

azero

EdicomEdizioni

FOTOVOLTAICO INTEGRATO

Schermature: il controllo solare attraverso le chiusure trasparenti



**Ottimizzazione energetica
di un edificio storico**



**Progettare un intervento
di riqualificazione**



**Risanamento
a emissioni zero**



**Autarchia energetica
sul Monte Bianco**



**Un diamante
in classe oro**



Trimestrale - anno 3 - n° 07 aprile 2013
Registrazione Trib. Gorizia n. 03/2011 del 29.7.2011
Poste italiane S.p.A.
Spedizione in a.p. D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46)
art. 1, comma 1 NE/UD
Euro 15,00

07

Nonostante le notevoli difficoltà logistiche per il trasporto dei materiali e la rarefazione dell'aria abbiano consentito l'attività costruttiva solo nei mesi estivi, prolungando la realizzazione per due anni, questo rifugio, a 5 ore di marcia dalla vetta del Monte Bianco, è la prova del fatto che si possono costruire edifici a bilancio energetico quasi zero e autosufficienti a qualsiasi altitudine.

AUTARCHIA ENERGETICA IN ALTA QUOTA

Posizionato sull'Aiguille du Goûter, a oltre 3.800 metri slm, il nuovo rifugio del Club Alpino francese accoglie gli alpinisti nella fase finale della conquista alla vetta più alta d'Europa, il Monte Bianco. L'edificio sostituisce la vecchia costruzione degli anni Sessanta, posizionata più in basso, che sarà smantellata nel corso del 2013, lasciando intatto solo il recente ampliamento per le emergenze nel periodo invernale.

La forma ovoidale dell'involucro a tre condizioni vincolanti: la tipologia strutturale, la tecnologia e le condizioni meteorologiche. L'asse principale della pianta ellittica è infatti posizionato in direzione del vento prevalente, proveniente da ovest, al fine di accelerare le masse d'aria sui lati della struttura per creare un vortice sulla sezione posteriore, facilitando così il deposito della neve sull'unità di scioglimento della stessa. La struttura dell'edificio, in legno, è rivestita da 128 pannelli trapezoidali o rettangolari, smussati a seconda dell'altezza del fabbricato e rivestiti con pannelli di acciaio inossidabile.

Il rifugio è stato progettato per essere autosufficiente dal punto di vista energetico e idrico. L'energia termica, per sciogliere la neve e produrre ACS, è fornita da collettori solari posizionati ai piedi della costruzione; l'elettricità è fornita da pannelli fotovoltaici installati in facciata e in copertura. Un impianto di cogenerazione a biomassa funzionante a olio di colza agisce come un sistema di riserva per la produzione di calore ed elettricità. L'aria è trattata con un sistema di ventilazione meccanica controllata a doppio flusso con portata regolata automaticamente in base al numero degli occupanti. Il sistema dei servizi igienico-sanitari è stato al centro di una progettazione complessa a causa dell'altitudine e della mancanza di ossigeno: dotati di drenaggio sifonico, i servizi igienici utilizzano la stessa tecnologia adottata nei sottomarini con wc sottovuoto. L'unica eccezione per l'utilizzo di materiali completamente rinnovabili è lo stoccaggio di gas utilizzato nella cucina per la cottura dei cibi e un'unità di riserva di combustibile per il cogeneratore.

PROGETTO ARCHITETTONICO **Groupe H; Décalage Architecture**

REALIZZAZIONE **2010-2012**

CLASSIFICAZIONE ENERGETICA
E AMBIENTALE **HQE®**
4 kWh/m² anno
(per i mesi effettivi di occupazione)



FOTOGRAFIE: Hervé Dessimoz, Lucien Fortunati





Progetto architettonico_Groupe H, Parigi (F);
 Décalage Architecture, Chamonix (F)
 Strutture lignee_Charpente Concept, Parigi (F)
 Strutture fondazioni_Betech, Annemasse (F)
 Progettazione impianti_Cabinet Strem, Lione (F)
 Simulazione termica_Albedo Energie, Bourget du Lac (F)
 Calcolo dei costi_Cabinet Denizou, Villeurbanne (F)
 Appaltatore_Labat&Serra/B3D/Dasta, Cart, GGM, Gaubicher,
 JP Maintenance, Solaravis, BDF, Domancy-Elec, Durr Equip,
 ERG, Aubonnet, CBA Montagne, CMBH
 Superficie totale_720 m²
 Superficie utile_681,3 m²

La struttura

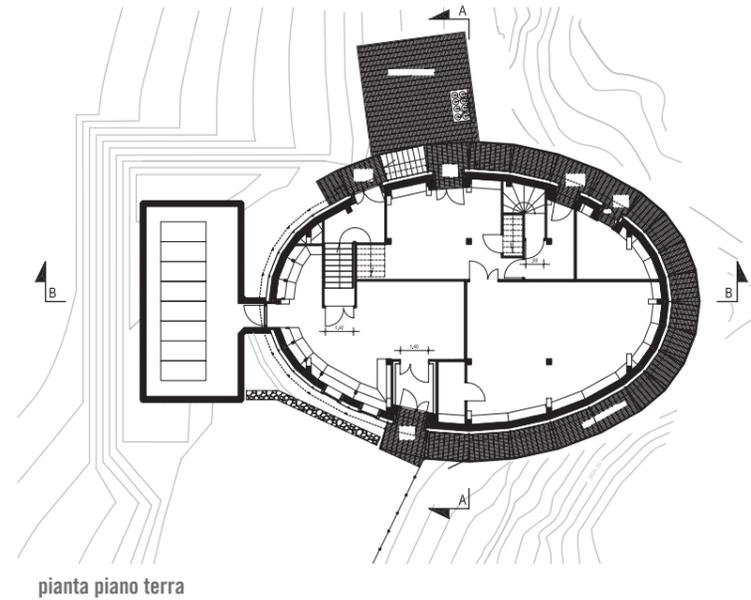
Gestire un cantiere in alta quota non è impresa facile, considerando soprattutto i problemi legati al trasporto dei materiali e i rifiuti generati dall'attività costruttiva. La pianificazione a livello progettuale, dalla preparazione tecnica alla gestione del cantiere, ha consentito di ottimizzare il processo costruttivo viste le difficoltà delle condizioni lavorative e dei costi ambientali ed economici della consegna dei materiali. Durante la prima fase di cantiere (estate 2010) per la realizzazione delle fondazioni sono stati utilizzati solo 10 m³ di calcestruzzo e non è stato prodotto alcuno scarto. Le esigue quantità di rifiuti (isolanti, rivestimento in acciaio, legno, imballaggi ecc.) sono state stoccate e portate a valle. Sono state utilizzate pitture, solventi o materiali privi di formaldeide o biodegradabili ed è stato effettuato uno studio accurato sullo smaltimento dei rifiuti prodotti anche nei periodi di attività del rifugio (dal 15 giugno al 23 settembre). La struttura lignea è a telaio, connessa a una griglia di legno appoggiata alle fondazioni, costituite da una rete di 79 micropali in acciaio ancorati alla roccia e incamiciati con calcestruzzo resistente alle intemperie. Sono state utilizzate principalmente due specie legnose: 29 m³ di Douglas, resistente alle condizioni climatiche e proveniente dalle foreste co-

munali della Borgogna (Curgy Collonge-in-Charolais e Vauvans), per la griglia di base e per tutte le parti a contatto con il vuoto sanitario, e Abete rosso cresciuto nei boschi di Saint Gervais, gestiti in modo sostenibile (BQS Bois Qualité Savoie - Legno di Qualità della Savoia), per la restante struttura. Tutte le travi sono state rivestite con resina sigillante, mentre i solai sono stati costruiti con elementi lignei scatolari, leggeri e quindi di facile trasporto. Pannelli di fibra di legno riciclato isolano la facciata, rivestita da pannelli di acciaio inox satinato a bassa riflessività. Le partizioni interne sono in struttura leggera S/R in acciaio zincato e cartongesso, tranne che nella parte dei dormitori dove si è preferito usare elementi in OSB certificati PEFC o NaturePlus. Le finestre esterne sono in legno-alluminio dotate di triplo vetro. Ogni parte del rifugio è stata prefabbricata in stabilimento, dimensionata in modo da essere trasportabile e assemblata in loco. La sfida è stata il trasporto in quota dei vari moduli con l'elicottero, condizione che ha imposto elementi con pesi inferiori ai 500 kg. Il completamento del lavoro strutturale e dell'esterno ha segnato la fine della seconda fase di cantiere (novembre 2011).

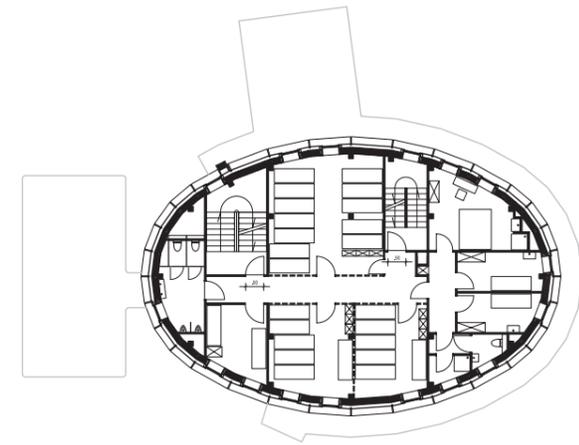
Sopra, la sala da pranzo al primo piano.

Nella pagina accanto, in alto, un'immagine dei dormitori al secondo piano.

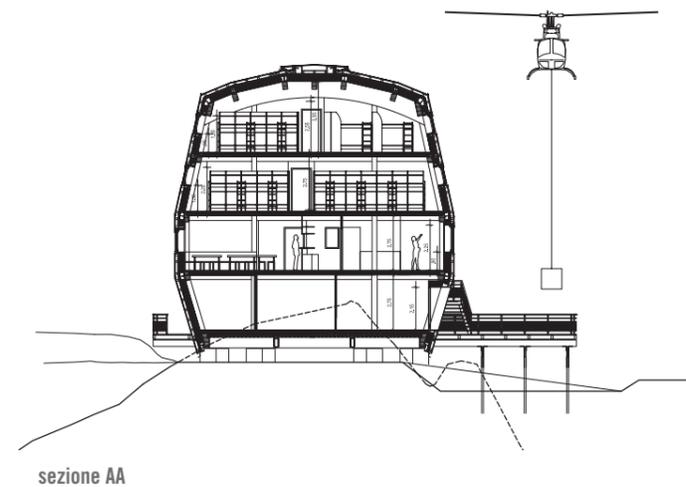
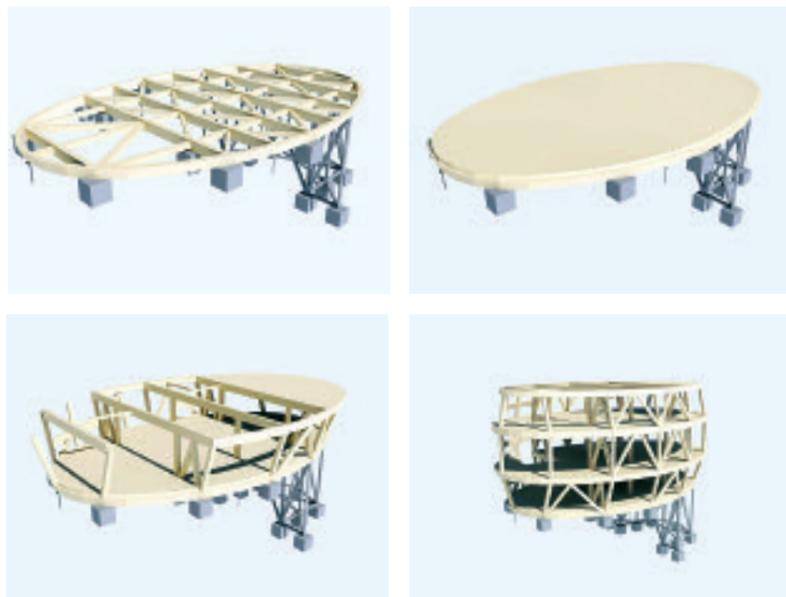
Sotto, rendering delle fasi di sviluppo della struttura portante del rifugio.



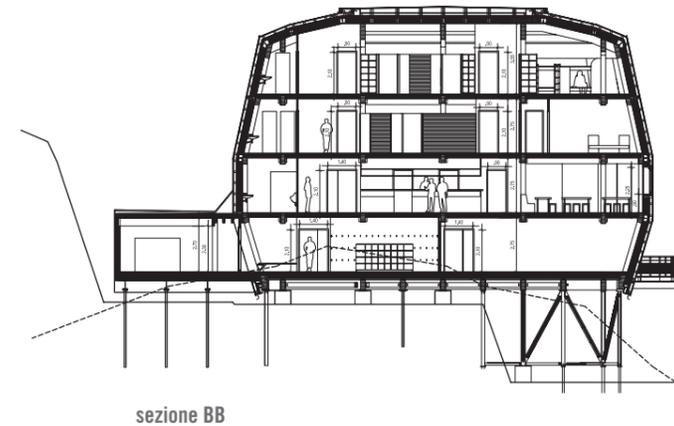
pianta piano terra



pianta secondo piano



sezione AA



sezione BB



Il rifugio visto da nord-ovest.

La gestione dell'energia

Il contesto del rifugio di Goûter ha imposto non solamente la quasi totale autonomia energetica dell'edificio, ma anche un'ottimizzazione della capacità dell'involucro e della struttura per ridurre i fabbisogni di energia.

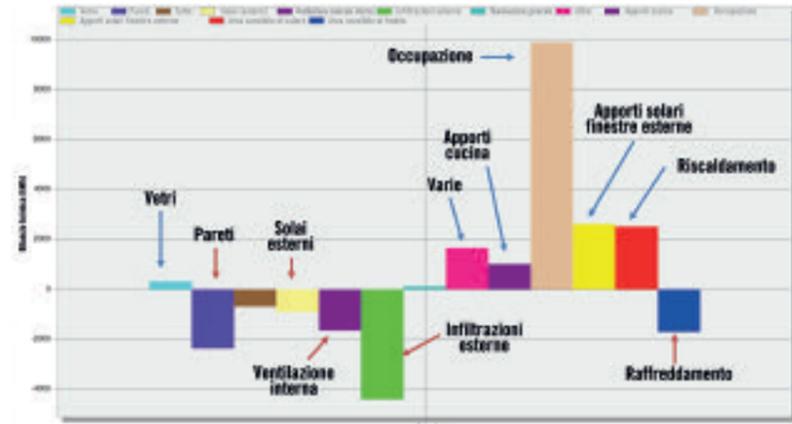
La riduzione della domanda di energia è stata prima di tutto affrontata dal punto di vista architettonico, attraverso un'analisi bioclimatica basata sulla capacità dell'involucro di limitare le dispersioni e sullo sfruttamento dei punti di forza e delle caratteristiche del clima, al fine di ottimizzare, in modo naturale, le condizioni di comfort in ogni stagione.

È stata inoltre effettuata una simulazione energetica dinamica in funzione della posizione dell'edificio (piano di appoggio, dati climatici, variazioni di temperatura...), di differenti scenari di gestione (occupazione normale, guasto generale...), del comportamento termico del fabbricato ora per ora e del bilancio energetico. La simulazione ha messo in luce che gli apporti termici sono prevalentemente forniti dagli occupanti del rifugio (ca. 8.327 persone visitano il rifugio di Goûter in 98 giorni l'anno, con una media di 85 persone al giorno), dalle finestre e dalla cucina, mentre le maggiori perdite dipendono dalle pareti, dalla ventilazione interna e dalle infiltrazioni esterne. I fabbisogni energetici totali sono costituiti per il 76% dal riscaldamento e per il 24% dall'elettricità.

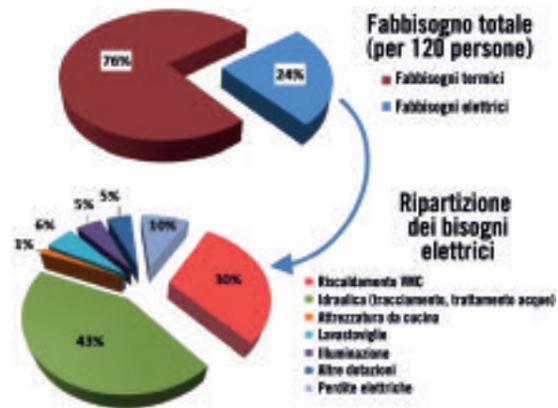
Oltre a garantire prestazioni elevate del pacchetto parete, copertura e solaio contro terra con adeguata tenuta all'aria dell'intero involucro, i progettisti hanno curato con particolare attenzione anche la parte tecnologico-impiantistica.

L'impianto di climatizzazione (VMC) rinnova l'aria, al fine di garantirne una qualità ottimale in funzione del tasso di CO₂ e di umidità all'interno degli ambienti attraverso una centrale di trattamento d'aria (CTA, uno scambiatore rotativo con rendimento maggiore del 72%) a doppio flusso, regolata da sonde ambientali relative all'occupazione. L'impianto di cogenerazione per produrre elettricità e calore si avvale di olio di colza come combustibile e solo nella fase di avvio e di arresto utilizza combustibile fossile, sfruttato anche come riserva e nella cucina per la cottura dei cibi.

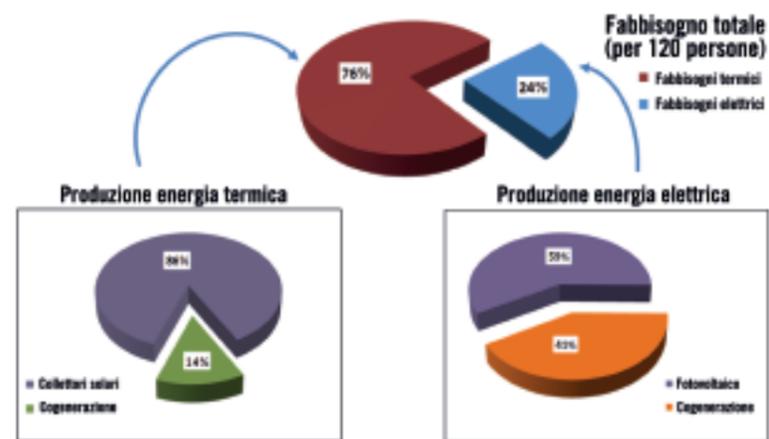
Un impianto fotovoltaico con 95 pannelli in facciata e 96 pannelli sul tetto (ciascuno di 60 Wp) produce corrente continua a 12 o 24 Volt che consente di alimentare i dispositivi elettrici, sia direttamente in continuo o, previa trasformazione con inverter,



Bilancio termico



Dettaglio dei bisogni energetici del rifugio



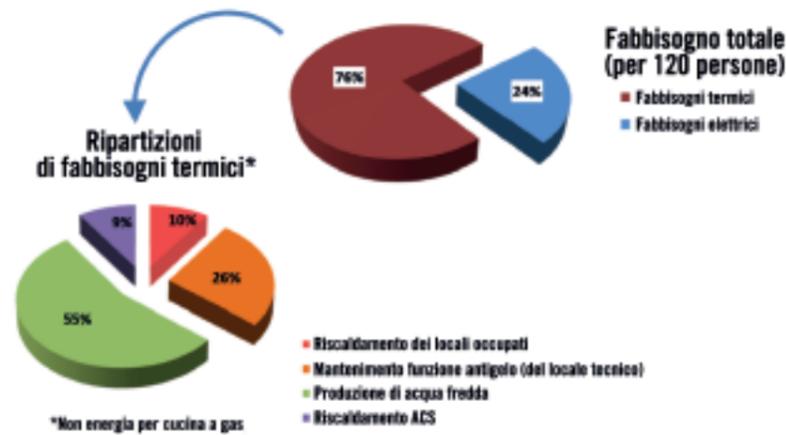
Stima e ripartizione della produzione di energia termica ed elettrica con condizioni climatiche favorevoli e con una occupazione di 120 persone



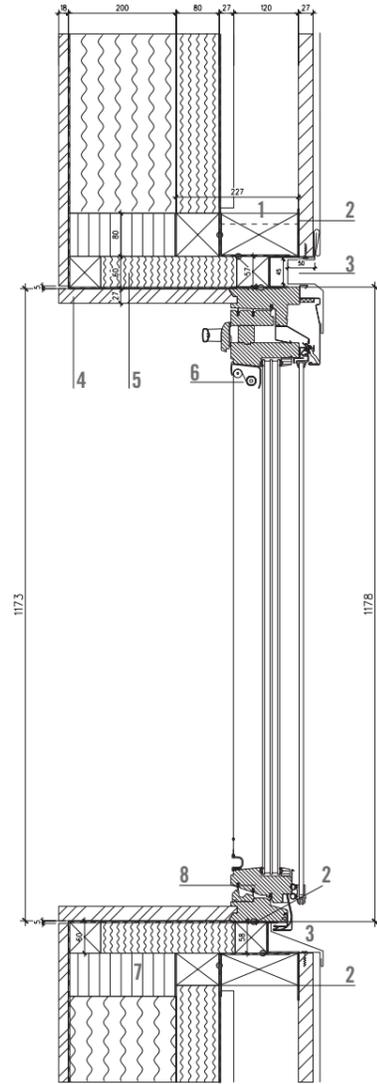
Un particolare del rivestimento esterno del rifugio, con i pannelli fotovoltaici.

in corrente alternata a 220 Volt. Questa corrente, se non utilizzata, può essere immagazzinata in batterie. Quando la tensione elettrica di uscita supera i bisogni e le batterie sono cariche, l'energia dei pannelli fotovoltaici viene scaricata in un serbatoio di stoccaggio di acqua (2000 litri) tramite una resistenza elettrica di 6 kW. Tutti gli apparecchi illuminanti sono del tipo a risparmio energetico: lampade a fluorescenza compatte, fluorescenti o a LED.

L'energia termica, in condizioni favorevoli, è fornita per circa l'86% da 54 metri quadrati di collettori solari termici collocati ai piedi del rifugio sulla roccia. Orientati a sud e inclinati di circa 60° rispetto alla linea orizzontale, garantiscono il 100% della produzione di acqua fredda (dallo scioglimento della neve) e una parte dell'acqua calda sanitaria. Il resto della produzione termica di ACS è garantito in modo variabile dall'unità di cogenerazione a biomassa.



Stima e ripartizioni dei bisogni termici ed elettrici del rifugio



- 1 travetto dentellato
- 2 nastro di tenuta autocollante
- 3 lamiera in inox di rivestimento
- 4 pannello 3 strati (27 mm) sulla spalletta della finestra
- 5 isolamento in fibra di legno (60 mm)
- 6 oscurante
- 7 traverso in lamellare (80x200 mm)
- 8 infisso legno-alluminio



I serbatoi dell'acqua derivante dallo scioglimento della neve.

INVOLUCRO

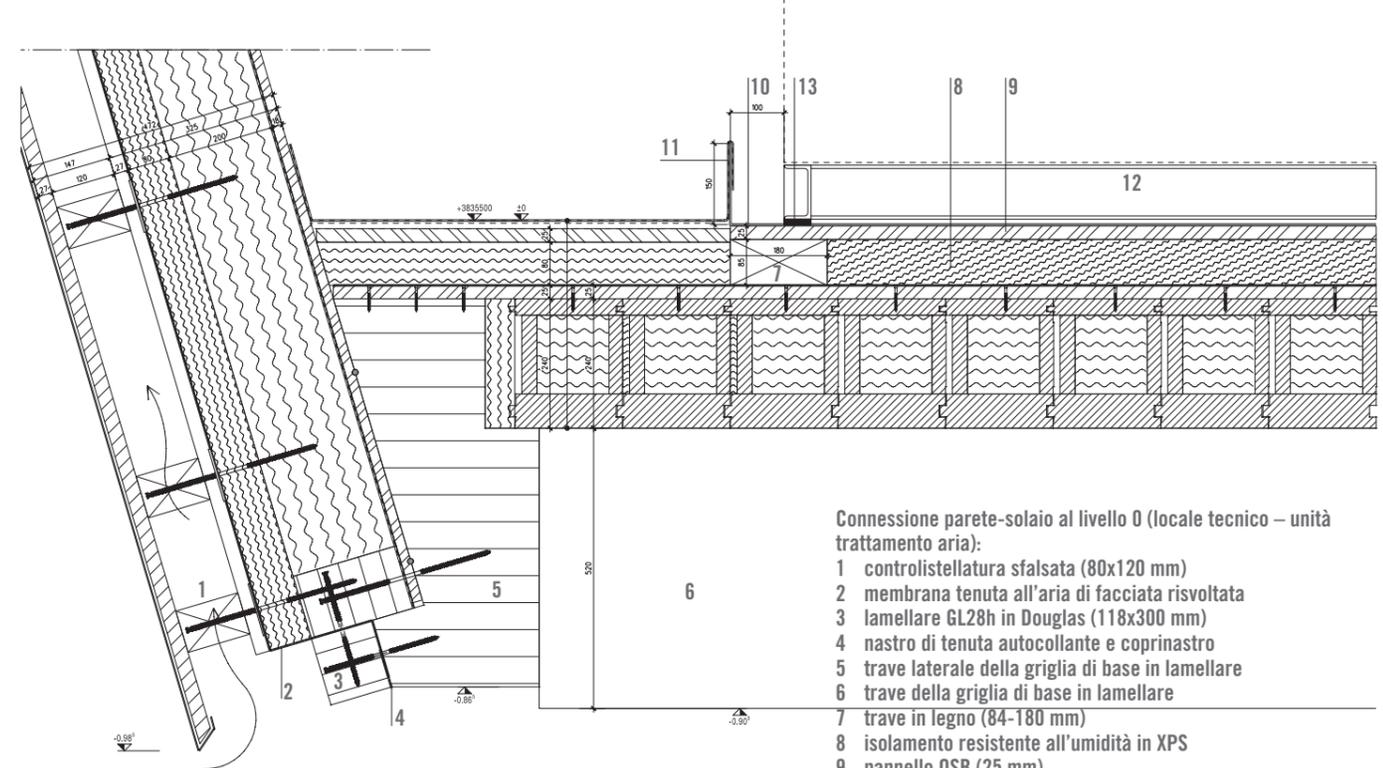
trasmissione media elementi costruttivi
 pareti esterne, $U = 0,142 \text{ W/m}^2\text{K}$
 solaio controterra, $U = 0,188 \text{ W/m}^2\text{K}$
 copertura, $U = 0,139 \text{ W/m}^2\text{K}$
 serramenti, $U_w \leq 1 \text{ W/m}^2\text{K}$

IMPIANTI

VMC
 a doppio flusso con scambiatore di calore
fotovoltaico
 95,5 m²; 5.292 kWh/(15 giugno - 23 settembre)
solare termico
 54 m²; 17.836 kWh/(15 giugno - 23 settembre)
cogenerazione con olio di colza
 elettricità 13,3 kW; calore 30 kW
trattamento delle acque
 grigie, cucina, servizi igienici



A sinistra, in bianco, l'unità di trattamento dell'aria nel locale tecnico al piano terra; in blu, la macchina di cogenerazione a olio di colza.



Connessione parete-solaio al livello 0 (locale tecnico – unità trattamento aria):

- 1 controlistellatura sfalsata (80x120 mm)
- 2 membrana tenuta all'aria di facciata risvoltata
- 3 lamellare GL28h in Douglas (118x300 mm)
- 4 nastro di tenuta autocollante e coprinastro
- 5 trave laterale della griglia di base in lamellare
- 6 trave della griglia di base in lamellare
- 7 trave in legno (84-180 mm)
- 8 isolamento resistente all'umidità in XPS
- 9 pannello OSB (25 mm)
- 10 cassa in acciaio in rilievo
- 11 sovrapposizione tenuta all'aria
- 12 sostegno in gomma sotto i profili a U
- 13 struttura metallica dei profili di base

Solaio, dall'estradosso:

- rivestimento
- pannello OSB (25 mm)
- isolante in lana di roccia alta densità (80 mm)
- guaina bituminosa termosaldata
- pannello OSB (25 mm)
- elemento scatolare prefabbricato in legno per solai (h 240 mm) con isolamento in fibra di legno



A sinistra, due fasi della realizzazione del solaio contro terra. Nell'immagine a lato, la posa delle travi di bordo in legno lamellare sulle fondazioni in c.a.; in basso, si procede con la realizzazione del solaio vero e proprio. Qui sotto, il rifugio in una fase avanzata dei lavori; si stanno posando i moduli fotovoltaici in copertura.



QEB – Qualité Environnementale des Bâtiments

Il QEB raggruppa una serie di strumenti che conducono alla certificazione HQE® e corrisponde a un percorso globale di sviluppo sostenibile che consente di ottimizzare la progettazione e le strutture degli edifici in modo più salubre, confortevole e a basso impatto ambientale. Il HQE® è strutturato in base a 14 obiettivi raggruppati in quattro famiglie al fine di controllare l'impatto del progetto sull'ambiente esterno; le categorie sono: *sito e cantiere*, *gestione* (energia, acqua, rifiuti, manutenzione), *comfort* (termico, acustico, visivo, olfattivo) e *salubrità*.

I livelli di prestazione raggiungibili per ognuno dei 14 obiettivi sono tre: *Base*, il livello minimo accettabile per la valutazione QEB, conforme alle norme; *Performante*: corrispondente alle buone pratiche; *Molto Performante*: il livello misurato rispetto alle prestazioni massime ottenute da interventi ad alta qualità ambientale.

Il profilo minimo QEB si ottiene, se si soddisfano 3 obiettivi al livello Molto Performante, 4 obiettivi al livello Performante e 7 obiettivi al livello Base.