

REALIZZAZIONI

# Grattacieli sostenibili

Da New York alla Cina non si contano su scala globale gli edifici di grande altezza in fase di realizzazione, tutti accomunati da un approccio decisamente orientato alla sostenibilità ambientale. Con importanti conseguenze per quanto riguarda sia la scelta della tipologia di impianti sia le modalità di affrontare la loro progettazione e realizzazione.

Luca Stefanutti



Per la realizzazione di grattacieli - a prescindere dall'impiego di sistemi di produzione di energia più di immagine che di sostanza, come le turbine eoliche e i sistemi fotovoltaici - è da rimarcare come la tendenza in atto sia quella di abbandonare le soluzioni tradizionali (impianti a tutta aria o fan-coil), considerate ormai non più adatte agli scopi, a favore di tipologie finora poco impie-

gate al di fuori dei paesi europei, come i soffitti freddi e la diffusione dell'aria a pavimento, oppure conosciute da tempo ma che non sono riuscite ancora ad affermarsi, come le pompe di calore ad anello d'acqua e i sistemi di accumulo di ghiaccio. Un altro aspetto che lega molti dei grandi interventi in corso è l'impiego sempre più frequente delle tecniche di simulazione CFD nelle

fasi di impostazione dei progetti come pure delle attività di commissioning in quelle finali. Sarà interessante verificare se, nel prossimo futuro, questa nuova generazione di grattacieli progettati per l'ambiente sarà servita come trampolino di lancio per la diffusione su larga scala di tecnologie e metodologie di lavoro finora riservate ad una nicchia di mercato.

## TRASPARENZA ED EFFICIENZA

Inaugurato nell'autunno del 2007 il grattacielo che ospita la nuova sede del quotidiano New York Times è stato progettato da Renzo Piano e dallo studio di architettura newyorkese Fxfohle. Si presenta come una struttura apparentemente leggerissima ed è stato concepito all'insegna della trasparenza, del comfort e del risparmio energetico.

Il grattacielo del New York Times si trova sulla 8<sup>a</sup> Avenue tra la 40<sup>a</sup> e la 41<sup>a</sup> strada, si sviluppa su 52 piani ed è alto circa 250 metri (figura 1). La struttura di oltre 140.000 m<sup>2</sup> ospita gli uffici del quotidiano dal 2° al 28° piano, mentre la società immobiliare Forest City Ratner possiede i piani dal 29° al 50° (per la maggior parte già affittati ad uso ufficio), oltre a spazi commerciali e ad un auditorium da 350 posti al piano terra. Gli ultimi due piani alloggiavano locali tecnici e servizi per conferenze.

L'edificio è ricco di soluzioni all'avanguardia, come ad esempio la facciata continua in vetro a tutta altezza, simbolo della trasparenza che rappresenta il valore più importante per un organo di informazione. La facciata è ricoperta da uno schermo esterno che sembra sospeso, realizzato con tubi orizzontali in ceramica bianca che arrestano la luce diretta del sole consentendo la visione dell'esterno (figura 2). Caratteristica peculiare di questa schermatura, progettata ricorrendo a complesse tecniche di simulazione CFD, è la spaziatu-

ra irregolare tra i tubi che aumenta dall'alto in basso proprio al fine di schermare in modo efficace dai raggi solari nel periodo estivo e permettere invece di ottenere la massima illuminazione naturale nel periodo invernale. Grazie all'adozione di ambienti open-space anche le zone interne possono godere della luce naturale per la maggior parte del giorno.

La gestione dei livelli di luce all'interno degli ambienti di lavoro è integrata con quella dei carichi dovuti alla radiazione solare ed è gestita da un sofisticato sistema di supervisione che regola automaticamente la posizione degli schermi interni e l'intensità di illuminazione emessa dai corpi illuminanti dotati di un sistema completamente dimmerabile. Il sistema di gestione è stato messo a punto dai ricercatori del Lawrence Berkeley National Laboratory utilizzando una modellazione al computer abbinata a test effettuati su un mock-up avente le dimensioni e le caratteristiche reali di un quarto della superficie di un piano.

Dal punto di vista impiantistico molte-



1 Il grattacielo della nuova sede del New York Times si sviluppa su 52 piani ed è alto circa 250 metri.

### SCHEDA DI PROGETTO

**Utente:** New York Times  
**Luogo:** Manhattan  
**Altezza:** 250 metri  
**Numero di piani:** 52  
**Superficie:** 140.000 m<sup>2</sup>  
**Periodo lavori:** 2000-2007  
**Progetto architettonico:** Renzo Piano, FXFOWLE  
**Progetto impianti:** Flack and Kurtz



2 La facciata vetrata è ricoperta da uno schermo esterno realizzato con tubi orizzontali in ceramica bianca che arrestano la luce diretta del sole consentendo la visione

plici sono state le soluzioni adottate sotto l'aspetto della compatibilità ambientale. Come ad esempio l'impianto di cogenerazione che fornisce una potenza di 1.400 kW ed è composto da due motori endotermici alimentati a gas funzionanti in parallelo. L'impianto, oltre a consentire alla redazione di continuare a lavorare anche in caso di blackout, produce acqua calda che viene utilizzata per alimentare un gruppo frigorifero ad assorbimento da circa 800 kW nonché per il sistema di riscaldamento perimetrale. In estate si riduce in tal modo la potenza elettrica assorbita dalla centrale frigorifera che risulta completata da 5 gruppi centrifughi da 3.500 kW ciascuno. Le pompe di circolazione dell'acqua sono tutte a velocità variabile regolata da inverter, mentre il circuito dell'acqua di torre permette di realizzare il free-cooling durante i mesi freddi.

Il fabbisogno di calore è invece fornito da vapore ad alta pressione proveniente dalla rete esterna della società Consolidated Edison, soluzione che è stata preferita in fase di progetto alla produzione di energia termica in loco. Il vapore a bassa pres-

3 Nei piani occupati dalla redazione del giornale è stato adottato un sistema di distribuzione dell'aria a pavimento con diffusori con flusso d'aria a spirale.



sione viene distribuito alle batterie delle UTA ubicate nelle centrali tecniche poste ai piani interrati e in copertura e viene utilizzato per produrre acqua calda per il sistema di riscaldamento perimetrale che consiste di cassette ventilate (*fan-powered boxes*) dotate di batterie calda. Il vapore viene inoltre impiegato per il sistema di umidificazione dell'aria utilizzato per la parte occupata dagli uffici del giornale.

Diverse sono state le soluzioni adottate per la distribuzione dell'aria nelle due parti del grattacielo. Nei piani occupati dalla redazione è stato adottato un sistema di distribuzione dell'aria a pavimento (figura 3) con diffusori con flusso d'aria a spirale (*swirl*), una prima assoluta per un edificio di queste dimensioni negli Stati Uniti, mentre nella parte restante dell'edificio è stato utilizzato un sistema di distribuzione a soffitto.

L'aria primaria di ventilazione viene trattata da unità centralizzate a portata variabile composte da prefiltri e filtri a tasche, batteria calda per la messa a regime, sezione di umidificazione a vapore, batteria di raffreddamento e sezione ventilante dimen-

sionata in modo da distribuire l'aria alle unità di trattamento poste ad ogni piano. L'aria esterna viene deumidificata completamente nell'unità centrale in modo tale che le unità di piano ad acqua refrigerata possano funzionare con la batteria asciutta minimizzando i problemi di manutenzione e ottimizzando la IAQ. L'impiego di sonde per la rilevazione della CO<sub>2</sub> poste sulla ripresa dell'aria permette di regolare la quantità d'aria di ventilazione necessaria per il ricambio e quindi di ottenere un sensibile risparmio energetico.

Le zone perimetrali sono trattate mediante cassette ventilate, montante ad incasso nel pavimento sopraelevato negli uffici del giornale e a soffitto nei restanti ambienti. In entrambi i casi la distribuzione dell'aria lungo la facciata è realizzata mediante diffusori lineari.

Fondamentale per il buon funzionamento dell'impianto è stata la fase di commissioning al quale sono stati sottoposti sia il sistema di distribuzione a pavimento sia il sistema di controllo automatico dell'illuminazione, entrambi effettuati dagli specialisti dell'Università di Berkeley in California.

## VENTO, SOLE E SOFFITTI FREDDI

La metropoli cinese di Guangzhou, città portuale di 6,6 milioni di abitanti a 150 chilometri da Hong Kong, punta a diventare il simbolo dell'efficienza energetica con la costruzione della Pearl River Tower, una torre di 71 piani dotata di turbine eoliche, pannelli fotovoltaici integrati nelle facciate e soffitti freddi per la climatizzazione.

Sede della CNTC Guangdong Tabacco Company la Pearl River Tower (figura 4) doveva essere in origine un edificio *carbon neutral*, ovvero a consumo di energia pari a zero. Ma difficoltà normative e problemi di budget hanno portato ad un risultato più "modesto", che in ogni caso garantisce un consumo energetico inferiore del 58% rispetto a quanto previsto dalle normative cinesi, che negli ultimi anni sono diventate più restrittive dei più recenti standard internazionali come l'ASHRAE 901. Secondo gli architetti americani della Skidmore, Owings & Merrill, autori del progetto, la torre sarà il grattacielo più efficiente del mondo. L'extra costo rispetto a quanto sarebbe stato necessario per rispondere ai minimi requisiti energetici è stato di 12 milioni di dollari e verrà recuperato in meno di 5 anni grazie al minor consumo di energia e all'aumento della superficie utile vendibile o affittabile, ottenuta grazie alla riduzione dell'ingombro delle apparecchiature per la climatizzazione. Di tutti gli elementi ad elevata efficienza energetica che compongono il progetto della Pearl River Tower, l'impianto di climatizzazione con soffitti freddi rappresenta il più importante strumento di risparmio energetico. L'impianto sarà il più grande di questo tipo mai realizzato nel mondo ed è stato progettato dal team americano attingendo informazioni su quanto realizzato in Europa, dato che si tratta di una tipologia ancora poco diffusa nel Nord America e del tutto ignota in Cina. Il sistema a soffitti freddi è una combinazione di pannelli radianti e travi fredde passive ed è stato scelto in quanto utilizza l'acqua quale fluido termovettore, permettendo quindi di ridurre notevolmente la quantità d'aria da trattare. Di conseguenza

si riducono i consumi di energia nonché il costo di investimento e di manutenzione delle apparecchiature. Inoltre i cavedi verticali per gli impianti risultano di dimensioni molto più contenute, con un risparmio di spazio che può essere utilizzato per gli uffici. L'aria esterna per il ricambio igienico viene immessa in ambiente attraverso il pavimento sopraelevato utilizzato per alloggiare i percorsi degli impianti elettrici e speciali (dati, fonia, sicurezza, ecc.). Per l'immissione dell'aria sono stati previsti diffusori con flusso a spirale che garantiscono un'efficace miscela dell'aria primaria con l'aria ambiente evitando condizioni di discomfort per gli occupanti.

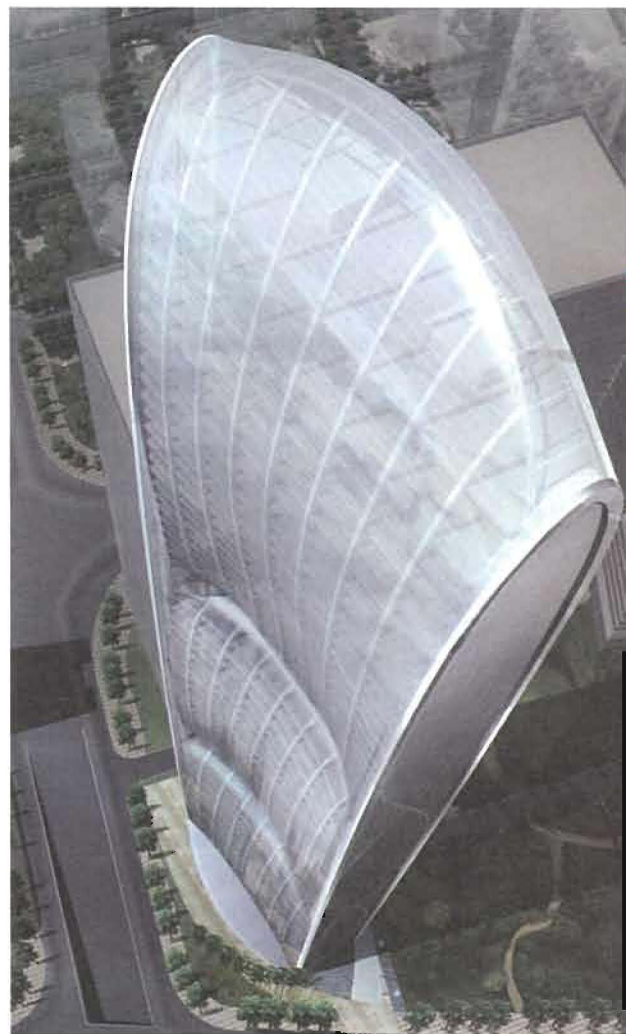
Un altro vantaggio dei soffitti freddi è il livello sonoro molto più basso rispetto a quello dei sistemi convenzionali. Un tipico impianto per uffici con cassette VAV oppure fan-coil avrebbe comportato livelli compresi tra circa 30 e 40 NC (Noise Criteria), mentre i risultati della modellazione hanno dimostrato che nella Pearl River Tower gli occupanti potranno lavorare in ambienti con un livello sonoro inferiore a 25 NC.

Per la produzione di energia il progetto sfrutta il sole tropicale, utilizzando due tipi di pannelli fotovoltaici posti sulle facciate orientate a est e ad ovest. All'ultimo piano della torre, il progetto ha inoltre previsto l'impiego di pannelli integrati nei 1.500 m<sup>2</sup> della copertura vetrata (figura 5). Complessivamente l'impianto fotovoltaico della torre avrà una capacità di 300.000 kWh, pari a circa il 2% del fabbisogno di energia dell'edificio.

La caratteristica peculiare della torre è senza dubbio costituita dal sistema di produzione

### SCHEDE DI PROGETTO

**Nome:** Pearl River Tower  
**Committente:** CNTC Guangdong Tabacco Company  
**Luogo:** Guangzhou, Cina  
**Altezza:** 309 metri  
**Numero di piani:** 71  
**Superficie:** 214.000 m<sup>2</sup>  
**Periodo lavori:** 2006-2009  
**Progetto architettonico ed impianti:** Skidmore, Owings & Merrill (SOM)  
**Consulenti ingegneria eolica:** Rowan Willams Davies & Irwin (RWDI)



4 La Pearl River Tower è destinata a diventare l'edificio di grande altezza più efficiente al mondo.



5 All'ultimo piano della torre il progetto prevede l'impiego di pannelli fotovoltaici integrati nella copertura vetrata.

di energia eolica integrato nel disegno della costruzione. L'edificio W presenta quattro grandi aperture realizzate nella struttura, previste a coppia su ognuno dei due piani dedicati agli impianti meccanici, nelle quali sono installate quattro piccole turbine eoliche (figura 6).

La tipica velocità del vento di Guangzhou è di solito abbastanza bassa, con valori di 4 m/s a quell'altezza, ma l'aria è letteralmente aspirata dai fori dalla pressione negativa che si crea sul lato sud, tale da raddoppiare la velocità fino a valori di circa 8 m/s.

Studi di modellazione e test in galleria del vento hanno dimostrato che questo sistema presenta una capacità potenziale di quasi 15 volte maggiore rispetto a quella di un tipico generatore eolico stand-alone, pari a circa l'1% del fabbisogno di potenza della torre.

La progettazione si è basata sull'utilizzo di quattro piccole turbine eoliche (diametro di 3 metri), che hanno una capacità di produrre 10.000 kWh all'anno. Il progetto dell'impianto è stato realizzato da una delle più importanti società di ingegneria eolica al mondo, la canadese Rowan Willams Davies & Irwin (RWDI).

L'impiego dell'energia eolica e dei pannelli

fotovoltaici permetterà non solo di ridurre la quantità di energia elettrica prelevata dalla rete elettrica, ma anche di ottenere una maggiore efficienza energetica.

#### Una facciata doppia multifunzionale

Con 71 piani di involucro vetrato esposto al sole tropicale, un elemento chiave per la riduzione del carico di raffreddamento e del consumo di energia è stato il progetto della facciata.

I progettisti hanno utilizzato studi di modellazione e test in galleria del vento per trovare la facciata che fosse in grado di soddisfare le esigenze strutturali ed energetiche.

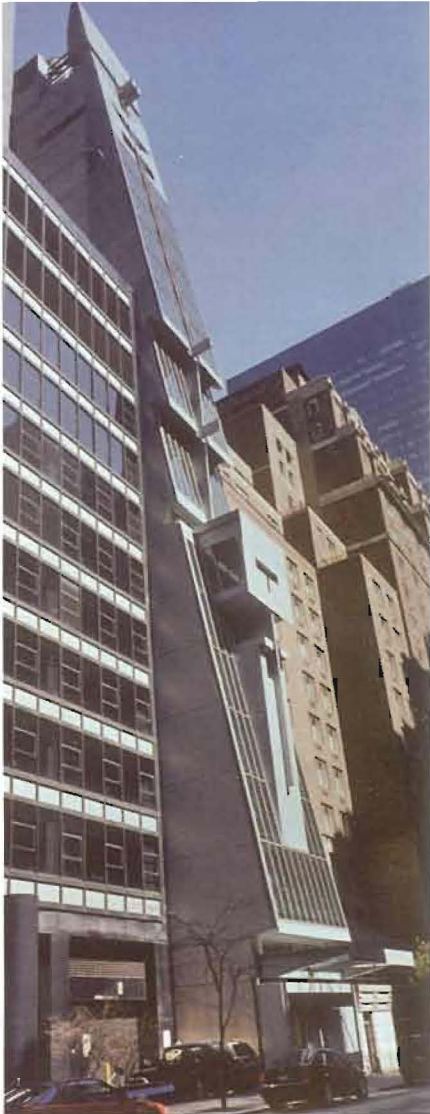
Per le facciate Nord e Sud il progetto prevede un doppio vetro isolante esterno ed un vetro semplice interno, con un'intercapedine d'aria inserita tra i due strati. Quando il calore del sole scalda l'aria dell'intercapedine tra gli strati, prima che questa provochi un effetto radiante verso lo spazio interno vengono attivati dei ventilatori che aspirano aria esterna attraverso una feritoia ricavata nella parte bassa della facciata ad ogni piano. L'aria viene espulsa da feritoie nella parte superiore oppure utilizzata per la deumidificazione dell'aria all'interno delle unità di trattamento. In pratica si tratta di un impianto di controllo dell'umidità alimentato con energia solare. Gli studi di modellazione hanno permesso di calcolare la portata d'aria necessaria per dimensionare il sistema di deumidificazione e hanno dimostrato che è sufficiente un periodo di poche ore di funzionamento per rimuovere l'umidità dall'ambiente ed eliminare qualsiasi rischio di condensazione sui soffitti freddi. Per le facciate Est e Ovest l'involucro a doppia parete è invece dotato di sistemi di schermatura automatizzati, inseriti nell'intercapedine, che verranno controllati da dispositivi di rilevazione della luce in ambiente e collegati al sistema di supervisione in modo da ottimizzare i valori di illuminazione e di minimizzare gli apporti radianti.

La simulazione ha dimostrato che grazie ai



6 La facciata è dotata di 4 grandi aperture nelle quali sono collocate turbine eoliche in grado di produrre 10.000 kWh all'anno.

sistemi di schermatura e di ventilazione della facciata la temperatura all'interno non salirà mai sopra i 26 °C e che gli occupanti non saranno disturbati da effetti di abbagliamento. Un altro criterio fondamentale adottato nella scelta della tipologia degli impianti è stato quello relativo alla facilità di gestione e manutenzione. Sotto questo aspetto l'impianto a soffitti freddi è stata considerata la soluzione ottimale in quanto, rispetto alle alternative a tutta aria VAV o a fan-coil, elimina la necessità di sostituzione e pulizia dei filtri e delle batterie ad acqua e la verifica periodica di attuatori e componenti elettrici.



7 Vista della facciata inclinata su strada.

Nel 1992 il governo austriaco decise di indire un concorso aperto ai soli architetti austriaci per la progettazione del nuovo centro culturale di Manhattan. Tra le 266 candidature venne selezionata la proposta di Raimund Abraham, nato in Tirolo ma residente a New York da più di 30 anni.

Il *brief* del committente era molto ambizioso e complesso in quanto richiedeva la realizzazione di una costruzione all'avanguardia, dotata di servizi quali libreria, gallerie di esposizione, spazi flessibili, uffici, oltre alla residenza del direttore del Centro. Il tutto racchiuso all'interno di un tipico lotto edilizio di Manhattan, largo solamente 7,6 metri e profondo 25.

Restrizioni di budget e difficoltà di ordine politico hanno inoltre ritardato l'inizio della costruzione di oltre 4 anni. Nonostante

## UN PICCOLO GRATTACIELO A NEW YORK

Difficoltà politiche, un budget ristretto, problemi costruttivi e, soprattutto, uno spazio ridottissimo: nonostante una serie infinita di ostacoli, il piccolo grattacielo dell'Austrian Cultural Forum di Manhattan ce l'ha fatta ed è presto diventato uno dei simboli più apprezzati del panorama architettonico della Grande Mela.

### SCHEDA DI PROGETTO

**Utente:** Austrian Cultural Forum

**Luogo:** New York

**Altezza:** 85 metri

**Numero di piani:** 24

**Periodo lavori:** 1999-2002

**Costo globale:** 29 milioni di dollari

**Progetto architettonico:** Atelier Raimund Abraham

**Progetto strutture e impianti:** Arup

tutto ciò il progetto è stato realizzato con successo ed è ora considerato uno degli interventi più riusciti e originali degli ultimi anni, tanto che nel 2003 ha ricevuto i premi della *New York Association of Consulting Engineers* e dell'*American Council of Engineering Companies*.

L'edificio consiste in una torre di 24 piani con un'altezza di circa 85 metri caratterizzata da una facciata inclinata coperta da vetri e pannelli di zinco (figura 7). Abraham ha concepito l'edificio diviso in 3 parti distinte dal retro al fronte: la colonna vertebrale delle scale, il cuore centrale della torre strutturale e la maschera della torre di vetro. I diversi livelli sono utilizzati per le seguenti funzioni:

- livello -2: centrali tecniche;
- livello -1: galleria espositiva principale;
- piano terra e mezzanino: ingresso e atrio per il pubblico;
- livelli 2 e 3: teatro e balconata;
- livello 4 e 5: libreria;
- livelli da 6 a 11: uffici;
- livelli da 12 a 15: spazi tecnici, magazzini e appartamenti;
- livelli da 16 a 19: residenza direttore;

– livello 20: terrazza;

– livelli 21 e 22: spazi tecnici.

Il progetto di strutture ed impianti è stato realizzato dalla società Arup. Per la climatizzazione è stata adottata una strategia che prevede il trattamento dell'aria con unità per ogni piano in modo da ridurre le dimensioni delle apparecchiature e dei condotti eliminando la distribuzione verticale dell'aria. Ogni piano è dotato di un sistema di trattamento d'aria canalizzato, basato sull'utilizzo di un'unità centralizzata a pompa di calore (composta da ventilatore, batteria, compressore, e filtri) collegata ad un anello d'acqua che viene utilizzato come fonte o pozzo di calore. Ogni piano è inoltre provvisto di un impianto generale di espulsione.

Tutti i principali componenti del sistema sono montati nel plenum del controsoffitto dei corridoi presenti ai lati dell'ascensore, che a malapena presenta l'altezza necessaria. Questa soluzione permette una più facile manutenzione delle unità, rispetto a quanto sarebbe avvenuto installandole negli ambienti occupati, e di gestire in modo più efficace i problemi di natura acustica in queste zone meno sensibili. Inoltre ha consentito di massimizzare l'altezza di piano negli spazi occupati.

Ogni pompa di calore e unità di estrazione hanno un collegamento canalizzato per la presa e l'espulsione dell'aria, con aperture realizzate su lati opposti della facciata posteriore integrate nel disegno architettonico (figura 8). Il sistema con unità a pompa di calore ad anello d'acqua è stato scelto per due motivi: in primo luogo per ridurre i consumi energetici dato che

8 Vista della parte posteriore: sono visibili la vasca d'accumulo dell'acqua antincendio e la torre di raffreddamento sulla copertura, e le aperture ad ogni piano per la presa dell'aria e l'espulsione dell'aria.

esso permette di trasferire l'energia tra le diverse zone dell'edificio. Per esempio il calore estratto dagli spazi per il pubblico e le gallerie espositive durante il giorno può essere spostato, se necessario, attraverso il circuito ai piani superiori che richiedono riscaldamento. Ciò consente la riduzione della dimensione globale del sistema. In secondo luogo, dato che ogni pompa di calore funziona anche in raffreddamento, non è stato necessario prevedere una centrale frigorifera, realizzando così importanti economie di spazi tecnici occupati.

Per lo smaltimento del calore sono previste due torri di raffreddamento di tipo aperto poste sul tetto. Le torri sono collegate al circuito delle pompe di calore mediante interposizione di uno scambiatore di calore a piastre. Anche l'approccio dello scambiatore di calore è stato scelto opportunamente al fine di garantire che esse potessero dimensionate in modo tale da adattarsi alla ridotta superficie disponibile.

Ogni unità a pompa di calore raffreddata ad acqua è dotata di controllo di capacità e in genere provvede a servire 3 diverse zone di controllo della temperatura per ogni piano. Per ogni zona è prevista una batteria di postriscaldamento montata a canale. Il calore è fornito da cinque caldaie a condensazione di tipo modulare a camera di combustione stagna. Le caldaie utilizzano una configurazione con circuito solo primario per la circolazione dell'acqua calda per le batterie di postriscaldamento, l'impianto di riscaldamento delle scale, la produzione dell'acqua calda sanitaria e l'anello delle pompe di calore attraverso uno scambiatore di calore a piastre. Ogni piano è dotato di unità riscaldanti elettriche installate sul perimetro, poste tra le travi strutturali e la facciata continua.



Nel teatro è stato possibile eliminare lunghi tratti di canale collocando un'unità di trattamento dedicata nell'area centrale nella parte posteriore dello schermo di proiezione. Dato che per il teatro era richiesto un livello sonoro di 25-30 NC, sono stati eseguiti specifici test acustici della UTA ed è stata dedicata una particolare attenzione per l'isolamento delle vibrazioni e la costruzione delle pareti. Le difficoltà di costruzione del progetto sono state tali che questo livello è stato superato in modo marginale in alcune zone del teatro. La distribuzione dell'aria avviene mediante diffusori montati a soffitto con elementi aggiuntivi posti sotto le balconate per servire queste zone ed eliminare le zone di aria stagnante. L'atrio, che si sviluppa su tre livelli e termina con una copertura vetrata, è separato dal resto dell'edificio da filtri fumo, ed è trattato con aria proveniente da un sistema dedicato per ognuno dei tre livelli. Sulla copertura dell'atrio sono stati previsti ventilatori di evacuazione fumi e di estrazione che utilizzano un plenum di estrazione formato dalle travi strutturali della copertura.

Ogni spazio dell'edificio è dotato di sistemi di evacuazione fumi progettati secondo le normative locali. L'atrio, le gallerie ed il teatro adottano una complessa rete di condotti collegati tra loro in modo tale da assolvere a funzioni differenti in periodi diversi. Per esempio il canale per la presa dell'aria esterna può essere utilizzato co-

## ACCUMULO DI GHIACCIO PER IL ROCKEFELLER CENTER

Anche lo storico grattacielo del Rockefeller Center, costruito nel 1933, ha voluto adeguarsi al trend ecologico, sottoponendosi ad un radicale intervento di adeguamento dal punto di vista energetico, quello che negli USA viene ormai chiamato con il neologismo di "greening".

Diversi gli interventi che verranno realizzati a tale scopo, come il tetto fotovoltaico con 363 pannelli che produrranno 70 kW e l'impianto di accumulo di ghiaccio composto da 47 moduli (banche del ghiaccio) alte 3 metri.

me canale di evacuazione in caso di emergenza. Ogni condotto assume almeno due ruoli, con serrande motorizzate e ventilatori di emergenza per convertire i sistemi da una funzione all'altra. La torre di accumulo dell'acqua antincendio è la componente più visibile dell'impianto. Lo skyline di New York è d'altra parte famoso proprio per le torri d'acqua a forma cilindrica costruite in legno e collocate in cima agli edifici su telai in acciaio. La torre fornisce l'acqua al sistema antincendio e sostituisce la stazione di pompaggio che avrebbe sottratto spazio utile ai livelli inferiori, con una pompa booster per garantire un'adeguata pressione ai piani alti. La parte superiore della vasca d'accumulo arriva ad una quota di 6,1 metri al di sopra del livello più alto della struttura posta ad un'altezza di 85 metri. La vasca è in acciaio inox, scelto per minimizzare la necessità di manutenzione e di mascheratura a scopo estetico.

### Bibliografia

R. Pitella, R. Quinn, S. Walker, The Austrian Cultural Forum, New York, Arup Journal, gennaio 2003

K. Epstein, How far can you go?, High Performing Buildings, Winter 2008

J. Turpin, Sign of the Times, Engineered Systems, gennaio 2008