quello che è uno dei temi e degli obiettivi principali dell'architettura ambientalmente consapevole: una effettiva e radicale minimizzazione dell'impiego di energia primaria.