



Le tre Torri CityLife_Photo Courtesy Alberto Fanelli

ARCHITETTURA E INGEGNERIA

Tall Buildings: progettare gli impianti, realizzarli, ma non solo

► di **Dino Boni**

Ingegnere, direttore tecnico e membro dell'advisory board di Manens-Tifs

Da sempre l'uomo ha in sé il desiderio di salire in alto, di superare la barriera fisica della gravità per uscire dal suo habitat quotidiano.

Dalla torre di Babele, dove c'è un progetto dell'uomo per raggiungere gli dei, ma gli dei si ribellano a questo tentativo dell'uomo di cambiare "status" e ne fanno fallire il progetto dando come punizione un mondo che diventa non comunicante e si disperde nella confusione. Anche la leggenda mitologica di Icaro ha una lettura analoga alla precedente: il desiderio di uscire dalla vita quotidiana per salire sempre più in alto per raggiungere gli dei. Anche lì c'è la punizione che arriva per il troppo orgoglio.

Questi edifici contemporanei di grande altezza (*Tall Buildings*) sono sfide che esprimono sempre il desiderio dell'uomo di elevarsi, di progredire?

Lascio queste riflessioni agli studiosi del pensiero umano e del postumano (Rosi Braidotti) per capire se questa fase "antropocena" porterà a migliorare la condizione umana.

Certamente questi edifici di grande altezza sono delle sfide progettuali per chi pensa queste opere, per chi le realizza, per chi poi le gestirà.

Ogni progetto in generale, ma in particolare quelli che riguardano edifici di grande altezza, mettono alla prova i vari progettisti; tuttavia "*non si realizzerebbe nel mondo ciò che è possibile se non si aspirasse sempre all'impossibile*" (Max Weber).

Introduzione

Questo contributo viene da una delle maggiori società di impiantistica edilizia, Manens-Tifs, che ha molta esperienza nella maggior parte degli edifici alti costruiti in Italia. Basti citare a Milano le tre torri di CityLife e il complesso delle torri Unicredit a Porta Nuova, a Torino il nuovo grattacielo di Intesa Sanpaolo. Da questi casi si impara che il rapporto tra l'ingegnere degli impianti e dell'energia e gli altri progettisti deve essere "olistico": nell'ambito della squadra di progetto egli deve assumere due decisioni iniziali: la ricerca delle fonti energetiche e la costruzione di un energy modelling. Successivamente deve decidere l'ubicazione delle centrali tecnologiche d'accordo con l'architetto e lo strutturista. Quanto all'impiantistica ai piani, essa va sviluppata concordando con la proprietà la destinazione d'uso degli ambienti e con l'architetto il layout interno. Dopo la realizzazione è importante tener sempre sotto controllo i consumi energetici affinché realizzi gli obiettivi dell'energy modelling e si ottengano tutte le certificazioni di sostenibilità ambientale che danno valore all'edificio.

Aldo Norsa,
già professore ordinario
nell'Università IUAV di Venezia

Un corretto approccio al progetto

In qualunque realtà sociale c'è sempre un divario, una forbice tra ciò che vorremmo fare per rendere migliore la società e ciò che si può materialmente realizzare, tenendo conto dei vincoli, delle risorse a disposizione, ecc.

Quindi, nell'approccio progettuale, ci si può dare degli obiettivi e poi puntare a rispettarli.

Anche un ingegnere degli impianti e dell'energia, che ha maturato esperienze in queste realizzazioni, può dare un contributo significativo nello sviluppo del progetto. Ciascuno, per la sua cultura e preparazione, può sempre esprimere valutazioni di carattere estetico, funzionale, ergonomico e socio-antropologico. Le ipotesi di lavoro nel campo degli impianti e nell'uso dell'energia dovranno considerare tutte le strade affinché l'edificio sia veramente una casa comune (*oikos*), dove le persone passano di solito più tempo che nella loro residenza abituale. Ogni progetto va dunque affrontato con un approccio olistico, cioè va visto nell'insieme delle sue componenti, dando a ognuna un suo peso specifico.

Già dalla fase iniziale va coinvolto tutto il team di progettazione, a partire dalla proprietà, dall'architetto, dagli ingegneri che calcolano le grandezze fisiche per consentire la realizzazione dell'opera.



Il rendering del nuovo progetto Studio BIG per CityLife

Anche quindi l'ingegnere degli impianti e dell'energia ha un suo ruolo nell'elaborazione del progetto generale, per trasmettere a tutti i membri del *team* le valutazioni che emergono dai suoi calcoli, dai suoi modelli energetici, dalla sua esperienza.

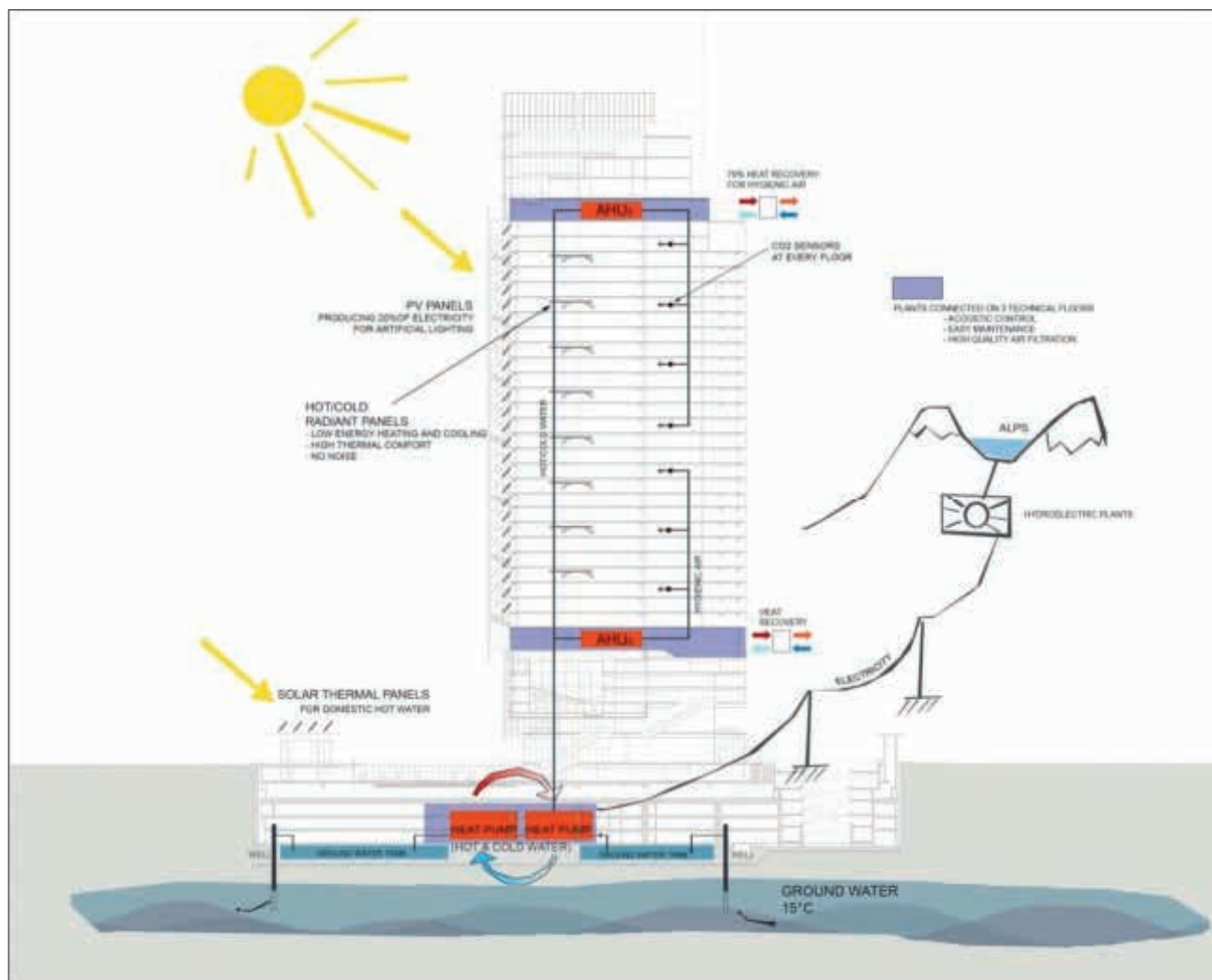
Critica progettuale dei Tall Buildings

Dalle considerazioni precedenti discende l'esigenza di una critica (nel senso kantiano del termine, inteso come interpretazione e valutazione) dell'idea iniziale del progetto, per iniziare un percorso che porterà a trovare la soluzione ottimale che più soddisfa le attese della proprietà: l'estetica, la semplicità nella gestione e nell'utilizzo degli spazi, le modalità di esercizio e, non ultimo, il rispetto dell'ambiente. Quindi in

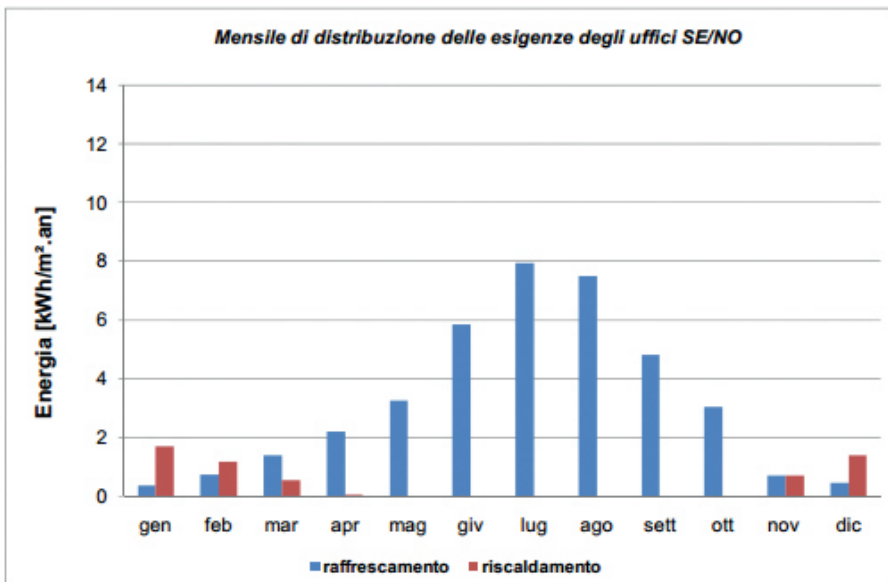
questo ambito anche la scelta degli impianti, la loro funzionalità, il loro mantenimento nel tempo, la valutazione sulle risorse energetiche disponibili e l'utilizzo al meglio di tali risorse, il contesto urbano dove va a inserirsi l'opera faranno parte di questa prima fase di sviluppo delle idee.

Precondizione di avvio del progetto è formare il *team* che sarà coinvolto nell'opera:

- la proprietà che, sulla base di sue indagini, avrà abbastanza chiaro l'utilizzo dell'edificio e gli spazi necessari per ogni funzione. È evidente che a monte di queste scelte la proprietà avrà fatto eseguire le indagini di mercato, consultato specialisti nel settore immobiliare; avrà quindi un elenco di richieste da formulare ai progettisti;



Schema illustrativo del ciclo dell'acqua per usi energetici



Iterazione B2, UFFICI EST / OVEST - Itération B2, BUREAUX EST / OUEST

- Il *team* di progettazione, architetto, ingegneri, paesaggisti, urbanisti, esperti della *security* e della *safety*; ricevute le informazioni dalla proprietà, si confronteranno per trovare la soluzione tecnica più consona.

Costituito il *team* il primo passo del gruppo è dare delle risposte coerenti sia alle richieste della proprietà che alle finalità date al progetto.

È questo il momento per collocare l'uomo e il suo habitat al centro del progetto, in modo che l'opera diventi un luogo di lavoro, ma anche di socializzazione, di incontro, di condivisione. Insomma non vivere in un ambiente asettico, "mordi e fuggi".

Contemporaneamente si dovrebbero affrontare gli altri obiettivi di progetto, in particolare, per una tipologia di edificio di grande altezza: la sua sostenibilità ambientale, la ricerca di un'economia circolare nella sua realizzazione, l'utilizzo equilibrato delle fonti energetiche, l'adozione di tecnologie digitali nella progettazione, nella realizzazione e nell'esercizio.

È questa la fase di *concept*, che deve riguardare la molteplicità degli aspetti progettuali, mettendo al centro di tutto il contesto l'uomo.



Doppia Pelle – Limitazione delle Perdite Termiche

Schema di funzionamento movimenti d'aria nella facciata doppia pelle

Ruolo dell'ingegnere degli impianti e dell'energia

La fase di *concept* è determinante per l'ingegnere degli impianti e dell'energia che partecipa al *team* di progetto. Diventa particolarmente impegnativo il suo ruolo nei *Tall Buildings*, dove le problematiche esecutive sono ben maggiori che nei normali edifici.

Due sono le decisioni iniziali che deve prendere il progettista degli impianti e dell'energia: la ricerca delle fonti energetiche e la costruzione di un *energy modelling*.

Fonti energetiche

Normalmente le fonti energetiche disponibili in loco sono molteplici. Compito del progettista è individuare quelle più convenienti e quelle di minor impatto ambientale.

Nei Paesi occidentali sono frequentemente presenti delle reti di teleriscaldamento o semplicemente delle reti di gas metano.

Sono poi da analizzare le fonti rinnovabili presenti in loco, principalmente sole e vento, e se c'è una falda d'acqua utilizzabile. Queste ricerche, che viaggeranno in parallelo ad altre indagini relative ai sottoservizi presenti (energia elettrica, acqua potabile/industriale, fognature e loro tipologia, reti informatiche), richiedono normalmente un certo impegno, perché si devono coinvolgere più enti, più amministrazioni pubbliche, più società concessionarie. La conoscenza della legislazione locale è fondamentale in questa fase.

La nostra esperienza in materia ci ha portato a sviluppare il tema delle fonti energetiche in vario modo. L'energia solare è sempre stata un valore importante nei nostri progetti, Per quanto possibile si è trovato il modo di inserire nelle facciate e sulle coperture un numero di pannelli più elevato possibile, sempre comunque compatibile con il disegno delle stesse. L'utilizzo della copertura risulta spesso problematico perché considerata dagli architetti la quinta facciata e quindi usufruibile poco o nulla. In certi casi poi non esiste per niente una copertura vera e propria o è occupata da *roof garden*, eliporto, area per attività sportive, ristorante, ecc.

Risultati interessanti sono stati ottenuti con l'utilizzo dell'acqua di falda non di profondità e quindi non per uso potabile. Ci sono diverse esperienze fatte utilizzando l'acqua di falda come vettore energetico; questa scelta consente di eliminare le tradizionali centrali termiche e frigorifere. Essendo tali centrali impattanti non poco in un edificio (spazi, camini, aperture



Facciata con doppia pelle

di ventilazione, rumore, emissioni di sostanze in atmosfera), l'uso dell'acqua di falda permette di posizionare le centrali termofrigorifere in spazi tecnici di servizio, prevalentemente ai piani interrati. Si realizza inoltre, con questa soluzione, quello che è l'obiettivo primario di un progettista: il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni.

L'utilizzo dell'acqua di falda consente di avere, localmente, una fonte energetica a emissioni zero in atmosfera, aspetto che in uno spazio urbano ha una sua validità e importanza, in quanto le fonti inquinanti sono già sufficientemente presenti, provenienti da più origini e difficilmente diminuibili (almeno per ora).

Si potrà avere: emungimento dalla falda e restituzione, dopo il trattamento termico, a un corso superficiale; oppure emungimento e successiva restituzione al-



Centrale termofrigorifera ai piani interrati



Copertura edificio con area adibita a roof garden

la falda nel senso dell'andamento del flusso d'acqua. La nostra preferenza è, se possibile, la restituzione su corso superficiale, per contenere la deriva termica nel terreno circostante l'edificio.

Non sempre comunque è facile ottenere le autorizzazioni per l'emungimento dell'acqua di falda; le competenze sono prevalentemente delle provincie, ma anche altri enti hanno autorità di intervento e i tempi autorizzativi sono abbastanza lunghi.

Nell'area milanese è più facile ottenere i permessi, dato che si vuole contenere l'innalzamento della falda che sta producendo diversi danni ai piani bassi delle costruzioni esistenti.

Il percorso autorizzativo prevede dei sondaggi in loco, per conoscere la consistenza della falda, la temperatura dell'acqua nelle varie stagioni, l'andamento dei flussi sotterranei ed eventuali livelli di inquinamento dell'acqua.

Dopo i sondaggi, è necessario eseguire delle simulazioni per analizzare, nelle vicinanze dell'area di restituzione dell'acqua in falda, la variazione termica dell'acqua, del suolo o del corso superficiale.

Come si vede è un lavoro complesso, che richiede molte risorse e specialisti in materia.

Ma, se le condizioni lo permettono, è un'ottima soluzione di approvvigionamento energetico, che, combinata con altre energie rinnovabili, può ridurre i consumi energetici e contenere l'inquinamento atmosferico.

Se non raggiungibile l'obiettivo di avere a disposizione l'acqua di falda, il nostro lavoro si concentra su sistemi tradizionali, sempre comunque prevedendo soluzioni tecniche a elevata efficienza energetica.

Energy Modelling

Già dalla fase di *concept* si può impostare un modello energetico dell'edificio sufficientemente attendibile, sul quale eseguire delle simulazioni preliminari. In tal modo si possono già avere dei risultati interessanti relativi ai consumi energetici, alle caratteristiche fisico-dimensionali dei componenti dell'involucro, all'utilizzo della luce diurna negli ambienti (*daylighting*). Si può inoltre capire il peso del contributo delle fonti energetiche rinnovabili e avere una prima indicazione delle emissioni in atmosfera di fumi, di CO₂, di rumore e di impatto ambientale nell'area circostante.

Questo primo modello semplificato andrà poi sempre più integrato e completato nel corso del progetto, fino alla sua ottimizzazione finale che si avrà quando saranno state definite tutte le varie componenti fisiche dell'edificio e quando sarà completata la configurazione finale degli impianti e delle sorgenti energetiche.

Già comunque in questa fase si possono ricavare alcune indicazioni progettuali importanti che verranno poi sottoposte al team di progetto.

Sono indicazioni preliminari che rivestono particolare importanza per l'architettura dell'edificio. Scelte che riguardano l'orientamento, la tipologia delle facciate (trasparenti, cieche, semplice o doppia pelle, livello di filtrazione della radiazione solare), il posizionamento dei pannelli fotovoltaici, la ventilazione naturale delle facciate e degli ambienti, la posizione ottimale delle centrali tecnologiche per contenere i consumi energetici e i costi della distribuzione.

Per una modellazione accurata è importante poi conoscere la destinazione dei vari spazi per determinare un profilo di carico energetico nelle 24 ore e nei giorni/mesi dell'anno. Il successo o meno del modello energetico è dato dalla correttezza dei dati di ingresso.

Altri elementi importanti che si devono assumere nel-

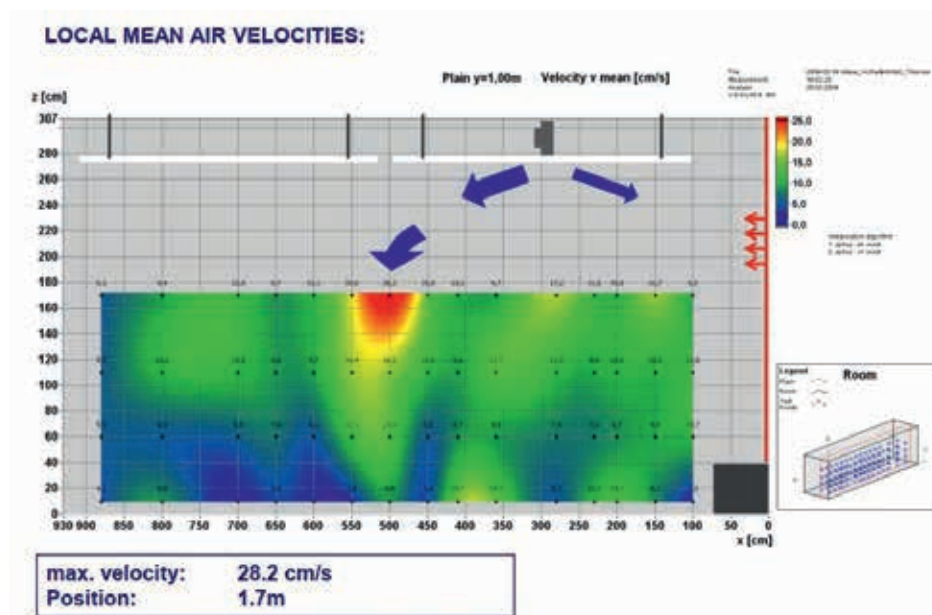


Grafico distribuzione aria ambiente da CFD

la modellazione, per rappresentare più fedelmente possibile lo stato finale dell'edificio, sono:

- il guadagno solare, come cioè il sole contribuisce positivamente (luce e contributo termico) o negativamente (radiazione solare diretta/indiretta). Normalmente più è alto il guadagno solare invernale, peggiore è la condizione energetica estiva. La ricerca del punto più conveniente è l'obiettivo primario del modello. Da non trascurare nello studio l'apporto delle riflessioni e/o delle ombre che si trovano nel contorno planimetrico dell'edificio;
- la gestione invernale ed estiva della facciata a doppia pelle (se prevista) e delle schermature;
- le condizioni dell'aria esterna nei vari periodi dell'anno e le sue variate condizioni alle diverse altezze. In prima approssimazione si può ritenere che vi sia una differenza di 1,6°C per ogni 300 metri di altezza;
- le condizioni della presa d'aria per climatizzare gli ambienti; più si sale e l'aria è meno inquinata e quindi i sistemi di filtrazione sono più semplici;
- le infiltrazioni d'aria negli ambienti che dipendono dalla tipologia dell'involucro. In prima approssimazione si possono considerare costanti alle varie altezze, ma ci sono dei modelli dinamici che tengono conto della loro variabilità con l'altezza;
- sistemi di trasporto verticale; in questa tipologia di edifici il consumo degli elevatori arriva fino al

20/25% del consumo energetico dell'intero edificio. Quindi molto elevato rispetto ad analoghi edifici non alti. Il modello dovrà tener conto dei flussi delle persone nei vari orari ed introdurre dei sistemi di ottimizzazione delle corse degli elevatori;

- il posizionamento delle centrali: termofrigorifere, di produzione e di trasformazione dell'energia elettrica, di pressurizzazione dei fluidi: aria, acqua tecnologica, acqua potabile, acqua antincendio. Dato il consistente peso energetico delle centrali tecnologiche, la scelta della loro posizione può portare a non trascurabili risparmi di energia e dei costi della distribuzione.

Questa fase di sviluppo, se pur preliminare, dell'*energy modelling* è fondamentale per creare la base per una corretta progettazione dell'edificio.

Il progetto degli impianti

Posizionamento delle centrali

La prima problematica che deve risolvere l'ingegnere progettista degli impianti e del sistema energetico è quella dell'ubicazione delle varie centrali tecniche, una volta definite le modalità di approvvigionamento delle fonti energetiche e sviluppato l'*energy modelling* preliminare.

Normalmente ciò implica un confronto serrato tra l'architetto, lo strutturista e ovviamente l'impiantista.

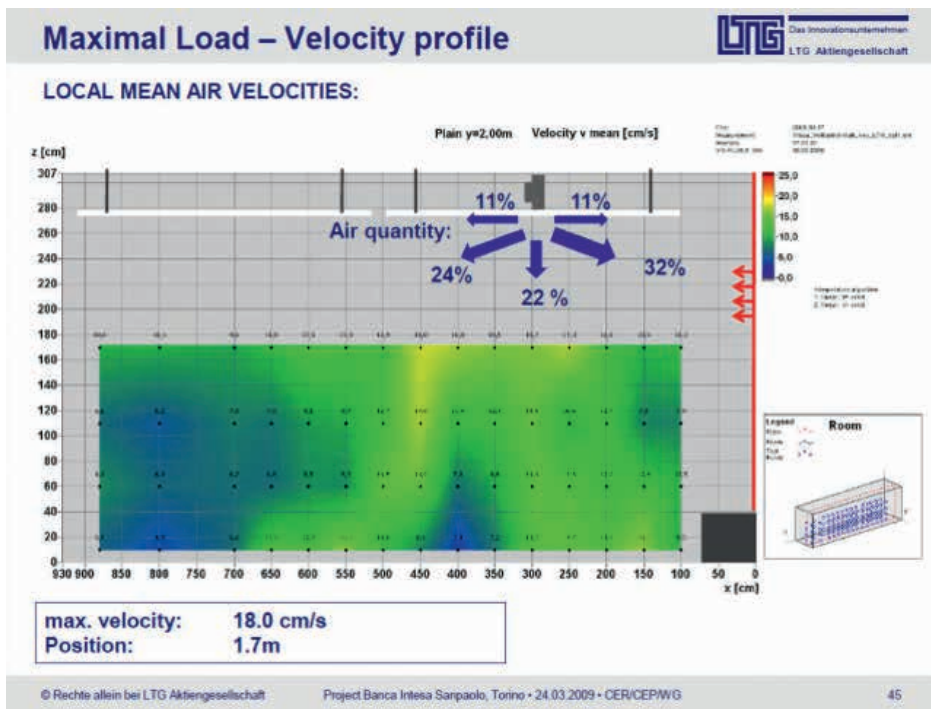


Grafico distribuzione aria ambiente da mock-up

Obiettivo primario del sistema impianti è avere le centrali disposte in modo razionale nell'edificio, per far sì che le reti siano contenute e che ci siano gli spazi sufficienti, non solo per l'installazione delle macchine, ma che esse siano accessibili al personale e ai mezzi di trasporto durante l'esercizio. Infatti la manutenzione ordinaria e straordinaria delle apparecchiature di centrale è un onere che si distribuisce nel tempo: più è complesso accedere e movimentare macchine o parti di esse, più diventerà oneroso il costo della manutenzione. Essendo questo un costo che si ripete per tutta la vita dell'impianto, può dare delle sorprese al gestore dell'edificio e in ultima analisi alla proprietà.

Quindi, si cercherà di posizionare le centrali con apparecchiature termofrigorifere e di pressurizzazione ai piani interrati, facilmente raggiungibili da mezzi di trasporto e di sollevamento. Si troveranno inoltre spazi ai piani, fuori terra, per centrali che necessitano di un notevole scambio d'aria con l'esterno: unità di trattamento dell'aria, macchine raffreddate ad aria, o pompe di calore ad aria, o per raffreddamento di fluido. Sempre ai piani interrati sarà ricavato lo spazio per le centrali elettriche, con le relative cabine di tra-

sformazione, per eventuali gruppi elettrogeni e per le stazioni di continuità dell'energia elettrica.

Per consentire poi una distribuzione razionale, economica e di più facile gestione delle reti elettriche e dei sistemi informatici è necessario che vi siano delle aree tecniche distribuite a vari livelli dell'edificio. Una buona regola è avere un piano tecnico ogni circa 15/20 piani, ove verranno ubicate delle sottocentrali, derivate da quelle principali ai piani interrati: centrali di pressurizzazione dei vari fluidi, ed eventuali sotto-cabine elettriche (da analizzarne la convenienza tecnico-economica in base: alle tipologie di utenze ai piani, alla presenza di *tenants* a elevato carico elettrico concentrato, dalla posizione delle macchine degli impianti di sollevamento, ecc.).

Le apparecchiature che sicuramente vanno posizionate in questi piani tecnici sono le unità di trattamento aria a servizio di un certo numero di piani, sotto e sopra.

Si può anche analizzare la possibilità di ubicare queste centrali di trattamento aria in spazi tecnici ricavati ai singoli piani. È questa una soluzione che permette più flessibilità di utilizzo del piano, ma comporta di contro la necessità di più superficie complessiva, ol-

tre ad altre problematiche come: la presa d'aria esterna e le espulsioni dell'aria (che risultano in tal caso distribuite anziché concentrate), il trattamento acustico dei locali tecnici, il contenimento delle trasmissioni di vibrazioni agli altri piani, gli accessi ai locali per la manutenzione.

Sicuramente a ogni piano va ricavato un locale tecnico per le apparecchiature elettriche e per gli armadi dati e sicurezza.

È evidente che l'ubicazione delle centrali tecniche ai piani fuori terra ha sempre un qualche impatto visivo con la facciata, per la necessità di aperture di ventilazione (sia naturale che forzata per presa ed espulsione dalle unità di trattamento aria). La definizione della posizione di queste centrali e le modalità di ricavare aperture sulla facciata è un tema progettuale particolarmente impegnativo, sia per l'architetto che per l'impiantista.

Diversa può essere la filosofia della distribuzione elettrica in verticale; molto dipende se già in fase di progetto è stabilita la tipologia di utenze ai vari piani.

Dell'esperienza maturata, sono individuabili più ipotesi distributive come per esempio:

- un unico utente finale dell'intero edificio; in tal caso viene considerata un'unica cabina di trasformazione per tutti i servizi generali e di piano con sviluppo verticale della rete preferibilmente con sbarre blindate;
- una cabina principale ai piani interrati e altre secondarie ai piani tecnici, assieme alle sottocentrali dei fluidi;
- una cabina dedicata agli impianti di risalita, in prossimità delle sale macchine;
- una cabina di trasformazione per servizi comuni, e una o più cabine di trasformazione per utenze specifiche (*tenants* con elevato impegno di potenza);
- una cabina di trasformazione per le utenze comuni, una cabina di trasformazione della società fornitrice dell'energia e tante consegne in bassa tensione ai vari *tenants* distribuiti ai piani.

Un breve cenno anche per gli impianti di telecomunicazione di allarme, sicurezza, di telesorveglianza e di controllo (BMS *Building Management Systems*).

Vanno definiti in fase di *concept* le funzioni e gli spazi tecnici per questi impianti. Le funzioni vanno concordate con l'utente finale e, una volta stabilite, si va a posizionare: la *control room* generale di edificio, contenente gli apparati degli impianti di *safety*



Esempio di integrazione degli impianti al piano con l'illuminazione naturale e con quella artificiale

ty e *security*, di telesorveglianza, di controllo accessi, ecc., la *control room* per la gestione e il controllo degli impianti, il locale consegna e smistamento delle reti informatiche (tecnicamente denominato "centro stella"), i locali di piano per contenere gli armadi delle reti informatiche e per i distributori degli altri impianti speciali.

Impiantistica ai piani

Va sviluppata dopo aver concordato:

- con la proprietà la destinazione d'uso degli ambienti, le flessibilità richieste, il tipo di funzioni svolte in queste aree, le necessarie dotazioni dei posti di lavoro e dei servizi collegati. Importante è stabilire l'eventuale uso di aree in *smart working*;
- con l'architetto le modalità organizzative del *layout* interno, dei percorsi, le caratteristiche tecniche e funzionali dei pavimenti (preferibilmente galleggianti), dei controsoffitti (preferibilmente facilmente rimovibili e ispezionabili), le tipologie delle pareti interne e delle facciate con i relativi dispositivi di oscuramento, di schermatura, di ventilazione naturale, ventilazione forzata.

È questa la fase nella quale il progetto degli impianti va coordinato con l'ingegneria della *security* e della *safety* e con lo studio dei flussi interni.

Tra le peculiarità degli impianti interni ai piani si evidenziano:

- la necessità di avere ambienti confortevoli con particolare riguardo alle condizioni climatiche,

alla ventilazione, alla illuminazione naturale/artificiale, alle dotazioni elettriche e IT nei posti di lavoro, nelle *meeting room*, nelle zone di servizio;

- la possibilità di gestire entro certi limiti, da parte degli occupanti, le condizioni climatiche interne, mediante sistemi automatici/manuali per modificare i punti di lavoro del sistema di climatizzazione;
- la possibilità di ottimizzare l'utilizzo della luce naturale integrandola, dove e quando serve, con quella artificiale.

Per questo sono disponibili sistemi di regolazione della luce artificiale molto affidabili, combinati con il valore di luminosità esterna.

Si evidenzia l'importanza, in fase di *energy modelling*, di studiare l'illuminazione naturale degli ambienti mediante programmi computerizzati di *daylighting*. I risultati di questi calcoli possono portare a una disposizione di *layout* interno più adatta a beneficiare della luce diurna.

Lo studio approfondito (meglio se ottenuto utilizzando programmi BIM) degli spazi tecnici ai piani riguarda: locali tecnici, uscita delle reti dai cavedi di risalita, interferenza tra i vari impianti, disponibilità di controsoffitti più o meno ribassati, disponibilità di far transitare le reti all'interno di pavimenti sopraelevati.

Questo studio, nel caso di edifici di grande altezza, è di particolare importanza perché spazi ristretti pregiudicano poi la flessibilità e la manutenzione degli impianti; spazi abbondanti (succede quasi mai) significa, a parità di altezza dell'edificio, perdere qualche piano utile.

Le tipologie dell'impiantistica interna, una volta acquisite le impostazioni generali sopra descritte, non sono molto diverse rispetto agli edifici non alti.

Anche in questo ambito vanno attivati dei programmi (CFD-fluodinamica computerizzata) di simulazione delle condizioni climatiche degli ambienti, per realizzare le migliori condizioni di benessere interno. Meglio se, abbinati a questi programmi di calcolo, si procede con prove su modello reale di uno o più moduli degli ambienti, allestendo, in laboratori appositamente attrezzati, un *mock-up* che contenga tutti i componenti presenti nella configurazione finale dell'opera: facciata, schermature, pavimento, controsoffitto, tavoli, armadi, luci, carichi interni, ecc.

Lo studio dei risultati ottenuti dalle prove sul *mock-up*, dai programmi CFD e dal *daylighting*, porterà poi a ottimizzare sia le parti terminali degli impianti che la configurazione interna degli ambienti.

Attività post-progettuali

Nel corso della realizzazione

Senza entrare nei dettagli della conduzione e gestione del cantiere, è opportuno evidenziare come sia importante in tale fase seguire, sviluppare e controllare la compatibilità realizzativa con le certificazioni di sostenibilità ambientale che si vogliono perseguire (LEED, WELL, BREEAM, ecc.).

È il momento di recuperare tutti i requisiti assunti in fase progettuale, accertarsi della loro esecuzione, eventualmente intervenire per adeguare/migliorare le condizioni tecniche progettuali.

La fase finale poi di verifica che tutto sia conforme ai dati di progetto è normalmente un lungo periodo di prove, controlli, attivazioni parziali e totali, misure nelle diverse condizioni, ecc.

L'*energy modelling* avrà qui il suo completamento e fornirà in particolare i dati previsionali dei consumi energetici globali dell'edificio.

Dopo la realizzazione

A parte le attività di gestione degli impianti e quelle di manutenzione ordinaria e straordinaria, occorre avere costantemente sotto controllo i dati dei consumi energetici, confrontarli con l'*energy modelling*, individuare le difformità, analizzarne i motivi e procedere poi con gli eventuali interventi correttivi.

Questo lavoro, a edificio funzionante, è di estrema importanza per mantenere l'opera e i suoi impianti sempre in buone condizioni di lavoro, di risparmio energetico e di benessere per le persone. Sono di aiuto, per questi obiettivi, programmi di gestione EPMS (*Energy Power Management System*).

L'edificio è fatto per l'uomo che ci vive, l'edificio non spreca energia, non deturpa l'ambiente, non lascia macerie ai posteri.

Cambierà qualcosa nei prossimi anni?

Purtroppo il Covid 19 sta portando molte incertezze sul futuro.

Taluni esperti in scienze sociali argomentano che ci sarà una qualche inversione di tendenza: da un'epoca in cui il futuro appariva essere la crescita delle grandi metropoli e dei grandi contenitori a un'epoca con più dilatazione degli spazi.

La diffusione del telelavoro, dell'e-commerce, la paura delle concentrazioni e degli affollamenti, il distanziamento fisico come faranno cambiare la nostra vita? I *Tall Buildings* che ruolo avranno? Ai posteri...