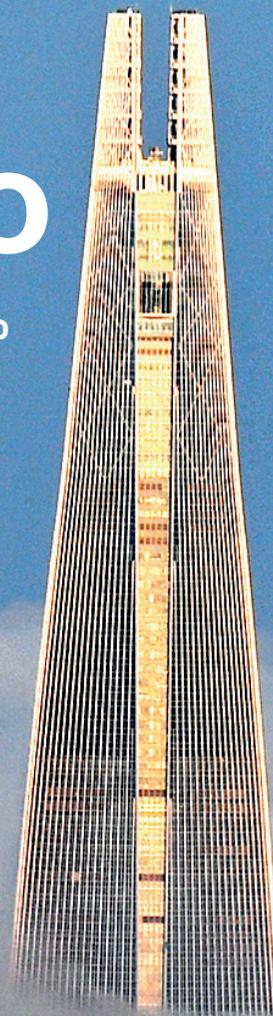


# Climatizzazione radiante per un grattacielo

In uno dei più alti grattacieli mai realizzati, concentrato di tecnologie all'avanguardia, la climatizzazione dell'enorme volume della lobby d'ingresso è affidata a un impianto radiante a pavimento che coniuga efficienza e comfort.



Frutto di tecnologie costruttive fra le più evolute al mondo, Lotte World Tower a Seoul (Corea del Sud) raggiunge i 554,5 m fuori terra, altezza che la pone al quinto posto al mondo (Lim Hye Seung).

**C**on i suoi 554,5 m di sviluppo verticale fuori terra, Lotte World Tower è attualmente il quinto grattacielo in ordine d'altezza nel Mondo e il primo in Corea del Sud. Costato circa 2,5 miliardi di dollari l'edificio sorge a Seoul, nella zona sud-orientale della città, al centro di un enorme complesso terziario che, con i suoi centri commerciali e department stores, hotels e parco divertimenti, teatro e cinema multisala, occupa numerosi isolati. Inaugurato ufficialmente nell'aprile scorso, il grattacielo è risultato di un processo progettuale, autorizzativo ed edilizio durato quasi vent'anni, di cui solo gli ultimi sei sono stati impiegati per il cantiere.

La realizzazione è il fiore all'occhiello di Lotte Engineering & Construction, una delle principali società coreane di costruzione, attiva in tutto il mondo in numerosi settori (edilizia civile e industriale, infrastrutture, energia, ambiente, ecc.).

Certificato secondo il protocollo LEED BD+C New Construction (v3 – 2009) con rating Gold (66/110), Lotte World Tower si caratterizza per le numerose soluzioni tecnologiche vocate al contenimento dei consumi, al comfort ambientale all'uso delle fonti rinnovabili, fra cui l'impiego di pavimenti radianti per la climatizzazione degli spazi pubblici del podio.

## Aspetti architettonici e costruttivi

Progettato da importanti società di professionisti di livello internazionale come Kohn Pedersen Fox (architettura), Leslie E. Robertson Associates (strutture) e SYSKA Hennessy Group (impianti), l'edificio è un compendio delle più evolute tecnologie costruttive, messe a punto dalla società committente per accreditarsi come player di livello globale per la realizzazione di grandi edifici a sviluppo verticale.

Ad esempio lo scheletro portante, prevalentemente composto da strutture in calcestruzzo armato con luci molto ampie (fino a 14 m di interasse per i

solai), è in grado di sopportare terremoti di magnitudo 9 Richter e uragani con venti dalla velocità massima di 80 m/s. La pianta quadrata con angoli arrotondati si eleva creando un volume conico dai profili leggermente convessi, che si snelliscono dal podio fino alla suggestiva lanterna sommitale, disegnata per minimizzare le spinte e le conseguenti oscillazioni generate dal vento.

Sopra i sei piani ipogei del basamento (parcheggi e locali tecnici), i 123 livelli in elevazione ospitano esercizi commerciali al dettaglio (piani 1-12), uffici (piani 14-38), residenze (piani 42-71), un albergo (76-101) e uffici (105-114) di lusso; gli ultimi livelli (piani 117-123) sono aperti alla fruizione pubblica (piattaforma d'osservazione). La superficie utile complessiva è pari a 304.081 m<sup>2</sup>. L'immagine della torre, decisamente contemporanea, nei dettagli è ispirata agli stilemi delle arti storiche coreane, (ceramica, porcellana, calligrafia), ad esempio nel trattamento delle superfici trasparenti esterne, composte da gigantesche facciate continue tamponate con vetrate chiare, ricoperte da lievi textures schermanti in filigrana metallica.

## Sicurezza al primo posto

Gli aspetti legati alla sicurezza – compresi quelli legati a eventi eccezionali fra cui gli attacchi terroristici – sono stati accuratamente considerati non solo in sede di progettazione, ma anche per quanto riguarda la gestione quotidiana dell'edificio.

L'intero complesso è sorvegliato da un centro di controllo integrato attivo 24/24 ore, che si occupa fra l'altro del rilevamento predittivo dello stato di funzionamento degli impianti, comunicando alle unità di gestione della sicurezza gli interventi da effettuare.

L'attività di sorveglianza comprende anche la sicurezza antincendio: oltre ai normali sensori di temperatura e di fumo (circa 31.000 rilevatori installati), le telecamere collegate ai circuiti TVCC interni sono in grado di rilevare eventuali eventi anomali rilevanti ai fini della protezione dal fuoco.

I sistemi di spegnimento automatico

dispongono di oltre 161.000 testine sprinkler: l'insieme degli impianti antincendio assicura almeno 60 minuti di approvvigionamento idrico per l'estinzione del fuoco nell'intero edificio e, con l'uso delle altre riserve idriche presenti nel sito, ulteriori 240 minuti di autonomia. Grazie alle 5 aree di rifugio, ai 19 elevatori con cabine a doppio livello e al generoso dimensionamento dei corpi scala di sicurezza (larghezza delle rampe 150 cm), il tempo necessario all'evacuazione completa dell'edificio (circa 15.000 persone) è stimato in 62 minuti.

## Gli impianti in sintesi

Le strategie di progettazione sostenibile hanno interessato un ampio spettro di applicazioni mirate al contenimento passivo dei consumi energetici. È il caso, ad esempio, del ricorso alle coperture verdi e a facciate estremamente performanti (vetrate low-e, con intercapedine riempita di argon), che riducono le dispersioni termiche in inverno e, anche grazie ai dispositivi per l'ombreggiatura esterna, il surriscaldamento estivo degli ambienti. La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è affidata a turbine eoliche di tipo windspire e a campi fotovoltaici (1.187 moduli con potenza complessiva di 356,1 kWp; produzione annua circa 500 MWh) che, assieme agli impianti solari termici (108 collettori), sono installati sulle coperture del vicino centro commerciale o integrati nelle tettoie che proteggono i percorsi pedonali esterni. Nel basamento della torre sono state inoltre installate 2 celle a combustibile (800 kW complessive), alimentate con l'acqua attinta dal sottosuolo. Il contenimento dei consumi elettrici è affidato ad apparecchiature ad alta efficienza (telecomunicazioni, tecnologie per la sicurezza, sistemi audiovisivi, apparecchi illuminotecnici a led, ecc.). Sul fronte termomeccanico, il sistema dedicato allo scambio termico con il sottosuolo utilizza un campo di sonde che scendono a profondità comprese fra 150 e 200 m. Un ulteriore salto energetico utile alle pompe di calore è realizzato attingendo l'acqua dal vicino fiume Han. I carichi termici

sono ulteriormente ridotti attraverso il recupero del calore proveniente dagli scarichi degli impianti ACS.

In generale, la maggior parte delle reti idrauliche e aeruliche sono del tipo a portata variabile. Gli impianti di ventilazione forzata sono attestati su UTA a tutt'aria esterna, equipaggiate con recuperatori di calore rotativi. Per minimizzare i consumi dell'impianto di ventilazione degli spazi pubblici del podio è stato previsto un sistema a dislocamento dell'aria, che opera in sinergia con i pavimenti radianti. Anche grazie al sistema di supervisione e acquisizione dati (SCADA) dedicato al monitoraggio dei consumi energetici dell'intero edificio, complessivamente le soluzioni per il recupero del calore contribuiscono a una riduzione dei consumi termici pari a 51.168 MWh, ovvero al 14,5% del fabbisogno complessivo dell'edificio, equivalenti a 23.113 tCO<sub>2</sub> non immesse in atmosfera ogni anno. La riduzione del consumo di acqua potabile è assicurata dall'impiego di impianti a portata ridotta, dal recupero delle acque piovane e dal riuso delle acque grigie, che consentono un risparmio complessivo della risorsa idrica nell'ordine del 30% dei consumi complessivi. Lo stoccaggio avviene in serbatoi della capacità totale di circa 1.800 t.

## I PROTAGONISTI DELL'IMPIANTO

### Committente

Lotte Group

### Progetto architettonico

Kohn Pedersen Fox Associates

### Progetto strutturale

Leslie E. Robertson Associates

### Progetto impiantistico

YSKA Hennessy Group

### Local team

BAUM Architects, Chang Minwoo Structural Consultants

### Revisioni

Thornton Tomasetti (strutture), WSP Parsons Brinckerhoff (impianti, energia, certificazione LEED)

### Sicurezza

Aon Global Risk Consulting

### Antincendio

Aon Fire Protection Engineering

### Main contractor

Lotte Engineering & Construction

### I fornitori

Pavimenti radianti: RDZ

Celle a combustibile: UTC Power



## Impianto radiante con dislocamento

Nonostante la tradizionale predilezione dei coreani per i prodotti autoctoni, in questa gigantesca e complessa costruzione è presente anche tecnologia italiana. Si tratta dell'impianto di riscaldamento e raffrescamento radiante installato sotto la pavimentazione della lobby del podio, prodotto dall'azienda friulana RDZ.

Uno degli aspetti più complessi del progetto degli impianti termomeccanici è infatti consistito nella definizione della migliore soluzione per la climatizzazione degli spazi connettivi, che cingono il "core" dell'edificio - prevalentemente occupato dai nodi della circolazione verticale e, al piano terreno, dai locali tecnici - permettendo l'accesso alle scale mobili che conducono ai livelli

[a fianco] Lotte World Tower sorge al centro di un complesso terziario che accoglie oltre 50 milioni di visitatori ogni anno: fra le fonti rinnovabili utilizzate si distinguono eolico, fotovoltaico, solare termico e celle a combustibile (Tim GriffithH).

[sotto] Gli otto livelli del podio sono prevalentemente riservati alle attività commerciali al dettaglio: per contenere i consumi energetici e garantire adeguati livelli di comfort la climatizzazione è affidata a pavimenti radianti e aria primaria (RDZ - Eco Enerdigm RDZ-SEM Corporation).

superiori, destinati alle attività commerciali.

La notevole altezza degli spazi connettivi (8 livelli fuori terra) e la presenza di un involucro edilizio quasi completamente trasparente - soggetto alla variabilità delle condizioni di irraggiamento solare - sono fra le ragioni che hanno condotto alla scelta di un impianto radiante a pavimento in grado, assieme all'impianto di ventilazione meccanica a stratificazione, di restituire adeguati livelli di comfort.

La soluzione è stata oggetto di un'analisi computazionale della dinamica dei fluidi (CFD), che ha simulato i movimenti dei flussi d'aria che si generano all'interno del volume climatizzato, risolvendo sia i problemi di stratificazione dell'aria nella parte più elevata della lobby, sia il surriscaldamento differenziale fra due zone - quella caratterizzata dall'esposizione all'irraggiamento solare e quella ombreggiata dal core specie durante il periodo estivo.

L'impianto radiante a pavimento si è infatti dimostrato la soluzione più efficiente dal punto di vista energetico e del comfort, non solo per abbattere gli estremi dei carichi termici e frigoriferi, ma anche per minimizzare la variazione della temperatura dell'aria immessa in ambiente dall'impianto di ventilazione, considerando anche i continui flussi esogeni conseguenti alla continua apertura e chiusura dell'accesso alla lobby.

## Prestazioni ed efficienza

L'applicazione del pavimento radiante ha interessato una superficie ampia circa 2.000 m<sup>2</sup>, con 111 circuiti sottopavimento per una lunghezza complessiva delle tubazioni di circa 12.840 m (passo medio 160 mm).

In sede di progettazione esecutiva le prestazioni del sistema hanno indotto i tecnici coreani a rivalutare le previsioni originarie, in modo da enfatizzare ulteriormente il contributo radiante alla climatizzazione della lobby.

La scelta di utilizzare un sistema di produzione europea era stata inizialmente legata alla ricerca dell'affidabilità complessiva dell'impianto, commisurata



Pianta del pavimento radiante (settore nord-ovest della lobby): complessivamente sono stati posati 111 circuiti sottopavimento (lunghezza complessiva circa 12.840 m; passo medio 160 mm) distribuiti da 13 collettori (RDZ – Eco Enerdigm RDZ-SEM Corporation).

In sede di progettazione costruttiva la stratigrafia della superficie radiante è stata rivista diminuendo lo spessore dei pannelli termoisolanti di base e aumentando quello spessore delle lastre di pavimentazione (RDZ – Eco Enerdigm RDZ-SEM Corporation).

all'importanza e al prestigio del progetto, considerando fra l'altro:

- la superiore durabilità dei materiali delle tubazioni;
- la maggiore resistenza alle condizioni d'esercizio (ad esempio in ordine alle pressioni raggiungibili, alla permeabilità all'ossigeno e all'inibizione alla crescita di microorganismi);
- la minimizzazione di eventuali danni durante la posa in opera.

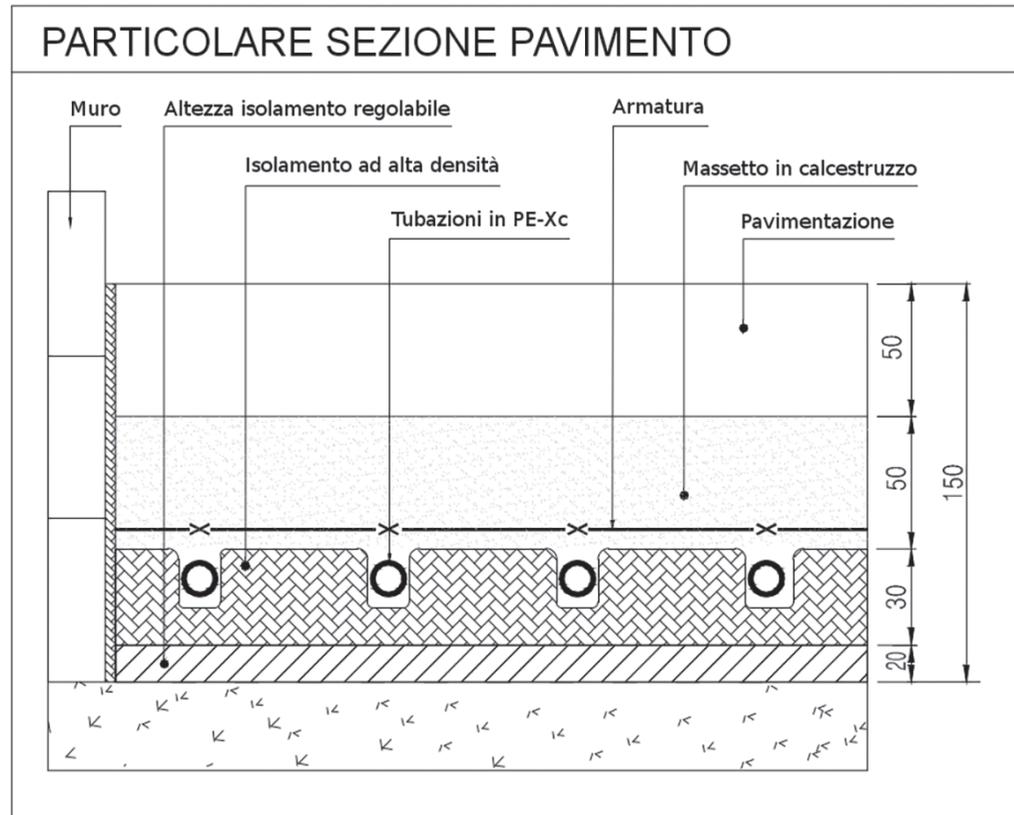
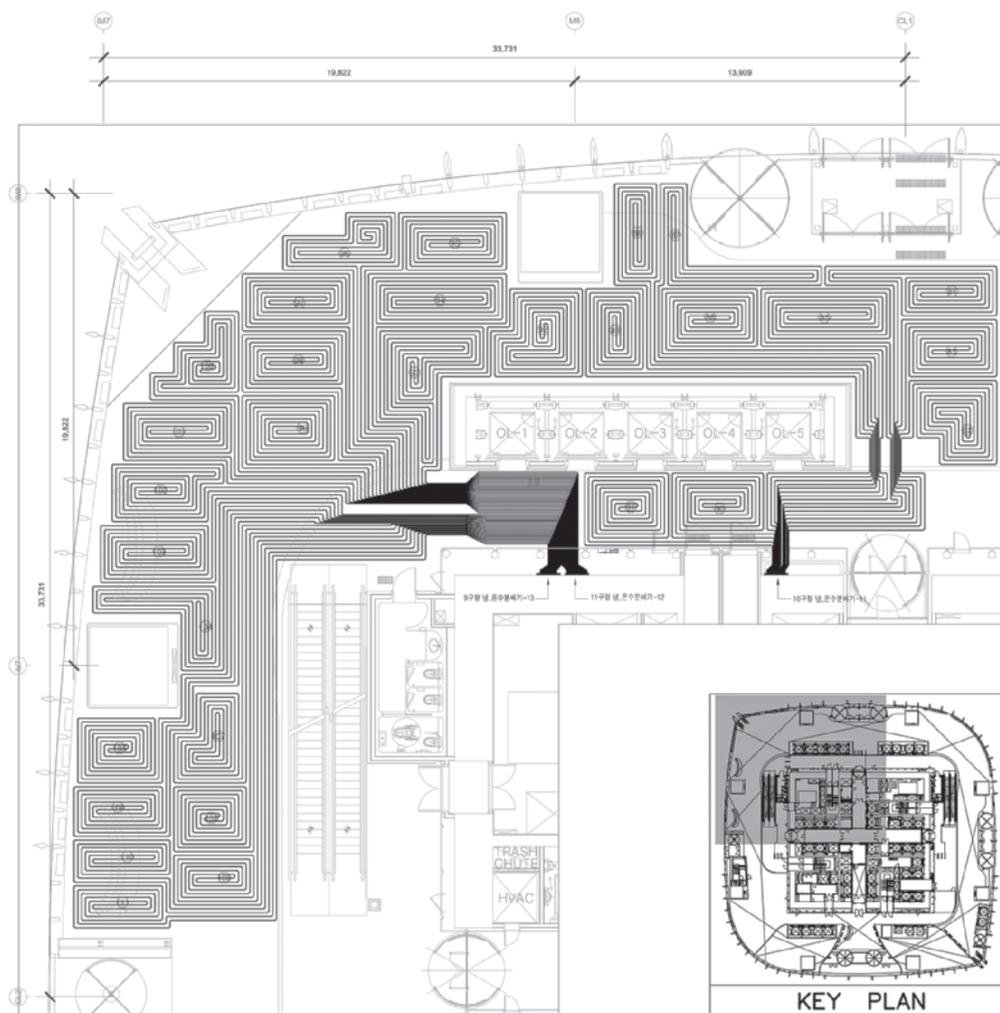
Il sistema era anche caratterizzato da un'efficienza superiore rispetto a quella prevista, connessa anche alle prestazioni termoisolanti dei pannelli di supporto. La stratigrafia della superficie radiante è stata perciò rivista, mantenendo inalterato lo spessore complessivo del pacchetto.

Diminuendo lo strato termoisolante di base e aumentando lo spessore delle lastre di pavimentazione in pietra naturale, è stato possibile aumentare del 5÷10% l'efficienza complessiva del pavimento radiante, ottenendo un consistente beneficio energetico soprattutto in termini di riduzione dei volumi richiesti all'impianto ad aria primaria per la climatizzazione.

### Idronica ed elettronica

La distribuzione del fluido termovettore nel pavimento radiante è affidata a 13 collettori (diametro 1¼") in ottone, specifici per questo tipo di applicazione, che presentano un ingombro in profondità di soli 8 cm. Oltre alla portata, le loro caratteristiche consentono di controllare con precisione il ΔT dell'impianto e dei singoli circuiti.

Data l'esiguità delle portate in gioco, è





L'incremento delle prestazioni offerto dal pavimento radiante (+5÷10% dell'efficienza complessiva) ha permesso la riduzione dei volumi richiesti all'impianto ad aria primaria per la climatizzazione (RDZ - Eco Enerdigm RDZ-SEM Corporation).

La ricerca dell'affidabilità complessiva dell'impianto è stata orientata dalla durabilità dei materiali delle tubazioni, dalla loro resistenza alle condizioni d'esercizio e dalla minimizzazione di eventuali danni durante la posa in opera (RDZ - Eco Enerdigm RDZ-SEM Corporation).

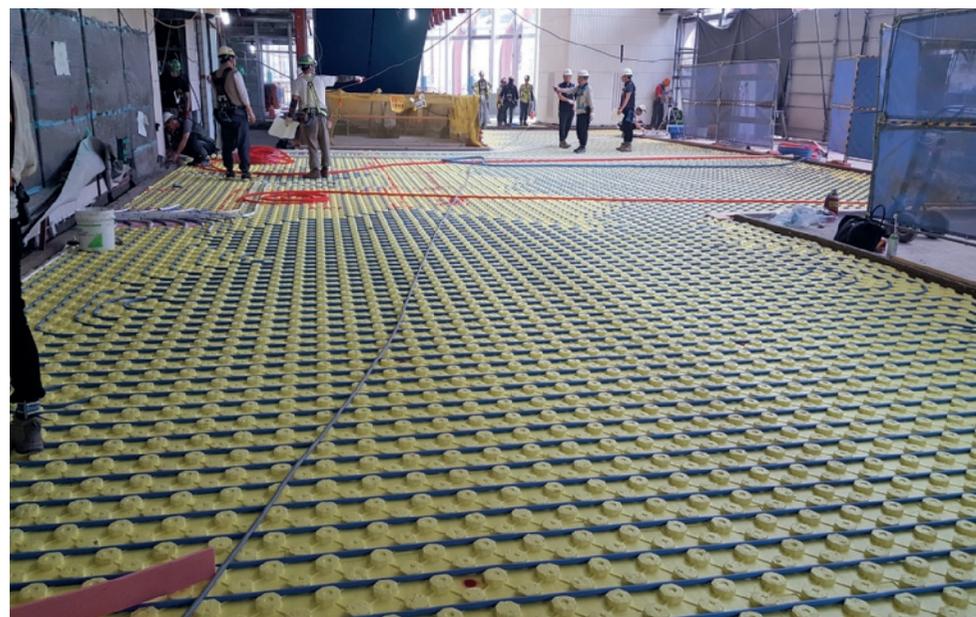
## Tecnologia dei pavimenti radianti

New Plus è il sistema per pavimenti radianti di RDZ, sviluppato per contenere lo spessore dei componenti in soli 7,3 cm (escluso lo strato calpestabile superiore) e per la rapida e semplice posa in opera. Prodotto mediante stampaggi o del polistirene espanso in idrorepellenza a celle chiuse, in conformità alla UNI EN 13163, il pannello è caratterizzato da un'elevata resistenza meccanica.

Le serpentine sono realizzate con tubazioni in polietilene ad alta densità (PE-Xc; diametro 17 mm) estremamente flessibili e protette dalla barriera anti-ossigeno, a garanzia della resistenza agli agenti chimici esterni e interni e della conseguente durata nel tempo, capaci di sopportare una temperatura massima d'esercizio di 90 °C a una pressione di 10 bar. L'interposizione della barriera anti-ossigeno tra la tubazione in PE-Xc e uno strato esterno in PE assicura l'ulteriore protezione del tubo durante le fasi di lavorazione in cantiere.

Opportunamente coibentati con gusci anticondensa per il funzionamento estivo, i collettori sono provvisti di:

- valvole di intercettazione predisposte per l'installazione di testine elettrotermiche;
- gruppi di sfiato e di scarico a sfera con portagomma e tappi;
- staffe disassate con gommini antivibranti per l'inserimento in armadietto o per il fissaggio a muro;
- raccordi per tubazioni in polietilene (diametro 17 mm).



stata riservata una particolare attenzione allo studio del detentore di bilanciamento, il cui profilo dell'otturatore permette regolazioni comode e precise. La gestione della temperatura di mandata dell'acqua nell'impianto è affidata a una valvola miscelatrice a 3 vie in linea con regolazione equipercentuale, accoppiata a un servomotore elettrico reversibile a 24 V dotato di micro di fine corsa.

Per massimizzare le prestazioni durante l'intero arco dell'anno, l'impianto radiante è stato completato con un sistema di regolazione elettronica, composto da centraline espandibili multizona, dal funzionamento semplificato per facilitare la configurazione dell'impianto.

La regolazione è stata inoltre corredata da 10 sonde di temperatura e umidità in ambiente. Predisposta per il montag-

gio a incasso su parete, con frutto a 3 moduli, ciascuna sonda è collegata alle uscite digitali per l'attivazione delle funzionalità di zona sull'unità di espansione. Con l'interfaccia utente è così possibile impostare i set-point di temperatura, le modalità on-off e la programmazione, visualizzando il funzionamento per zona e dell'intero impianto. Il collegamento con il sistema di supervisione dell'edificio avviene mediante un kit composto da scheda seriale RS485 e tabella registri ModBus. Una volta completata la posa in opera il funzionamento delle diverse zone del pavimento radiante è stato testato per verificarne le prestazioni, utilizzando sia le tradizionali apparecchiature per la misurazione della temperatura e della condensa superficiali, sia videocamere termiche. ■