

*Un edificio nato per ospitare un'azienda giovane attiva nel settore della bioedilizia, che produce l'energia necessaria per riscaldamento, raffrescamento e consumi elettrici*



# ZERO EMISSIONI E MATERIALI NATURALI

di Matteo Ferrario





È stata realizzata a Sinnigo, presso Merano, la nuova sede commerciale della Naturalia-Bau, un'azienda specializzata in prodotti per l'edilizia sostenibile. La richiesta da parte della committenza di un edificio a basso impatto ambientale e alta qualità abitativa ha condotto il professionista incaricato della progettazione architettonica e di quella statica delle strutture in legno, l'arch. Dietmar Dejori, a realizzare la prima struttura commerciale di questo tipo sul suolo italiano, che fosse in grado non soltanto di ridurre i costi energetici, ma anche di produrre l'energia necessaria per riscaldamento, raffrescamento e consumi elettrici, evitando di bruciare prodotti fossili.

Pur centrale nella concezione dell'edificio, quello energetico è considerato solo uno degli aspetti che compongono la visione generale, tutta improntata al rispetto ambientale e alla qualità abitativa.

In questa ottica si inseriscono le principali scelte riguardanti il sistema costruttivo e i materiali da impiegare: la sede Naturalia-Bau ha una struttura a telaio in legno, finiture interne a elevata inerzia termo-igrometrica, quali argilla e calce naturale, e presenta soluzioni volte a incrementare il comfort degli occupanti, come la valutazione e la schermatura dell'impianto elettrico.

I punti fermi della realizzazione erano rappresentati da: sfruttamento del calore terrestre e dell'energia solare; determinazione precisa del fabbisogno termico ed energetico; involucro performante; ventilazione controllata; sistema di riscaldamento e raffrescamento ad alte prestazioni.

In sede progettuale, l'ostacolo principale verso il raggiungimento degli obiettivi fissati era rappresentato dalla sfavorevole esposizione del lotto, situato in un angolo poco soleggiato. Si è quindi presentata la necessità di sfruttare al massimo la luce naturale, tramite l'utilizzo di vetrate ad alta prestazione termica e



di dimensioni generose, per compensare l'assenza di irraggiamento solare diretto da sud. Un'altra misura adottata per correggere gli effetti negativi dell'orientamento solare è stata quella di impiegare materiali massicci a lenta reazione, sfruttandone l'inerzia termica (ad esempio tramite l'applicazione di un intonaco a base di argilla alla parete cementizia del vano scala).

La stretta collaborazione fra l'arch. Dejori e una serie di aziende e professionisti, scelti per l'alto livello di esperienza maturato, ha permesso l'inserimento dell'edificio (premiato per le sue caratteristiche dalla Provincia Autonoma di Bolzano) nella categoria "Oro+" della classificazione CasaClima.

## Il progetto

L'edificio si sviluppa su tre piani. I vari spazi aperti e chiusi sono tutti uniti da un percorso, che prosegue intorno alla sala conferenze in una sorta di diaframma tra interno ed esterno, protetto dal verde rampicante per facilitare il relax nelle pause dalle attività lavorative.

All'interno, il cuore del progetto è rap-

presentato dall'ampio atrio di ingresso, che collega la facciata vetrata a sud, meno illuminata, a quella più generosa esposta verso nord.

Nella salita verso gli uffici situati al primo piano e la sala conferenze al secondo, il percorso fa uso di elementi spaziali e architettonici contrastanti, evocanti immagini di scenari naturali e all'aperto, quali un "burrone", un "ponte" e gradini sospesi che conducono a una piattaforma finale estrema, prima di toccare di nuovo la "terra ferma" dell'atrio all'ultimo piano. La successione di questi elementi simbolici si propone di simboleggiare una salita in montagna ad alta quota, che, a partire da una valle e da una serie di tappe intermedie, culmina con l'arrivo sull'altopiano soleggiato. La progettazione degli interni, che include la ricerca di una precisa risposta sonora dei materiali usati per le pavimentazioni (dal tonfo radicato al piano terra al suono più acuto dei gradini sospesi) è mirata a suscitare negli occupanti del nuovo edificio sensazioni alterne e varie che ne aumentino il benessere psicofisico e la qualità di vita quotidiana nell'ambiente di lavoro.



Abbiamo intervistato l'Arch. Dietmar Dejori, progettista della sede di Naturalia-Bau.

## LA FILOSOFIA PROGETTUALE ALLA BASE DEL NATURALIA-BAU

**In un quadro nazionale ancora piuttosto disomogeneo in materia di efficienza energetica, la provincia autonoma di Bolzano si propone come capofila di un movimento con realizzazioni avanzate come la sede Naturalia-Bau. Crede che questo modello di pratica progettuale e costruttiva possa essere riproposto altrove (ad esempio in regioni come la Lombardia, in cui dimensioni e numeri delle realizzazioni rendono più difficilmente attuabile un sistema di controllo qualitativo come quello esercitato dall'Agenzia CasaClima) o che la vostra provincia sia destinata a rimanere una sorta di "isola felice" nel campo della progettazione efficiente?**

L'obbligo è un cattivo alleato, anche nel mondo dell'efficienza energetica. Per questo il controllo esercitato dall'Agenzia CasaClima è secondario nell'ideazione e realizzazione di edifici come quello della sede Naturalia-Bau. I veri moventi rimangono il "sogno" iniziale del committente e la fantasia e capacità necessarie al progettista, insieme a ditte all'altezza del compito, per concretizzarlo nell'opera. Sono certo che l'Alto Adige non sia questa "isola felice": più che altro è un luogo di incontro di varie circostanze positive, mirate a un'idea affascinante dell'edificio energeticamente autonomo. Il fatto che poi ci sia anche il controllo ufficiale rende solamente il confronto ancora più interessante.

**Quali problemi avete incontrato (se ne avete incontrati) nella selezione dei fornitori e nella fase del cantiere?**

Fortunatamente le ditte fornitrici erano tutte all'altezza del compito e molto motivate a contribuire alla realizzazione di questo progetto, di estrema difficoltà per via della tempistica ristretta a soli 8,5 mesi. Gli artigiani sono abituati ad affrontare già nel corso della loro formazione professionale tante problematiche in materia di efficienza energetica, e così il dialogo in cantiere è assai professionale e mirato.

**Nell'edificio vengono impiegati materiali naturali e non trattati. Si tratta di una scelta volta a interpretare e rappresentare l'identità dell'azienda committente, che opera nel campo della bioedilizia, o fa parte della sua filosofia di progetto, estendendosi anche ad altre realizzazioni?**

Rispecchia la mentalità di entrambi, ed era anche uno dei motivi di scelta della mia persona come progettista, in quanto realizzo da ormai ventisei anni edifici in linguaggio d'architettura naturale. La sfida era quella di non abbandonare questa filosofia a causa della particolarità del compito e della mancanza di tempo. D'altra parte, il fatto che il committente fosse un'azienda leader a livello nazionale di materiali da costruzione naturali ci ha facilitato il compito, permettendoci in un certo senso di giocare in casa.

**Quale è stato il suo rapporto con la committenza? Gli obiettivi raggiunti corrispondono a precise richieste iniziali, oppure il progetto si è spinto oltre le aspettative?**

L'obiettivo "zero emissioni" era la richiesta iniziale, che non è mai stata persa di vista nelle varie fasi della realizzazione. L'orientamento infelice verso nord del lotto di progetto non ha fatto altro che rendere più interessante il compito.

### Scelte costruttive e materiali

Gli unici elementi della sede Naturalia-Bau costruiti con un materiale pesante sono le fondazioni a cordolo e la struttura del corpo scala interno, entrambe in calcestruzzo armato. La leggera struttura in legno dell'edificio ha comportato comunque una minore necessità di plinti di fondazione, consentendo un'importante risparmio sia di materiale che di ener-

gia primaria rispetto a un edificio simile realizzato interamente in cemento armato. Sia i cordoli che la parte alta dei plinti sono stati incamiciati con uno strato di XPS da 12 cm e  $\lambda$  pari a 0,035 w/mK, in modo da isolare il primo metro di struttura a contatto con il terreno. Prima di gettare il calcestruzzo, per evitare il ponte termico del primo solaio, sono stati inseriti uno strato di ghiaia e uno di vetro cellulare dello spessore di 10 cm,

ottenendo così una struttura completamente isolata alla base, con dispersione termica minima. Con due strati di guaina bituminosa si è poi passati all'impermeabilizzazione della soletta.

Le strutture in elevazione sono state realizzate con un sistema a telaio in legno, composto da montanti e traversi di abete bilama, pannelli OBS per la tenuta dell'aria, isolante naturale, tavolato e pannelli di cartongesso come finitura. I

solai sono in travi di abete bilama con tavolato inchiodato e isolamento naturale, al pari della copertura.

Le ragioni di ordine economico (tempi rapidi per la produzione, la fornitura e l'assemblaggio in cantiere) non sono state le uniche a condurre alla scelta di una soluzione simile.

Oltre alla semplicità del sistema di montaggio, dovuta sia alla leggerezza dei componenti che all'assenza di incollaggi complessi, l'impiego di questa tecnologia offre la garanzia di una vita utile molto lunga del manufatto e in generale un minore impatto sull'ambiente: la filiera produttiva del legno è a scarto zero, poiché gli avanzi di segheria vengono utilizzati come combustibili energetici o per pannelli, e l'uso di combustibili fossili durante la fase del cantiere si limita in sostanza a quello previsto per il trasporto e l'uso di macchinari e utensili, con conseguenti ripercussioni positive sulle emissioni di anidride carbonica.

Il comportamento in presenza del fuoco è un ulteriore punto a favore: il ritmo estremamente lento della combustione fa sì che dall'inizio dell'evento all'effettiva compromissione della struttura trascorra

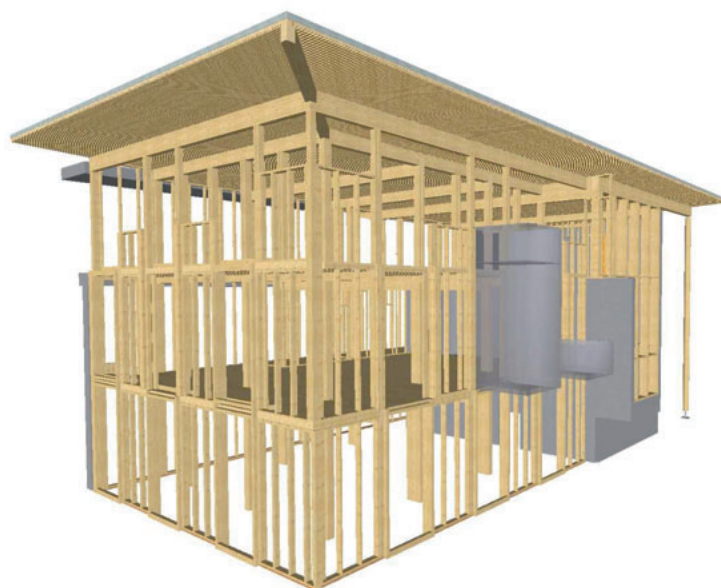


un tempo sufficiente a consentire l'evacuazione dell'edificio e l'intervento per lo spegnimento. Ogni strato di quelli che compongono l'elemento strutturale contribuisce in realtà alla sua resistenza al fuoco, evitandone l'innesco e la propagazione. A differenza di quanto avviene in una struttura in c. a. o acciaio, che ad alte temperature collassa, la combustione del legno si mantiene a un livello superficiale, formando una patina di carbone

che consente di mantenere inalterate le caratteristiche statiche dell'elemento. Altre considerazioni che hanno condotto alla scelta di questo sistema sono quelle relative all'abbattimento acustico e ai minori spessori degli elementi strutturali a parità di isolamento termico con una massa muraria tradizionale. Nel complesso, l'involucro esterno in legno prefabbricato ha richiesto un lasso di tempo di 4 mesi e mezzo tra completamento delle strutture di fondazione e consegna chiavi in mano. Nell'ipotesi di una futura espansione della sede, la struttura è stata cal-

## I nomi dell'intervento

- Oggetto: **Sede della Naturalia-Bau**
- Località: **Sinnigo - Merano**
- Committente: **Naturalia-Bau**
- Destinazione d'uso: **Sede commerciale con negozio, uffici, magazzino e centro didattico**
- Anno di progettazione: **2007**
- Anni di realizzazione: **novembre 2007 - luglio 2008**
- Costo totale intervento: **1.400.000 euro**
- Progettazione architettonica: **Arch. Dietmar Dejori**
- Progettazione strutturale: **Arch. Dietmar Dejori**
- Progettazione impianti termici: **Energytech - Ing. Georg Felderer**
- Progettazione impianti elettrici: **Martin Haller**
- Direzione Lavori: **Arch. Dietmar Dejori**
- Direzione Lavori impianti termici: **Energytech - Ing. Georg Felderer**
- Direzione Lavori impianti elettrici: **Martin Haller**
- Responsabile della sicurezza: **Geom. Hanspeter Palla**
- Fornitore materiali isolanti: **Pavatex tramite Naturalia-Bau**
- Fornitore impianti termici: **Willy Torggler**
- Fornitura componentistica elettrica: **Leo Plattner**
- Sorgenti luminose: **Esedra**
- General Contractor: **Holz&Co**





**Peculiarità tecnologiche della sede Naturalia-Bau.**

Orientamento bioclimatico dell'edificio	●
Studio delle radiazioni solari e delle ombre	
Studio della vegetazione e della fauna preesistenti	
Studio dei venti prevalenti	
Controllo climatico attraverso la vegetazione	
Involucro opaco ad alta coibenza termica	●
Superfici trasparenti basso-emissive	●
Utilizzo di materiali locali	●
Utilizzo di materiali privi di emissioni tossiche	●
Integrazione tra illuminazione naturale e artificiale	●
Sorgenti luminose efficienti	
Ventilazione naturale	●
Ventilazione meccanica controllata	●
Impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria	
Impianti solare fotovoltaico per la produzione di energia elettrica	●
Serra solare	
Impianto di climatizzazione ad alta efficienza	●
Pompa di calore	●
Energia geotermica	●
Tetto verde	●
Raccolta dell'acqua piovana	
Progettazione partecipata	
Certificazione energetica	●
Certificazione ambientale	



colata in modo da poter sostenere l'eventuale aggiunta di un ulteriore piano.

Le parti costruttive interne sono state realizzate in legno lamellare, mentre solai e tetto sono composti da elementi prefabbricati, con tavole verticali sfasate unite con tasselli in legno.

La superficie curva del nucleo centrale in calcestruzzo armato del corpo scala (concepito come una sorta di grande area buffer) presenta una finitura in argilla colorata, realizzata con un'innovativa tecnica multistrato che prevede l'impiego di cera d'api. Lo scopo, perseguito in generale nelle scelte progettuali relative all'edificio Naturalia-Bau e in particolare con questa soluzione, era quello di dimostrare le possibilità applicative di materiali tradizionali in un contesto architettonico ed estetico del tutto contemporaneo.

L'intonaco in argilla, che presenta il vantaggio di ottime proprietà termoigrometriche unite alla totale ecosostenibilità, ha una storia antichissima, che molti ritrovamenti archeologici ci consentono di far risalire addirittura all'epoca romana, quando il materiale veniva già usato in combinazione con pagliericcio (oltre a conferire rigidità in senso trasversale, l'impiego di argilla mista a paglia la rende pressoché incombustibile).

Nel caso della sede Naturalia-Bau, la

funzione di una finitura di questo tipo è anche quella di assorbire e neutralizzare odori, fumo e sostanze nocive, contribuendo al contempo ad aumentare il comfort grazie a un microclima interno più salutare. La capacità igroscopica del materiale mantiene infatti l'umidità relativa dell'ambiente indoor su valori costanti, ostacolando la formazione della polvere.

Nell'intonaco in argilla della parete curva sono annegate anche le serpentine radianti senza uso di coibentazione, in modo da ottenere l'attivazione dell'imponente massa termica, con conseguenze positive sul comportamento termico dell'edificio, in particolare nella stagione estiva.

Nell'edificio sono stati impiegati coibentanti naturali, come la fibra di legno, presente nei pannelli, sul tetto e, in parte, nei pavimenti (in quelli contro terra è stato utilizzato il vetro cellulare).

### Comfort acustico

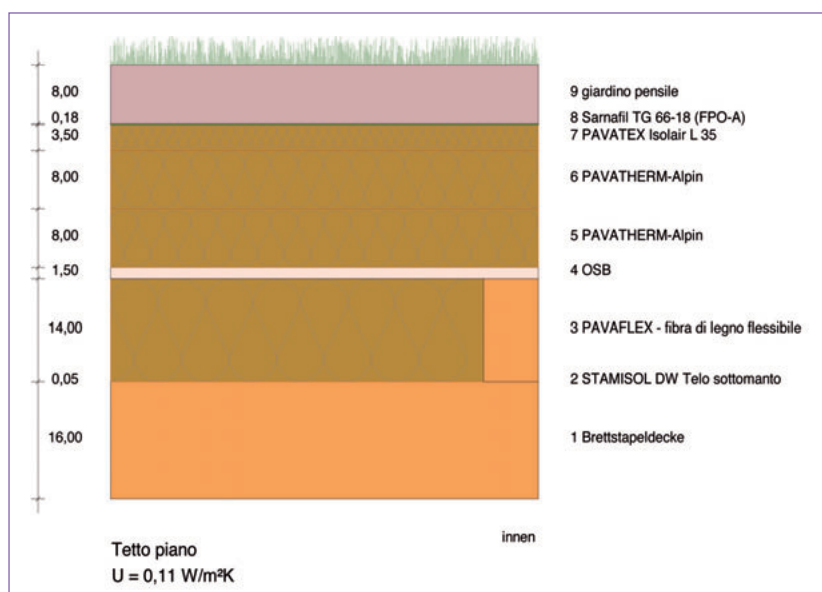
L'edificio rispetta i più restrittivi parametri acustici delle norme DIN tedesche, con l'aggiunta di alcune particolari soluzioni che sono state previste appositamente in sede progettuale. Il solaio di legno a vista è a tavole accoppiate di lunghezza differente, che permettono di ridurre il riverbero e rompere l'onda sono-

ra, evitandone in tal modo la propagazione all'interno delle stanze.

Per l'abbattimento del rumore di calpestio è stato utilizzato un materiale naturale quale la fibra di legno, che, funzionando come molla, aiuta l'assorbimento da parte del solaio (anch'esso in legno, dunque di massa minore rispetto al calcestruzzo pieno). Tutti gli impianti sono dotati di silenziatori e alloggiati all'interno di apposite stanze in cemento fonoisolate, separate dal resto della struttura.

## Soluzioni per l'involucro

L'obiettivo di un involucro ad alte prestazioni è stato perseguito attraverso l'im-



## Caratteristiche tecniche

### Efficienza energetica

- Classe energetica: **CasaClima "Oro+"**
- Volume lordo climatizzato (V): **3516 m³**
- Superficie utile: **894 m²**
- Trasmittanza parete esterna: **0,14 W/m²K**
- Tipologia involucro trasparente: **triplo vetro isolante**
- Trasmittanza involucro trasparente: **0,50 W/m²K**
- Tipologia sistemi di oscuramento: **lamelle in legno**
- Trasmittanza involucro copertura: **0,10 W/m²K**
- Trasmittanza pavimento piano interrato: **0,30 W/m²K**
- Tecniche orientate al risparmio energetico: **campo fotovoltaico grid connected ubicato sul tetto, orientamento sud con inclinazione di ca. 30°, 192 v complessivi**

### Impianti

- Tipologia impianto termico: **Pompa di calore con 10 sonde geotermiche a circuito chiuso (prof. 120 m)**
- Potenza termica di riscaldamento: **35 kW**
- Energia termica necessaria per riscaldamento invernale: **21.000 kWh/a**
- Indice energetico: **28,6 kWh/m²a**
- COP medio della pompa di calore geotermica: **3,8**
- Energia elettrica necessaria per la pompa di calore in riscaldamento: **5.500 kWh el/a**
- Tipologia impianto climatizzazione: **Ventilazione meccanica controllata**
- Potenza termica di raffreddamento e deumidificazione: **30 kW**
- Energia di raffreddamento necessaria: **15000 kWh/a**
- COP medio della pompa di calore geotermica in raffreddamento: **4,2**
- Energia elettrica necessaria per la pompa di calore in raffreddamento: **3.600 kWh el/a**
- Energia elettrica necessaria per la pompa di calore in riscaldamento: **5.500 kWh el/a**
- Energia elettrica necessaria per la pompa di calore in raffreddamento: **3.600 kWh el/a**
- Energia elettrica stimata per gli ausiliari: **5.000 kWh el/a**
- Somma del consumo di energia elettrica per la climatizzazione: **14.100 kWh el/a**

piego di tre strati successivi di isolante naturale (rispettivamente da 16, 8 e 6 cm). Il primo, di maggior spessore, occupa lo spazio interstiziale dei montanti lignei ed è realizzato in Flex, una fibra di legno particolarmente morbida, meno rigida rispetto agli altri due strati e di facile inserimento.

Dotato di cappotto sia esterno che interno, l'involucro edilizio con struttura a telaio in legno raggiunge livelli di trasmittanza termica particolarmente bassi. Le pareti esterne con 26 cm di coibente naturale raggiungono 0,13 W/m²K.

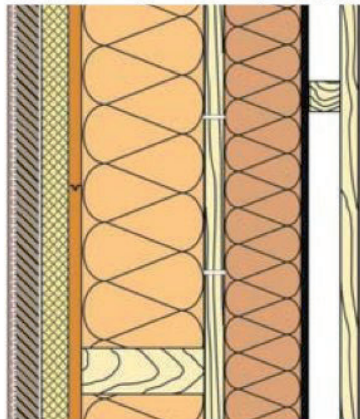
Verso l'interno, il pacchetto parete è completato da una lastra in eracit, sulla quale viene steso l'intonaco in argilla, immergendovi la serpentina per dei pannelli radianti a parete per la climatizzazione invernale ed estiva.

Formati da tavole impilate, legate l'una all'altra da connessioni legno su legno senza l'ausilio di colle, i solai realizzati nella sede Naturalia-Bau sono di due configurazioni diverse: al primo piano sono stati annegati gli impianti a secco con uno strato di sabbia, due strati di pannelli di fibra di legno per l'acustica e due lastre di gesso fibra prima di procedere alla posa finale del pavimento in parquet di linoleum; in corrisponden-



### Parete esterna

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

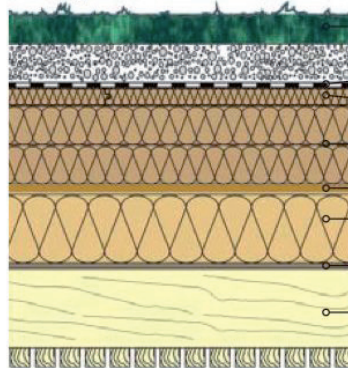


1. Intonaco fine in argilla 5 mm
2. Intonaco di fondo in argilla 30 mm
3. Pannello portaintonaco in fibra di legno mineralizzata 35 mm
4. Pannello OSB 15 mm
5. Pannello in fibra di legno morbida densità 50 kg/m<sup>3</sup> 160 mm
6. Tavolato incrociato 24 mm
7. Pannello in fibra di legno densità 140 kg/m<sup>3</sup> 100 mm
8. Telo antivento traspirante
9. Listello per ventilazione
10. Rivestimento in legno

**Trasmittanza termica U:**  
**Sfasamento temperatura:**

**0,14 W/m<sup>2</sup>K**  
**oltre 18,2 ore**

### Tetto piano



- Giardino pensile
- Manto impermeabile in poliolefine
- Pannello in fibra di legno densità 240 kg/m<sup>3</sup> 35 mm
- Pannello in fibra di legno ad alta resistenza a compressione densità 180 kg/m<sup>3</sup> 160 mm
- Pannello OSB 15mm
- Pannello in fibra di legno morbida densità 50 kg/m<sup>3</sup> 140 mm
- Telo sottanto
- Solaio in legno a tavole impilate

**Trasmittanza termica U:**  
**Sfasamento temperatura:**

**0,10 W/m<sup>2</sup>K**  
**oltre 30 ore**

za del secondo piano viene riproposta la stessa stratigrafia, ma con l'aggiunta di un ulteriore strato da 80 mm, in cui sono alloggiate le serpentine del sistema radiante a bassa temperatura.

La copertura, isolata con 33 cm di fibra di legno svizzera, ha una trasmittanza termica di 0,11 W/m<sup>2</sup>K. Oltre a questo valore va considerata la presenza del tetto verde, concepito per richiedere una minima manutenzione, limitata quasi esclusivamente alla fase di posa in opera. Uno strato prevalente di argilla espansa con elementi di diversa dimensione è volto ad aumentare la ritenzione idrica. L'essenza scelta per la piantumazione, il sedum, richiede irrigazione soltanto nel periodo immediatamente successivo alla semina, o in casi eccezionali di siccità, presentando a fronte di queste poche esigenze una serie di vantaggi: dalle maggiori proprietà isolanti al rilascio dell'acqua piovana per evaporazione, che in estate mantiene più bassa la temperatura, consentendo all'impianto fotovoltaico di avere rendimenti maggiori.

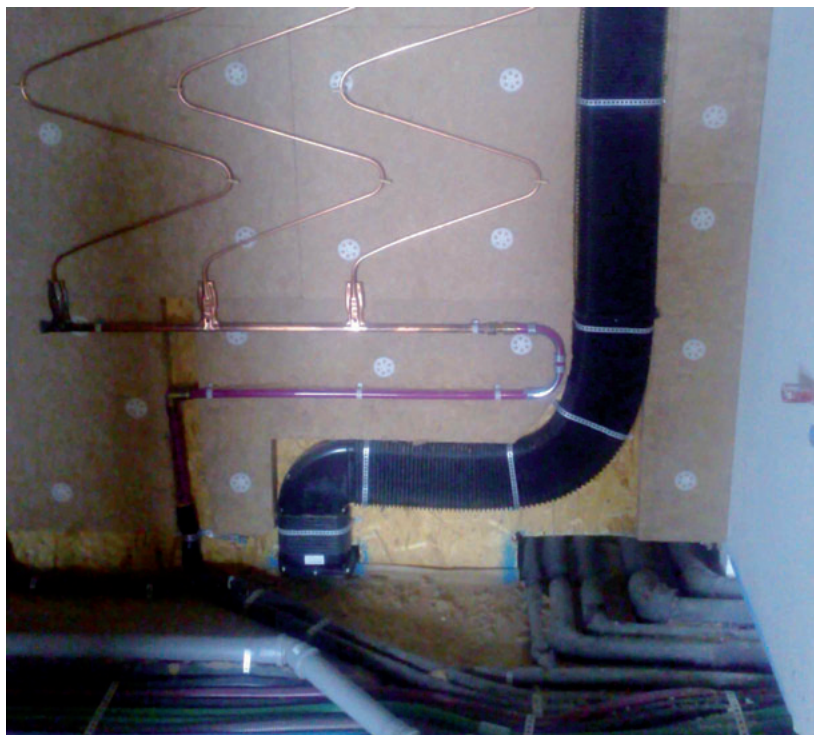
### Soluzioni impiantistiche

Il sistema di riscaldamento e raffrescamento estivo della sede Naturalia-Bau

è basato esclusivamente un pannelli radianti a muro (utili soprattutto nella modalità estiva, quando l'acqua viene immessa direttamente alla temperatura di 17°C) e a pavimento.

Si è scelto quindi di puntare solo sull'irraggiamento, evitando invece la convezione, che avrebbe reso inutile l'impiego di vetrate performanti come quelle scelte per l'edificio.

In tal modo, le perdite sono controllabili anche in presenza di importanti superfici in vetro rivolte verso nord. Geotermia e pannelli fotovoltaici completano la dotazione impiantistica, inserendosi nella filosofia "zero emissioni" alla base del progetto, di cui un approfondito studio compiuto per una tesi dall'arch. Carlo Dal Vera (professionista specializzato in architettura a basso consumo energetico





ed esperto CasaClima della provincia di Bolzano) documenta già le prestazioni e i primi risultati. Dieci sonde geotermiche a circuito chiuso, da 120 m di profondità l'una, alimentano con acqua a temperatura preriscaldata (17°C) la pompa di calore, che può contare anche sull'energia elettrica fornita dall'impianto fotovoltaico. La temperatura dell'acqua scambiata dalle sonde con il terreno è di 13°C circa, un valore che rimane costante durante l'intero corso dell'anno. La potenza termica richiesta è di 35 kW per il riscaldamento invernale e di 30 kW nel periodo estivo. Il COP della pompa di calore si assesta su un valore medio di 3,8 (4,2 nella modalità di raffrescamento).

Includendo i picchi di energia ausiliaria, i consumi elettrici relativi alla pompa di calore sono pari a 14.100 kWh el/a. L'incidenza della parte impiantistica nell'importo complessivo è stata di circa il 14,8%, di cui solo il 2% corrisponde alla ventilazione forzata, mentre la parte restante include la pompa, i sistemi di distribuzione, le sonde e gli spazi tecnici. Il calcolo dell'impianto fotovoltaico, il cui apporto in termini di energia elettrica risulta decisivo per ottenere il risultato dell'edificio "zero emissioni", è stato compiuto sulla base del fabbisogno effettivo dell'edificio, comprendente la pompa

di calore e tutte le varie apparecchiature elettriche. L'apporto necessario per l'illuminazione è stato quantificato in 6250 kWh<sub>el</sub>, mentre quello destinato alle postazioni di lavoro è di 3700 kWh<sub>el</sub>.

La climatizzazione richiede un totale di 10000 kWh el annui, di cui 1500 kWh el nella stagione invernale e 4500 in quella estiva, insieme ad altri 4000 kWh el relativi agli ausiliari.

Nel calcolo si è deciso di mantenere un margine sufficientemente ampio. Dopo una serie di modifiche, apportate sulla base degli orari lavorativi e del tempo d'uso effettivo dei vari ambienti, le potenze sono state individuate in 10 kWp da destinare alla climatizzazione e altri 10 all'illuminazione e alle postazioni di lavoro.

Al totale di 20 kWp (che, oltre a coprire largamente il fabbisogno dell'edificio a pieno regime, dà accesso alle agevolazioni economiche del conto energia) corrisponde una superficie complessiva di 192 mq di pannelli fotovoltaici alloggiati sulla copertura piana, con orientamento a sud e inclinazione di circa 30°, volta a ottenere il massimo irraggiamento solare. Il risparmio di CO<sub>2</sub> oscilla tra 0,3 e 0,4 kg per ciascun kWh prodotto con l'impianto fotovoltaico. Sempre secondo lo studio dell'arch. Dal Vera, un'analogia costruzio-

ne con impianto tradizionale a gas produrrebbe 9800 kg annui di CO<sub>2</sub>, che si potrebbero ridurre del 37% a 6200 kg/anno col geotermico e del 100% con l'installazione del fotovoltaico.

Nell'edificio non sono presenti termosifoni, né altri impianti per la climatizzazione estiva o invernale. L'unica eccezione è rappresentata dal sistema di aerazione controllata, che tuttavia non riveste un ruolo principale nel concetto energetico dell'edificio, ma è stato concepito come elemento ausiliario.

La superficie netta utilizzata all'interno dell'edificio è di 735 m<sup>2</sup>, mentre il volume considerato per il riscaldamento è di 2.350 m<sup>3</sup>. Per il ricambio d'aria è stata fatta invece un'analisi più restrittiva, optando per un impianto di ventilazione dalle proporzioni ridotte che lavori solo lo stretto necessario.

Il sistema di ventilazione è al servizio del piano primo, adibito a uffici, e del secondo, dove si trova la sala conferenze. Il volume calcolato per il ricambio d'aria e la conseguente scelta della macchina è di 1.200 m<sup>2</sup>, poiché sia nella sala mostra al piano terra che in quella per le conferenze non vi è la necessità di un funzionamento costante:

l'utilizzo medio previsto per la sala, che può contenere 35 persone, è di una o due volte al mese e per un lasso di tempo non superiore alle tre ore consecutive. Per questo motivo, nei giorni in cui si renderà necessario, le serrande collocate all'interno delle tubazioni forniranno lo scambio tra il primo e il secondo piano, evitando sprechi sia a livello di dotazione impiantistica che di materiale.

Dopo una prima analisi, che aveva condotto alla scelta di una pompa in grado di ricambiare 2.800 m<sup>3</sup> e scambiatore adiabatico con recupero del 90% del calore in uscita, si è deciso di optare per una macchina più piccola da 1.200 m<sup>3</sup>, con scambiatore di calore a flusso incrociato e recupero sempre del 90%. ◆