



climatizzazione l'impianto del mese

## Semplicità nella complessità

La nuova monumentale sede della televisione cinese, attualmente in costruzione a Pechino, presenta una articolata struttura tridimensionale nella quale gli impianti tecnologici si integrano con caratteristiche di risparmio energetico e di semplicità nella taratura e nella gestione.

di Luca Stefanutti

Due grandi volumi a forma di L appoggiati l'uno all'altro che si sviluppano a partire da una piattaforma comune in parte sotterranea per poi incontrarsi al livello più alto creando una struttura sospesa a sbalzo ad un'altezza di 230 metri. La nuova sede della China Central Television (CCTV), la cui ultimazione è prevista per le Olimpiadi di Pechino del 2008, rappresenta il futuro fulcro del nuovo Central Business District della capitale cinese, per il quale è prevista la costruzione di 300 edifici di grande altezza.

Costruito su un'area di 20 ettari l'edificio è firmato dal famoso architetto olandese Rem Koolhaas e dal progettista di origine tedesca Ole Scheeren, entrambi dell'Office for Metropolitan Architecture (OMA), a capo di un team di progettazione internazionale. Gli architetti lo definiscono "una costellazione iconografica di due grattacieli che occupano in maniera attiva lo spazio urbano, una nuova icona... non la prevedibile torre bidimensionale che spicca il volo verso lo skyline, bensì un'architettura tridimensionale, una sorta di calotta che abbraccia simbolicamente l'intera cittadinanza". Il progetto, vincitore nel dicembre del 2002 del concorso internazionale bandito dalla Beijing International Tendering Co., si candida a diventare una delle più notevoli architetture del XXI secolo, grazie alla capacità di esplorare la complessità degli spazi, all'integrazione tra pubblico e privato e alle soluzioni tecnologiche sviluppate attraverso una serie di simulazioni grafiche. La sede della CCTV avrà una superficie complessiva di 465 mila metri quadrati, all'interno dei quali troveranno spazio gli uffici amministra-



tivi e commerciali, gli studi di registrazione ed i centri di produzione (figura 1).

Sebbene sia alta ben 230 metri, la struttura non si presenta come un tradizionale grattacielo, bensì come un alternarsi continuo di sezioni orizzontali e verticali collegate tra loro che, più che puntare verso il cielo, danno forma ad una imponente ed innovativa scultura urbana. La facciata esterna dell'edificio è rivestita con una rete irregolare formata da sostegni diagonali in acciaio, espressione della forza che attraversa la struttura.

L'intervento complessivo prevede anche la costruzione di un secondo grande edificio, il Television Cultural Center (TVCC), destinato ai servizi, alla ricerca e alla formazione. Esso comprenderà, in un'area complessiva di 95 mila metri quadrati, un albergo a cinque stelle, un centro per i visitatori, un teatro da 1.500 posti a sedere ed ampi spazi espositivi.

È inoltre prevista la realizzazione del Media Park, un parco pubblico per il tempo libero con aree per riprese TV all'esterno.

#### Impianti a tutta aria

Sulla base delle esperienze vissute nelle attuali sedi della CCTV la scelta è caduta su sistemi a volume d'aria variabile VAV. L'analisi dei dati climatici di Pechino effettuata da Arup indica che vi sono lunghi periodi dell'anno in cui è possibile sfruttare il funzionamento dell'impianto VAV in regime di free cooling (figura 2). Vaste zone dell'edificio funzionano inoltre in continuo 24 ore al giorno ed altre a lungo nel periodo serale, aumentando i benefici del free cooling con il sistema VAV. La scelta di un sistema a tutta aria è stata effettuata dopo aver considerato altre opzioni. Gli impianti a soffitti radianti e travi fredde di tipo passivo sono stati scartati in quanto i carichi di raffreddamento interni nella

## L'EDIFICIO IN CIFRE

Concorso di progettazione: 2002  
 Inizio costruzione: Settembre 2004  
 Fine lavori: 2008  
 Superficie complessiva: 575.000 m<sup>2</sup>  
 CCTV: superficie totale 465.000 m<sup>2</sup>  
 amministrazione 75.000 m<sup>2</sup>  
 uffici programmazione 65.000 m<sup>2</sup>  
 produzione news 70.000 m<sup>2</sup>  
 broadcasting 40.000 m<sup>2</sup>  
 produzione programmi 120.000 m<sup>2</sup>  
 servizi per il personale 30.000 m<sup>2</sup>  
 parking 65.000 m<sup>2</sup>  
 TVCC: superficie totale 95.000 m<sup>2</sup>  
 hotel 52.000 m<sup>2</sup>  
 spazi pubblici 23.000 m<sup>2</sup>  
 parking 20.000 m<sup>2</sup>  
 Edificio Servizi: 15.000 m<sup>2</sup>  
 Altezza massima: 230 m

## I PROTAGONISTI DELL'IMPIANTO

Committente:

**China Central Television**

Progetto architettonico:

**OMA** (Rem Koolhaas e Ole Scheren) - Rotterdam, New York, Pechino; con **ECADI** (East China Architecture & Design Institute) - Shanghai

Progetto strutturale ed impiantistico:

**Arup** - Londra, Hong Kong, Pechino

Facciate continue:

**Front**, New York

Progettazione Broadcast:

**ECADI**, Shanghai e

**Sandy Brown Associates**, Londra

Illuminazione:

**Lighting Planners Associates**, Tokyo

Acustica:

**Dorsser Blesgraaf**, Eindhoven

Scenografie:

**DuckS Scéno**, Francia

Trasporti verticali:

**Lerch Bates & Associates**, Londra

Consulenza edifici a grande altezza:

**DMJMH+N**, Los Angeles

Progetto paesaggistico:

**Inside/Outside**, Amsterdam

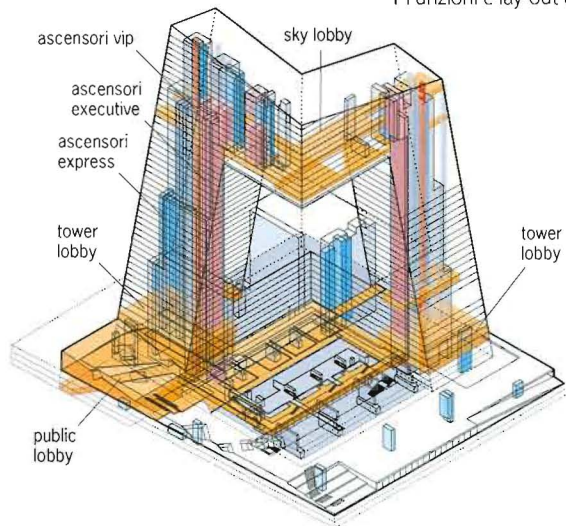
Buildability:

**Stephen Scanlon**, San Diego

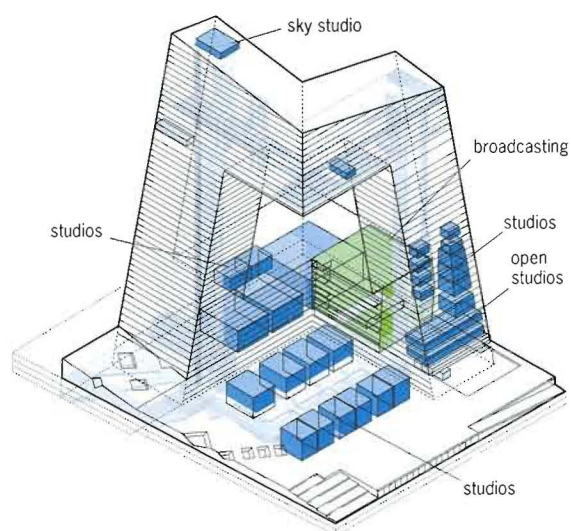
Consulenza strategica:

**Qingyun Ma**, Shanghai

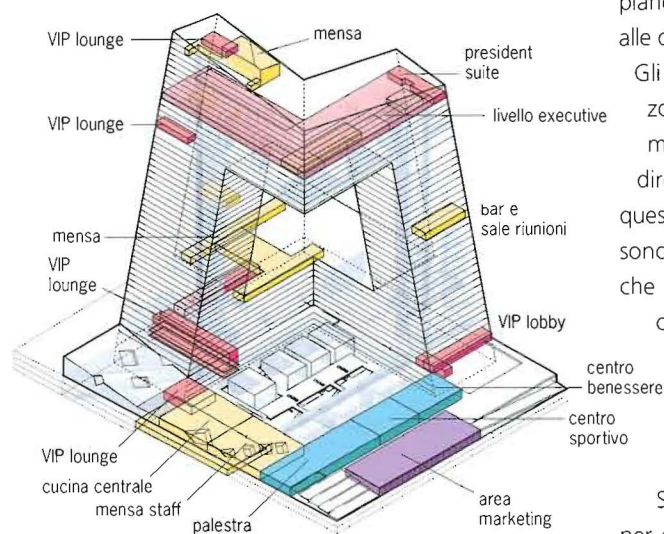
## 1 Funzioni e lay-out dell'edificio CCTV.



### SPAZI E PERCORSI PUBBLICI



### STUDI TELEVISIVI



### AREE PER STAFF E VIP

maggior parte delle zone andavano oltre la resa fornita da questi sistemi. Travi fredde attive e fan-coil a 4 tubi sarebbero state possibili opzioni alternative. Tuttavia nella scelta hanno pesato alcune caratteristiche di questi impianti, quali il rischio di perdite d'acqua e di formazione di condensa e, per i fan-coil, la necessità di manutenzione periodica dei filtri e dei ventilatori posti nel controsoffitto degli ambienti. In particolare la presenza di tubazioni di acqua refrigerata e di scarico della condensa nei controsoffitti, o comunque a soffitto, è stata considerata inaccettabile data la necessità di ridurre al minimo il rischio di gocciolamenti e di perdite con conseguente danno alle apparecchiature televisive.

La scelta ottimale è stata quindi considerata quella dei sistemi a tutta aria VAV con postiscaldamento terminale di zona. Essendo la struttura tutta in acciaio, i controsoffitti sono abbastanza profondi per contenere canali d'aria di grandi dimensioni e per essere impiegati come plenum per convogliare l'aria di ripresa.

Dato che gli studi TV variano sia nel formato (con superfici che vanno da 2.000 m<sup>2</sup> con elevato affollamento a meno di 100 m<sup>2</sup> con ridotta occupazione) sia nell'ubicazione (dai piani interrati fino al cinquantesimo piano), le soluzioni adottate si adeguano alle diverse caratteristiche.

Gli studi più grandi sono stati suddivisi in zone e sono dotati di centrali di trattamento aria dedicate con collegamento diretto all'aria esterna. Ai livelli più alti questa soluzione non era fattibile, quindi sono state previste piccole centrali tecniche ubicate in locali adiacenti agli studi, con l'aria di ventilazione fornita dal sistema VAV (figura 3).

Una volta stabilito il concetto base, è stato necessario valutare la posizione ed il formato delle centrali.

Se fossero state usate centrali tecniche per ogni piano esse avrebbero dovuto essere adiacenti alla facciata per utilizzare il

100% di aria esterna per il free cooling. Da una valutazione iniziale è emerso che sarebbero state necessarie più di 150 centrali, ubicate principalmente lungo il prezioso spazio perimetrale, e che avrebbero richiesto una manutenzione periodica con accesso da zone operative.

Il team di progettazione ha deciso quindi di optare per nove centrali tecniche principali dell'aria, con la soluzione insolita di avere una serie di grandi unità di trattamento collegate in parallelo che servono le grandi colonne montanti di mandata e di ripresa poste nel nucleo centrale (figura 4). Ogni centrale tecnica serve blocchi composti da 10 a 20 piani, con velocità dell'aria ad alta velocità nelle colonne montanti (15 m/s in quella di mandata e 12 m/s in quella di ripresa), che si riducono nella distribuzione di piano.

La configurazione di una centrale tecnica tipo prevede sei unità di trattamento. Quando la portata d'aria richiesta diminuisce, il sistema di regolazione arresta una delle UTA e modula la velocità del ventilatore di quelle restanti. Ulteriori riduzioni della portata richiesta permettono di arrestare più unità, mantenendo così il numero minimo di UTA funzionanti al massimo dell'efficienza. All'aumentare del carico il ciclo si inverte e le UTA vengono collegate in sequenza all'impianto.

Ogni zona di piano può essere isolata dalle colonne montanti di mandata e di ripresa mediante serrande motorizzate, permettendo di isolare le zone non occupate e lasciando le altre zone in funzionamento normale.

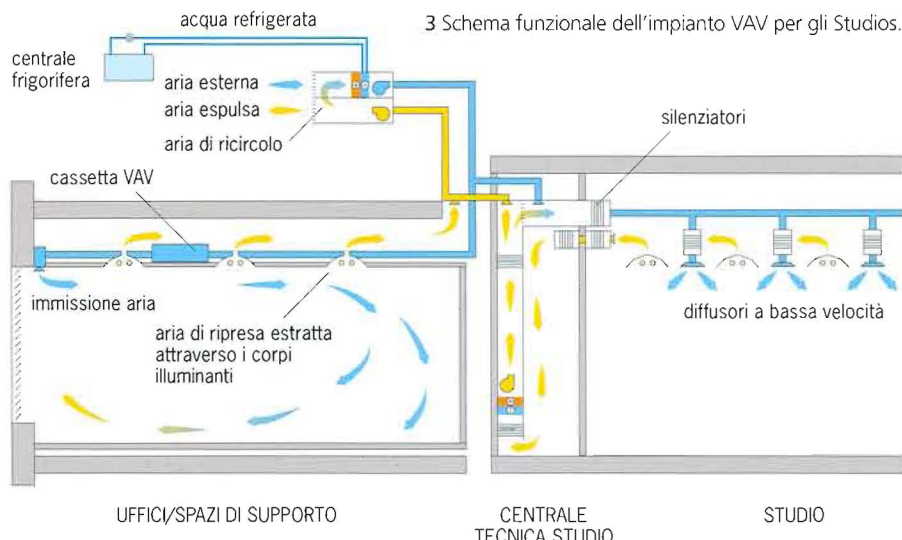
### Salute e benessere

Dato che il committente era fortemente interessato a garantire il benessere del personale ed eccellenti condizioni di lavoro, e considerando che Pechino presenta elevati livelli di inquinamento atmosferico, è stato previsto l'impiego in tutte le UTA di un sistema di filtrazione a due stadi integrato

da filtri a carboni attivi in modo da ridurre al minimo i livelli di contaminanti che entrano nell'edificio. Il committente ha inoltre richiesto un livello minimo del 40% di umidità relativa, non tanto per proteggere le apparecchiature televisive dall'elettricità statica, per cui sarebbero bastati livelli più bassi, ma piuttosto per assicurare il benessere delle persone. L'esperienza ha dimostrato che i problemi respiratori del personale si riducono quando i livelli elevati di umidità aumentano.

Durante la progettazione degli impianti, lo scoppio dell'emergenza SARS ha causato notevoli ripercussioni in Cina ed un forte impatto sui requisiti degli impianti di climatizzazione, data la preoccupazione che essi potessero diffondere l'infezione nell'edificio.

Le analisi condotte da Arup sui rapporti emessi dal governo di Hong Kong e dall'Organizzazione Mondiale della Sanità sulle modalità di diffusione della SARS hanno confermato che essa avviene attraverso particelle di aerosol. Dato che tutta l'aria ricircolata attraversa i filtri delle UTA, in grado di arrestare gli aerosol, risulta altamente improbabile che gli impianti possano contribuire alla diffusione di questa infezione, che invece si verifica principalmente tramite il diretto contatto



all'interno del posto di lavoro. Il team di progettazione ha comunque deciso che le UTA al servizio delle aree dedicate alle trasmissioni televisive siano dotate di sezioni di riscaldamento e di umidificazione dimensionate in modo tale da poter funzionare in caso di emergenza senza ricircolo. In caso di una futura situazione di infezione il funzionamento con aria esterna al 100% permetterebbe a queste zone di continuare a operare con rischio ridotto di diffusione.

#### L'edificio TVCC

La torre del TVCC (Television Cultural Centre) comprende funzioni multiple: un hotel da 280 stanze con ristoranti, sale da ballo ed un'area benessere e palestra, un

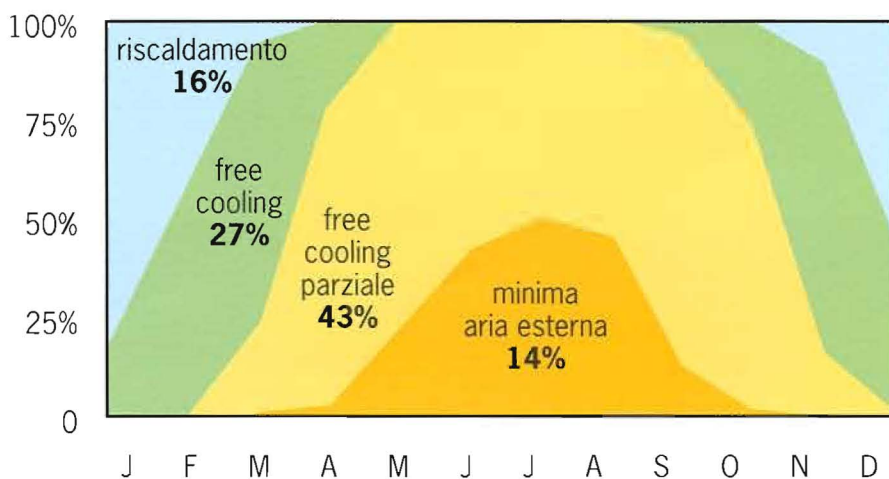
teatro da 1.500 posti, sale cinematografiche e grandi studi radiofonici (figura 5).

Le camere dell'hotel sono dotate di un tradizionale impianto a fan-coil a 4 tubi, mentre le altre aree sono servite da sistemi a tutta aria. Il teatro è uno spazio complesso con poltrone mobili in platea, un palcoscenico ed una fossa d'orchestra regolabili a più livelli ed una grande galleria con 1.000 posti. Di conseguenza il sistema di climatizzazione deve rispondere alle diverse configurazioni del palco e della sala. Le zone della galleria sono dotate di plenum sottopavimento suddiviso in zone che alimenta diffusori da poltrona, mentre l'atrio, la platea e la fossa d'orchestra sono trattati con sistemi a volume variabile con diffusori a dislocamento. Per gli studi di registrazione, che richiedono livelli di rumori molto bassi, sono state previste centrali dedicate dotate di elevata insonorizzazione, canali di distribuzione dell'aria a bassa velocità e diffusori a dislocamento a bassissimo livello sonoro posti a pavimento.

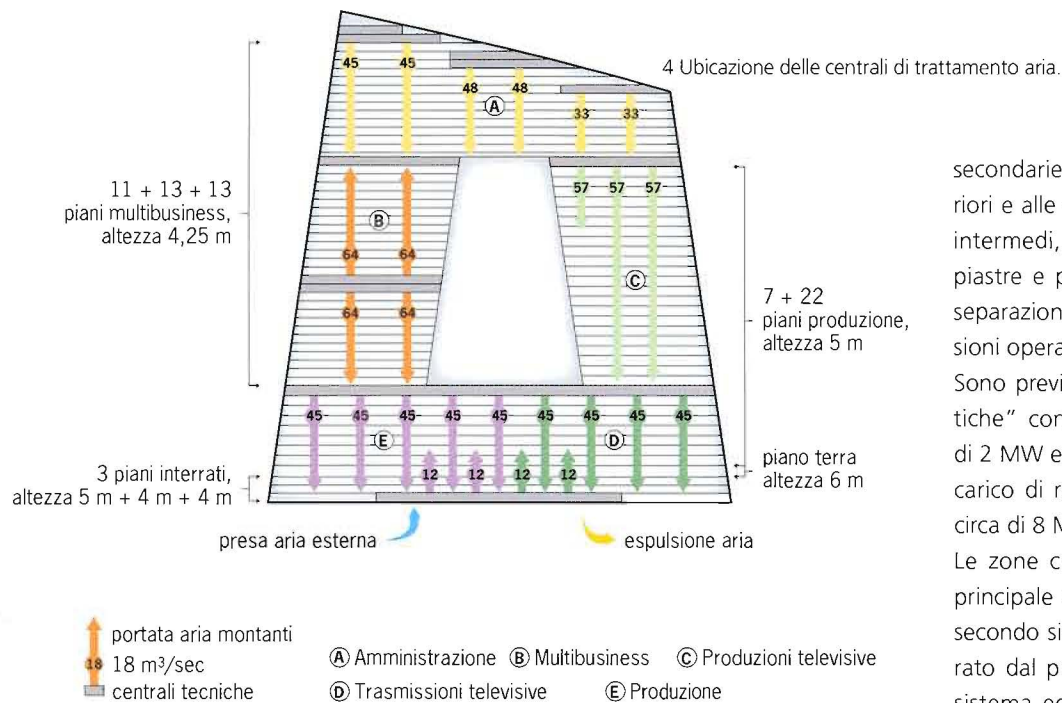
#### L'edificio servizi

Ai livelli fuori terra l'edificio servizi potrà accogliere uno staff di sicurezza interno composto da 200 persone, più i garage e gli spazi di manutenzione per i veicoli delle troupe TV esterne.

Le torri di raffreddamento montate in copertura a servizio dei chiller ed i raffreddatori dei generatori hanno richiesto



2 Modalità di funzionamento dell'impianto VAV nel corso dell'anno.



un'attenta selezione acustica per far fronte alle richieste di limitato impatto acustico nelle zone circostanti.

Ai livelli interrati l'edificio contiene il cuore operativo di tutto il complesso, con l'ingresso delle reti elettriche, i trasformatori, i generatori elettrici di riserva, la centrale frigorifera dotata di sistema di accumulo di ghiaccio, e l'ingresso della rete di teleriscaldamento collegata con scambiatori di calore e stazione di pompaggio.

Il committente aveva precise richieste in fatto di quantità e taglia dei chiller. Dato che il carico di raffreddamento di punta, pari a 64 MW, è risultato maggiore di quello originalmente previsto, è stato necessario raggiungere un compromesso. Per garantire un tender tra un numero sufficiente di fornitori, la taglia dei chiller è stata limitata a 10 MW: è stato quindi necessario prevedere sei macchine (una in standby), più due refrigeratori più piccoli da 2 MW che assicurano un funzionamento efficiente ai bassi carichi. In aggiunta è stato previsto un refrigeratore di glicole a bassa temperatura da 10 MW che servirà il sistema di accumulo di ghiaccio capace di fornire 2110 MWh di energia frigorifera. Le analisi predittive dei carichi di raffreddamento medi men-

sili hanno dimostrato che questa taglia del sistema di accumulo ne permette un impiego efficiente durante tutto l'anno.

Torri di raffreddamento multiple (nominalmente due per ogni grande chiller) servono la centrale frigorifera, una scelta che permette di avere il numero minimo di torri funzionanti per soddisfare il carico con rendimento ottimale. Una torre di raffreddamento con circuito idraulico separato garantisce il free cooling dell'acqua refrigerata quando le temperature esterne sono abbastanza basse.

Mediante la combinazione dell'impiego di questa torre con il sistema di accumulo di ghiaccio e con i chiller più piccoli, i ridotti carichi di raffreddamento in regime invernale potranno essere gestiti con ridotti consumi di energia.

Queste strategie, accoppiate con l'impiego di pompe a portata variabile per l'acqua refrigerata e l'acqua di condensazione, nonché con l'uso di centrali VAV a più stadi ad elevata efficienza, permetteranno una gestione efficiente dei consumi di energia, con significative riduzioni dell'assorbimento rispetto a sistemi tradizionali. L'acqua refrigerata è distribuita ai livelli interrati dei due edifici principali attraverso un cunicolo di servizio. Le pompe

secondarie la distribuiscono ai livelli inferiori e alle centrali tecniche poste ai livelli intermedi, dove scambiatori di calore a piastre e pompe terziarie assicurano la separazione idraulica per limitare le pressioni operative.

Sono previste delle cosiddette "zone critiche" con un carico di raffreddamento di 2 MW e delle "zone essenziali" con un carico di raffreddamento supplementare circa di 8 MW.

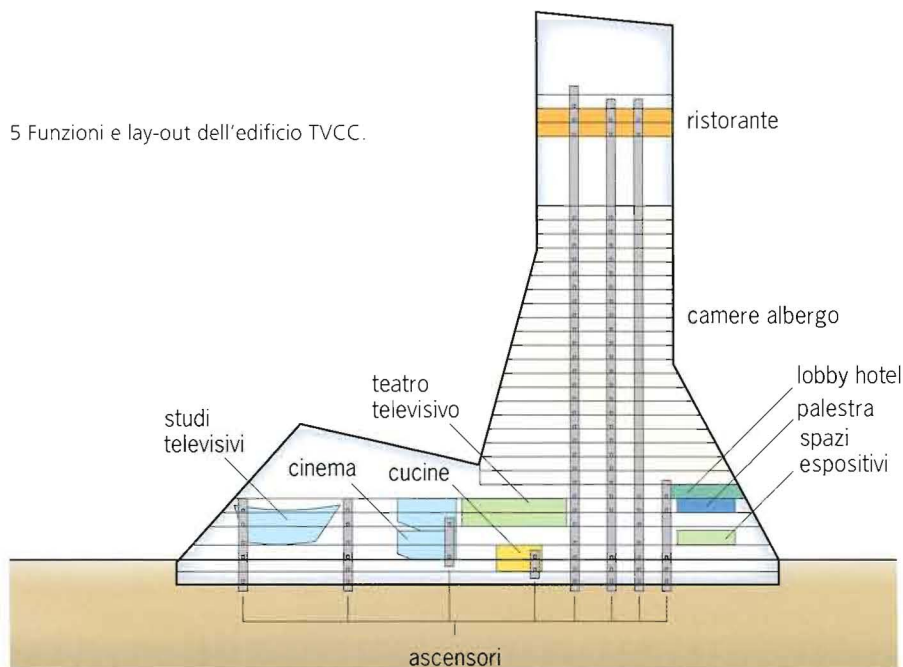
Le zone critiche sono servite dalla rete principale dell'acqua refrigerata e da un secondo sistema posto in parallelo, separato dal punto di vista idraulico. Questo sistema ed i relativi sistemi di supporto sono alimentati dal gruppo elettrogeno ed utilizzano uno dei piccoli chiller oppure il sistema di accumulo come fonte di raffreddamento critica. Se uno dei chiller più grandi è disponibile ed una delle tre fonti di alimentazione elettrica è operativa, possono essere soddisfatti anche i carichi di raffreddamento delle zone essenziali.

Questa gerarchia nella gestione del carico permette il raffreddamento delle funzioni critiche di broadcasting con un sostegno limitato da parte del generatore, nonché l'operatività di gran parte della struttura se è disponibile una delle fonti di alimentazione elettrica.

### Commissioning e taratura

Il commissioning e la taratura sono stati considerati aspetti fondamentali per il funzionamento corretto degli impianti. Arup ha stabilito fin dalla fase iniziale che era essenziale che gli impianti HVAC, benché di grande taglia e complessità, fossero oggetto di operazioni di taratura semplici e rapide, una volta installati. Diverse caratteristiche tecniche sono state previste nel progetto per realizzare questo scopo. Gli impianti VAV e le reti idroniche sono state sottoposte ad un processo di commissioning teorico, prendendo in considerazione i valori massimi e minimi dei parametri e

5 Funzioni e lay-out dell'edificio TVCC.



prevedendo tutti i componenti essenziali necessari per consentire un bilanciamento efficace degli impianti.

I sistemi VAV sono stati progettati per essere auto-bilanciati, con bassi livelli acustici di funzionamento come priorità. Dispositivi di misurazione e di regolazione delle portate d'aria sono stati previsti su tutti gli stacchi dai montanti, mentre le unità terminali VAV forniscono la regolazione locale.

Le reti di distribuzione dell'acqua calda e refrigerata sono state anch'esse progettate per consentire un livello minimo di taratura in cantiere, realizzato posizionando in modo strategico valvole di bilanciamento a pressione differenziale, generalmente ad ogni piano.

Una volta tarate al massimo carico le valvole provvedono alla autoregolazione dell'impianto a tutti i carichi parziali. Una taratura secondaria è ancora richiesta in alcune zone tramite valvole di regolazione a due vie di tipo tradizionale. Per verificare le portate delle pompe, sono previsti diaframmi posti in ogni circuito di distribuzione. Il controllo di velocità della pompa è realizzato misurando le pressioni nei circuiti. I punti di prelievo della pressione sono posti vicino a tutti gli strumenti di misura per garantire una taratura corretta.

La rete dell'acqua di condensazione comprende diverse dispositivi di taratura per garantire che ogni refrigeratore d'acqua e torre di raffreddamento riceva la corretta portata d'acqua.

#### Regolazione e supervisione

Ogni edificio è dotato di un proprio sistema di automazione BAS, gestito e condotto in modo indipendente, ma collegato con la rete dati, dato che sia l'edificio CCTV che quello TVCC devono comunicare con l'edificio servizi. L'accesso utente avviene attraverso le workstation dell'operatore poste in ogni edificio e un sistema di gestione BMS fornisce l'accesso comune al BAS e ad altri sottosistemi presenti nella struttura.

I sistemi di climatizzazione sono basati sull'impiego di valvole a due vie con portata a volume variabile, un concetto ancora poco conosciuto ed adottato in Cina. Per quanto riguarda l'impianto VAV, le cassette terminali di piano erano originariamente destinate ad essere dotate di regolatori non programmabili di tipo analogico. Tale decisione era stata dettata dagli elevati livelli di costi, formato e complessità di un sistema di controllo DDC. Tuttavia, a seguito di una successiva discussione con il committente, è stato deciso di adottare

regolatori intelligenti per le cassette VAV. Essi assicurano, infatti, una notevole flessibilità nella futura riconfigurazione delle cassette in caso di modifica di destinazione d'uso degli ambienti, oltre ad essere in grado di garantire il controllo ed il comando a distanza da parte degli operatori, con notevoli benefici economici dal punto di vista della gestione e manutenzione in un edificio di grandi dimensioni.

La regolazione dell'impianto di acqua refrigerata nell'edificio servizi ha presentato una sfida particolare. Si tratta infatti della combinazione tra un circuito secondario a portata variabile, tradizionale ma di grande taglia, ed un circuito primario a portata costante a più stadi, con pompe primarie in sequenza, il tutto basato sull'esatta misura della portata nella linea primaria di by-pass. La complessità risiede nel circuito primario, che prevede chiller di media e grande taglia, serviti da pompe primarie di diversa potenza, in combinazione con un sistema di accumulo di ghiaccio, un refrigeratore di glicole ed uno scambiatore di calore a piastre per il free cooling.

Il sistema di accumulo di ghiaccio utilizza il refrigeratore di glicole e prevede il funzionamento di scambiatori di calore a piastre e pompe nelle modalità di carico (con formazione del ghiaccio) oppure di scarico (con scioglimento del ghiaccio e fornitura del raffreddamento all'acqua refrigerata). La strategia di funzionamento del sistema è stata concepita per sfruttare al meglio le tariffe elettriche. In pratica quando le tariffe sono basse (di notte) il sistema produce ghiaccio ed il sistema di free cooling viene utilizzato se le condizioni sono favorevoli. Quando invece le tariffe sono alte (mattina e sera) il ghiaccio viene sciolto per contribuire a soddisfare il carico di raffreddamento.

*Si ringraziano lo studio OMA e la società Arup per la gentile concessione delle immagini utilizzate.*