

La forma dell'efficienza

UN APPROCCIO INTEGRATO CHE FONDE ARCHITETTURA E INGEGNERIA PER UN EDIFICIO DI ELEVATA QUALITÀ ESTETICA, FUNZIONALE E TECNOLOGICA, A BASSO IMPATTO ENERGETICO E AMBIENTALE ANCHE GRAZIE ALL'IMPIEGO DELLA FONTE GEOTERMICA.

A

ttiva da novant'anni nel settore delle costruzioni in ambito civile e industriale, l'Impresa Lavori Ingg. Umberto Forti & Figlio è capostipite di un gruppo che, anche grazie al progressivo ampliamento dei propri interessi alle opere infrastrutturali, alla gestione ambientale e alle attività immobiliari, vanta oggi

circa 450 addetti più un consolidato indotto di aziende artigiane.

Il recentissimo completamento del Centro Direzionale "Umberto Forti" corona il percorso imprenditoriale imperniato sullo sviluppo dell'area di espansione di Montacchiello, situata a sud-est di Pisa in posizione strategica rispetto ai nuclei urbani, alle zone produttive e alle principali direttrici viarie della bassa Valdarno.

Basato su un progetto interamente



Interamente sviluppato dallo studio ATProject, il progetto per il Centro Direzionale "Umberto Forti" a Montacchiello (Pisa) è certificato in classe energetica A+ ed è candidato alla certificazione LEED, rating Gold (Irene Taddei).

curato dallo studio ATlproject, il centro direzionale dispone di alcune fra le soluzioni più evolute in materia di sostenibilità del costruito e ambisce a svolgere un ruolo di indirizzo per l'edilizia terziaria della regione. L'edificio è infatti in classe energetica A+ (secondo il protocollo nazionale vigente al momento della progettazione) ed è candidato alla certificazione LEED, rating Gold.

Il controllo delle condizioni climatiche interne svolto dalle soluzioni tecniche di facciata, il ricorso alle fonti sostenibili esteso anche all'involucro edilizio e un sistema impiantistico mirato alla minimizzazione dei consumi e all'esaltazione del comfort sono fra gli aspetti qualificanti dell'intervento.

L'edificio in sintesi

Assieme a "La Vela" - un altro fabbricato per uffici costruito qualche anno fa - il centro direzionale sorge su un lotto

di forma triangolare che presidia l'ingresso viabilistico all'area industriale. Le inusuali volumetrie curve, il trattamento dei prospetti coerente con l'esposizione e il serrato dialogo tra pieni e vuoti lo rendono un piacevole esempio di architettura bioclimatica contemporanea. Sostenuto da una struttura portante a telaio in calcestruzzo armato e acciaio, impostata su una platea continua di fondazione e con solai di tipo skydeck, l'edificio (circa 5.000 m² netti) si sviluppa su sette piani fuori terra (circa 27 m) più il piano tecnico interrato.

Gli ambienti in elevazione (circa 21.000 m³ di volume climatizzato) comprendono:

- la hall d'ingresso baricentrica sviluppata su più livelli, attraversata da percorsi sopraelevati e dotata di aree per l'attesa e il ristoro;
- 3 unità per attività commerciali, al piano terra;

- 21 unità per uffici, articolate per assicurare la massima flessibilità spaziale e impiantistica, ai piani superiori;

- un elemento baricentrico dotato di 2 elevatori, con un blocco dei servizi igienici a ciascun piano più due scale di sicurezza (una per ogni ala).

La conciliazione delle diverse istanze costruttive, funzionali e gestionali è stata affidata alla progettazione integrata dell'involucro edilizio e degli apparati tecnologici, attraverso l'applicazione di soluzioni evolute e sinergiche sviluppate mediante l'utilizzo del BIM.

Le forme arrotondate del volume, comprese le generose terrazze, e il disegno

L'approccio bioclimatico ha informato l'intero progetto, determinando soluzioni costruttive differenziate per le varie esposizioni: nella foto la facciata principale, rivolta a sud-est, dotata di sistemi schermanti (Irene Taddei).





La facciata ventilata rivolta a sud è rivestita da 160 moduli fotovoltaici del tipo CIS che, assieme ai campi fotovoltaici posti sulla copertura, assicurano una produzione complessiva stimata in 51.300 kWh annui (Irene Taddei).



La hall d'ingresso su più livelli è attraversata da percorsi sopraelevati: l'immissione dell'aria avviene tramite ugelli a lungo lancio, incassati nelle contropareti che coprono tutta la superficie utile (Irene Taddei).

delle superfici esterne, fra cui il tetto verde, sono stati studiati per ottimizzare lo sfruttamento passivo della risorsa solare, ricorrendo a:

- pareti opache caratterizzate da elevate prestazioni termoisolanti, con aperture di differenti dimensioni a seconda delle esigenze di illuminazione naturale, per i prospetti ovest e nord-ovest;
- facciate continue vetrate che proteggono la hall, le aree commerciali e gli uffici dall'eccessivo irraggiamento solare, favorendo la regolazione della luce naturale, per i prospetti est e sud-est. Le ampie superfici trasparenti che delimitano gli uffici sono equipaggiate con elementi schermanti a lamelle fisse e dispongono di vetrate caratterizzate da differenti prestazioni in base all'esposizione, ricercando il miglior equilibrio tra controllo solare, trasparenza e permeabilità alla luce.

L'insieme restituisce un'immagine architettonica articolata e dinamica, che

I PROTAGONISTI DELL'IMPIANTO

Committente

Forti Holding

Progettazione integrata, consulenza ambientale, direzione lavori

ATIproject, ing. arch. Branko Zmic (architettura, strutture), ing. Luca Serri (impianti elettrici e meccanici)

Geologia, impianto acqua di falda

dott. Giorgio Della Croce

Impresa edile

Impresa Lavori Ingg. Umberto Forti & Figlio

Installazione impianti elettrici

CEU

Installazione impianti meccanici

Gervasi Impianti

I fornitori

Pompe di calore, UTA, ventilconvettori: Rhoss

Elettropompe: Grundfos

Scambiatori di calore: Fiorini

Canalizzazioni aerauliche: P3ductal

Diffusione aria: Lindab

Building management system: Honeywell,

ABB

Moduli fotovoltaici: Avancis, Sunpower

Inverter: Fronius

Sistemi di facciata: Schüco Italia International

Installazione facciate continue: AZA Aghito Zambonini

Tetto verde: Europomice

Isolanti: Termolan, Lape HD, Rockwool

bilancia masse e trasparenze in stretta relazione con le vedute panoramiche sulla pianura circostante, mentre all'interno, gli spazi sono caratterizzati da soluzioni formali e funzionali mirate al pregio estetico e alla funzionalità della struttura, con una particolare attenzione alla flessibilità degli spazi e degli impianti.

L'attenzione alla qualità ambientale, all'efficienza energetica e al comfort termoigrometrico, acustico e visivo è enfatizzata dalle tecnologie impiegate, fra cui:

- la distribuzione dei flussi d'aria dell'impianto di ventilazione artificiale, che realizza un'ulteriore protezione rispetto alla potenziale asimmetria radiante negli ambienti;
- l'impianto di illuminazione costituito da lampade a risparmio energetico e led, gestite in funzione della presenza di persone e della disponibilità di luce naturale;
- la gestione automatica di tutti gli impianti, comprese la contabilizzazione e la ripartizione dei consumi, attraverso un BACS;

- la dotazione di cablaggi in fibra ottica per tutti gli spazi di lavoro.

Sono inoltre presenti campi fotovoltaici che assicurano una produzione complessiva stimata in 51.300 kWh annui, così articolati:

- una facciata ventilata rivestita da 160 moduli in CIS (20,00 kWp), disposti in verticale sul fronte esposto a sud;
- un doppio campo formato in totale da 63 moduli ad alta efficienza con tecnologia multigiunzione (20,6 kWp), posto sulla copertura.

Le sistemazioni esterne hanno privilegiato soluzioni mirate alla tutela delle risorse idrogeologiche, prevedendo spazi perimetrali a verde e l'impiego di pavimentazioni permeabili, anche nell'ottica del recupero e riuso delle acque meteoriche.

Integrazione edificio-impianti

«Ci siamo aggiudicati il concorso grazie al carattere innovativo della proposta – spiega l'ing. Luca Serri, progettista



(In alto) Gli spazi per gli uffici dispongono di ampie superfici trasparenti, caratterizzate da differenti prestazioni in base all'esposizione e protette da elementi schermanti a lamelle fisse (Irene Taddei).

(A lato) L'aria di rinnovo è immessa mediante bocchette lineari disposte lungo il perimetro dell'edificio, a temperatura neutra, creando un flusso continuo che minimizza il possibile discomfort in prossimità delle superfici trasparenti (ATIproject).

degli impianti – basata sulla forte integrazione fra aspetti architettonici e tecnologici e finalizzata sia al contenimento dei consumi energetici, sia al migliore comfort ambientale.

D'intesa con il committente abbiamo voluto che il nuovo centro direzionale restituisse lo stato dell'arte in materia di qualità e sostenibilità dell'architettura. La forma dell'edificio è risultato di un approccio bioclimatico che ha informato l'intero progetto, determinando volumetrie morbide e articolate non solo per ragioni estetiche, ma anche per rispondere a precisi requisiti prestazionali, con soluzioni costruttive differenziate per le varie esposizioni.

Le superfici opache sono prevalente-





[A lato] I carichi termici invernali sono coperti dalla fonte geotermica attraverso una pompa di calore ad acqua di falda, che lavora con un'efficienza molto elevata, affiancata da una pompa di calore integrativa condensata ad aria (Irene Taddei).

[Sotto] Sulla copertura dell'edificio è installata una delle due pompe di calore polivalenti, dotata di 4 compressori scroll su due circuiti e condensazione ad aria con ventilatori elicoidali brushless (ATIproject).

mente rivolte verso nord e ovest, per minimizzare le dispersioni invernali e proteggere gli ambienti di lavoro dall'eccessivo irraggiamento estivo, mentre le partizioni trasparenti sono invece rivolte a sud e a est e, a seconda del loro orientamento, presentano caratteristiche differenti che consentono l'ingresso dei raggi solari solo nella stagione fredda, senza pregiudicare l'apporto dell'illuminazione naturale durante l'intero corso dell'anno.

Gli obiettivi del progetto energetico e impiantistico sono stati perseguiti ricorrendo ampiamente alle energie rinnovabili, per la produzione di elettricità come dei fluidi di scambio termico, sfruttando l'anomalia geotermica che caratterizza il sottosuolo pisano.

In questo modo tutti i carichi termici invernali sono coperti dalla fonte geotermica - attraverso una pompa di calore ad acqua di falda appositamente studiata che lavora con un'efficienza estremamente elevata - mentre il picco del fabbisogno è coperto da una pompa di



Geotermia open loop

L'impianto geotermico è del tipo aperto: utilizza l'acqua prelevata dalla falda a 45÷50 m di profondità e non destinata all'uso potabile, a una temperatura di 21÷22 °C e con ΔT max di ± 5 °C per l'acqua restituita al terreno. Il pozzo di emungimento (diametro 180 mm) è dotato di elettropompa sommersa, caratterizzate da un range di valori della prevalenza senza variazioni eccessive dell'efficienza e situate a -45 m - profondità costantemente al di sotto del livello dinamico

dell'acquifero, controllato mediante piezometro elettrico.

La pompa è del tipo a velocità regolabile (portata massima complessiva 10 l/s, pari a 36 m³/h) e pressurizzano il circuito dello scambiatore di calore, lato acqua di falda (tubazione in polietilene rigido, diametro 4"), anche per evitare la precipitazione di composti chimici (carbonati, silice) dannosi per le tubazioni e lo scambiatore stesso, a monte del quale si trova un filtro desabbiatore del tipo a

Y, autopulente manuale, con grado di filtrazione 125 μ m. Per evitare un eccessivo consumo di elettricità da parte delle pompe, la prevenzione dei depositi delle sostanze dannose è affidata alle alte velocità di percorrenza dell'acqua all'interno dello scambiatore e alla presenza di valvole di intercettazione con raccordi in grado di consentire il lavaggio periodico. Lo scambiatore è del tipo a piastre in acciaio inox (coefficiente globale di scambio 5.231 W/m²K, superficie di scambio 40 m²,

calore integrativa condensata ad aria. Questo approccio orientato alla massima sostenibilità energetica e ambientale dell'edificio è stato poi sviluppato su due fronti.

Sotto il profilo della generazione di energia elettrica dal sole abbiamo previsto un impianto fotovoltaico parte del quale è completamente integrato all'involucro edilizio, mentre il resto delle superfici captanti è situato sulla terrazza al terzo piano e in copertura.

Sul fronte del comfort degli ambienti interni è stato studiato un sistema basato su fancoils a bassa rumorosità, alimentati da una rete a 4 tubi, abbinato a un impianto di ventilazione a portata variabile, dotato di sistemi di recupero del calore ad alta efficienza con raffreddamento adiabatico indiretto e con possibilità di funzionamento in free cooling, che utilizza diffusori ad alta induzione. Uno degli aspetti più delicati del progetto è consistito nell'integrazione delle diverse componenti del sistema di regolazione e controllo del funzionamento dell'edificio, ciascuna caratterizzata da un proprio linguaggio, che interessa la climatizzazione al pari dell'illuminazione artificiale degli ambienti, anche in relazione all'irraggiamento solare.

L'insieme costituisce un edificio fra i più avanzati nel settore dell'edilizia per il terziario. Gli investimenti compiuti dalla committenza stanno restituendo risultati significativi: due mesi dopo il completamento dell'opera tutte le superfici immobiliari erano già occupate da aziende interessate a valorizzare la sostenibilità della loro nuova sede».

La climatizzazione degli ambienti

Il progetto impiantistico è stato sviluppato basandosi sui seguenti dati: gradi giorno 1.694; T progetto -2 °C (inverno) e 31,5 °C (estate); u.r. 45% (inverno) e , u.r. 55% (estate).

Tutti gli ambienti per uffici sono serviti da un impianto di climatizzazione basato su ventilconvettori canalizzati (con ventilatori centrifughi a 6 velocità), celati dai controsoffitti e collegati da circuiti idronici a quattro tubi. L'impianto di ventilazione a portata variabile è attestato su 1 UTA (17.400 m³/h complessivi) dotata di ventilatori plug fan a pale rovesce con inverter, filtri G4 ed F8, umidificazione a elettrodi immersi, batterie calda, fredda e di post-riscaldamento. Immissa negli ambienti tramite bocchette lineari poste lungo il perimetro dell'edificio, l'aria di mandata assicura il ricambio igienico a temperatura neutra e crea un flusso continuo capace di minimizzare le condizioni di discomfort in prossimità delle superfici trasparenti. Fa eccezione l'atrio d'ingresso, caratterizzato da una notevole volumetria interna e dall'elevata altezza interpiano, che invece è servito da un impianto a tutt'aria gestito a portata variabile.

L'immissione dell'aria nella hall avviene tramite ugelli a lungo lancio, incassati

L'impianto geotermico, del tipo open loop, utilizza acqua prelevata dalla falda a 45÷50 m di profondità, non destinata all'uso potabile, a una temperatura di 21÷22 °C, restituendola al terreno con ΔT max di ± 5 °C (AT|project).



perdite di carico circa 40 kPa in entrambi i lati) e opera con ΔT max ± 1 °C rispetto al fluido termovettore che percorre il circuito di condensazione della PdC.

L'efficienza dello scambiatore è misurata e registrata rilevando la temperatura dell'acqua e la sua conducibilità elettrica – valore quest'ultimo che indica indirettamente la variazione della concentrazione di sostanze chimiche disciolte e, di conseguenza, la possibilità di variazioni della loro solubilità.

La portata d'acqua estratta dai pozzi è affidata a misuratori elettromagnetici (per l'acqua estratta e per quella reimmissa in falda) che, oltre all'elevata affidabilità, minimizzano le perdite di carico rispetto ad altre tipologie di strumenti. L'impianto di raccolta e riutilizzo delle acque meteoriche per usi non potabili prevede, in caso di scarse precipitazioni, l'integrazione del fabbisogno da parte dell'acqua di falda utilizzata per la climatizzazione dell'edificio.

Il pozzo di restituzione dell'acqua nella falda è situato a 191 m di distanza dal punto di prelievo. La reimmissione avviene in pressione, mediante una tubazione che arriva in profondità nel pozzo di resa a una quota non inferiore rispetto a quella di prelievo. Per garantire la migliore efficienza il pozzo dispone di una testa a tenuta ed è dotato di filtri e dreni composti da materiali di grana grossa, anche per evitare il suo possibile riuso per il prelievo dell'acqua.



L'integrazione delle diverse componenti del sistema di regolazione e controllo del funzionamento dell'edificio, ciascuno caratterizzata da un proprio linguaggio, è stata gli aspetti di maggiore complessità del progetto (ATIproject).

nelle contropareti, che coprono tutta la superficie utile.

In questo caso il trattamento dell'aria è affidato a 1 UTA (8.000 m³/h), simile alla precedente. Entrambe sono dotate anche di un recuperatore di calore statico a flussi incrociati, sezione di ricircolo per il funzionamento attivo e serranda di by-pass per il funzionamento in free-cooling, raffreddamento adiabatico indiretto; l'aria di rinnovo viene gestita mediante sonda di qualità dell'aria.

Le montanti della rete di distribuzione dei fluidi termovettori (in acciaio nero), come quelle dell'impianto idrico-sanitario (in multistrato) e le canalizzazioni dell'aria (in pannelli sandwich alluminio-poliuretano), transitano nei due cavedi che percorrono in verticale l'edificio, collegando le centrali situate al piano interrato con quella poste in copertura. Ciascun piano è infatti articolato in due macro-aree indipendenti,

con reti attestate in un locale tecnico ricavato in adiacenza al relativo caveo ed equipaggiato con i collettori di distribuzione e i dispositivi di contabilizzazione per le utenze di pertinenza. La hall è servita direttamente dal locale tecnico sottostante. Oltre al sistema per il funzionamento in free cooling, le UTA sono equipaggiate con sistemi per il raffreddamento adiabatico indiretto dell'aria di ripresa che, prima del passaggio nel recuperatore di calore, tramite l'umidificazione e il conseguente abbattimento della temperatura migliorano le prestazioni del recuperatore, senza modificare le caratteristiche igrometriche dell'aria immessa negli ambienti.

Il sistema termofrigorifero

La generazione dei fluidi termovettori (T operativa: 45÷40 °C in inverno; 7÷12 °C in estate) è affidata a 2 pompe di calore polivalenti che utilizzano gas refrigerante R410a, nel dettaglio:

- 1 PdC con 4 compressori scroll su due circuiti e condensazione ad aria con ventilatori elicoidali brushless (227 kWt; 207 kWf), installata sulla copertura dell'edificio;

- 1 PdC con 4 compressori scroll su due circuiti e condensazione ad acqua di falda (218 kWt; 187 kWf), dimensionata per sfruttare la massima potenza termica estraibile dalla portata di acqua di falda disponibile e alloggiata negli spazi tecnici ipogei.

In pratica ciascuna delle PdC può coprire fino al 50% del fabbisogno termofrigorifero del complesso.

In particolare, la PdC condensata ad acqua di falda sfrutta le potenzialità del fluido di scambio termico proveniente da un pozzo che, per effetto della peculiare situazione geotermica del sito (la piana di Pisa è soggetta a consistenti anomalie termiche), attinge acqua a una temperatura costantemente superiore a 20 °C, permettendo il funzionamento della PdC con COP prossimo a 6. La stessa macchina provvede anche alla produzione dell'acqua calda sanitaria.

Entrambe le PdC inviano i fluidi verso 2 accumuli (3.000 l ciascuno) per l'acqua calda e per quella refrigerata, che fungono anche da separatori idraulici e alimentano gruppi di distribuzione dedicati dotati di dispositivi di rilancio,



Una schermata del BIM impiegato per la progettazione integrata dell'edificio, che evidenzia le strutture e le reti impiantistiche in pianta riferite a uno dei piani per uffici più elevati (ATIproject).

miscelati e non, con pompe a portata variabile. Le centrali termofrigorifera, idrica e antincendio sono alimentate autonomamente attraverso quadri di distribuzione contenenti i dispositivi a comando e protezione delle apparecchiature, con distribuzione principale in acciaio zincato e multistrato staffate a parete per la posa dei cavi a prova di fiamma.

Le altre centrali

La centrale idrica è composta da 4 serbatoi di accumulo in polietilene per uso alimentare che, a coppie, alimentano circuiti distinti per l'acqua fredda potabile, l'ACS e le vasche di raccolta dell'acqua piovana.

I locali tecnici di piano ospitano le cassette di distribuzione e contabilizzazione degli impianti idrici; le reti di distribuzione percorrono poi i controsoffitti raggiungendo le rispettive utenze. Ciascuno dei servizi igienici è

dotato di scarichi ventilati tramite una rete secondaria.

Mediante un sistema sifonico l'impianto di recupero delle acque meteoriche raccoglie le precipitazioni, che convergono verso 1 cisterna interrata in cemento (30 m³) dotata da dispositivi per la filtrazione grossolana e per il troppo-pieno allacciato al sistema di raccolta delle acque chiare.

Una coppia di elettropompe a immersione provvede al pescaggio dall'ultima cisterna dell'acqua per gli usi non potabili (cassette di risciacquo e impianto di irrigazione).

È previsto un sistema di reintegro con acqua di pozzo per il mantenimento in servizio del circuito di riempimento delle cassette wc in caso di scarse precipitazioni.

Tutte le elettropompe al servizio degli impianti idrici, potabili e non potabili, sono del tipo centrifugo e dotate di inverter. Il Centro Direzionale Forti ricade nella definizione "a basso rischio" sotto il profilo della sicurezza antincendio. Ciascuno dei compartimenti è protetto da un impianto a naspi (2 UNI 25 per piano, più un attacco esterno) alimen-

tato da una rete dedicata, mediante un gruppo di pressurizzazione (elettropompa ausiliaria, elettropompa principale di servizio, motopompa diesel) posto al piano ipogeo, in prossimità del serbatoio interrato (20 m³) collegato all'acquedotto.

È inoltre presente un impianto per la raccolta e il rilancio delle acque che, in caso di esondazione di un vicino corso d'acqua, dovessero penetrare sotto lwe fondazioni. Tale impianto è composto da:

- 4 pozzetti prefabbricati in calcestruzzo (60 per 60 cm) con griglia in ghisa dotati di elettropompe;
- rete di raccolta in tubazioni in pvc (diametro 125 mm; pendenza 1%);
- tubazione di allontanamento delle acque in polietilene ad alta densità, con giunzioni saldate per il recapito in fognatura.

Per evitare l'eventuale formazione di sacche di ristagno e favorire il deflusso delle acque, nelle travi rovesce di fondazione sono stati predisposti fori che mettono in comunicazione i vari ambienti interrati. ■