

Alta qualità, bassa energia

Edilizia residenziale in classe A+ a Ferrara

Silvia Brunoro

Scelte costruttive e architettoniche di elevato livello per un intervento coerente con le politiche di contenimento dei consumi energetici della regione Emilia Romagna, che ha da poco promulgato la legge regionale sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione in vigore dal 1° luglio 2008



La centralità delle politiche di governo sul rendimento energetico quale strumento di tutela dell'ambiente e orientamento dello sviluppo secondo una direzione sostenibile fa ingresso, a pieno titolo, anche nel settore dell'edilizia italiana, dopo la spinta in tale senso alimentata dalla normativa comunitaria.

Dopo il recepimento sul territorio nazionale del d.lgs. 311/2006, la recente entrata in vigore dell'*Atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici* della regione Emilia Romagna sancisce in via definitiva la volontà delle singole regioni di disciplinare le procedure di certificazione, definendo e applicando una metodologia di calcolo del rendimento energetico degli edifici.

Questa rivoluzione silenziosa che attraversa il settore delle costruzioni, sta sensibilmente modificando sia il modo di costruire che la "tecnologia invisibile", ovvero quel sistema di operazioni legate all'organizzazione e alla gestione del cantiere.

In tale contesto si inserisce la realizzazione del primo edificio residenziale in classe A+ dell'Emilia Romagna secondo il protocollo CasaClima, un progetto essenziale concepito

per non sprecare nulla nello spazio, nell'energia, nella manutenzione; un modello razionale e funzionale che, attraverso i volumi nitidi, gli spazi accoglienti e qualitativi, offre al fruitore un *habitat* dotato del massimo comfort.

Il *concept* di progetto è ottimizzato da un involucro bioclimatico con strutture a secco in grado di ridurre i consumi energetici nella fase di realizzazione, manutenzione e gestione dell'edificio, garantire elevatissime prestazioni termoacustiche e di resistenza al fuoco, oltre che un ottimo sfasamento termico (16-18 ore).

Principi di progetto. Soluzione planimetrica e architettonica

Il complesso abitativo bifamiliare, situato nella prima periferia della città di Ferrara, rappresenta un'esperienza innovativa nel campo dell'edilizia padana, che da tempo immemorabile fa dell'uso delle tecnologie tradizionali, e in particolare del laterizio, il linguaggio architettonico caratterizzante.

L'intervento, in grado non solo di rispettare i requisiti previsti dalla normativa nazionale e regionale in merito alla certificazione energetica degli edifici, ma anche di rientrare nei ben più restrittivi parametri previsti

dal sistema di certificazione CasaClima, presenta un elevato grado di compatibilità e di integrazione con il contesto circostante e si inserisce nel panorama locale senza forzature né virtuosismi d'importazione montana legati all'utilizzo del sistema costruttivo legno, ma bensì con un linguaggio sobrio ed elegante.

Gli edifici sono orientati privilegiando l'esposizione solare per l'accumulo passivo invernale: gli ambienti della zona giorno, al piano terra, e della zona notte, al piano primo, hanno ampie superfici finestrate verso sud, mentre gli spazi accessori dei servizi sono collocati sul lato nord, verso la strada, e presentano aperture di dimensioni ridotte.

I volumi nord e sud di ciascuna unità sono differenziati in altezza e sfalsati fra di loro. Nel lato nord si trovano il vano di ingresso, un servizio igienico, e la scala; nel lato sud sono previsti soggiorno e cucina con ampie portefinestre verso il giardino sulla parte esterna pavimentata in corrispondenza del balcone aggettante. Le autorimesse sono ribassate di circa 70 cm rispetto alla quota della strada e sono collegate alle abitazioni da una scala interna che disimpegna verso il vano tecnico degli impianti e della centrale termica.

Un disimpegno a doppia altezza in corrispondenza dell'apertura verticale dell'ingresso ospita la scala di salita al piano primo, ove si trovano due camere da letto e un servizio igienico. Entrambi i vani si affacciano su di un terrazzo di sporgenza pari a 150 cm in legno a vista. Gli sporti dell'aggetto del terrazzo, della copertura piano primo e le aperture sui prospetti sud, est e ovest sono stati studiati in funzione dell'ottimizzazione del guadagno solare nelle diverse stagioni. Attraverso alcune simulazioni è stato possibile studiare i livelli di soleggiamento e di ombreggiamento nei diversi periodi dell'anno e nelle diverse ore della giornata.

È garantita la massimizzazione dell'apporto di luce naturale all'interno degli ambienti, con conseguente risparmio di energia elettrica, e la riduzione della quantità di calore entrante nelle stagioni primaverile ed estiva. Il volume sul lato nord presenta aperture di dimensioni ridotte per limitare le dispersioni energetiche e garantire la necessaria ventilazione naturale; qui si trovano gli ambienti di servizio e distribuzione e i locali tecnici.

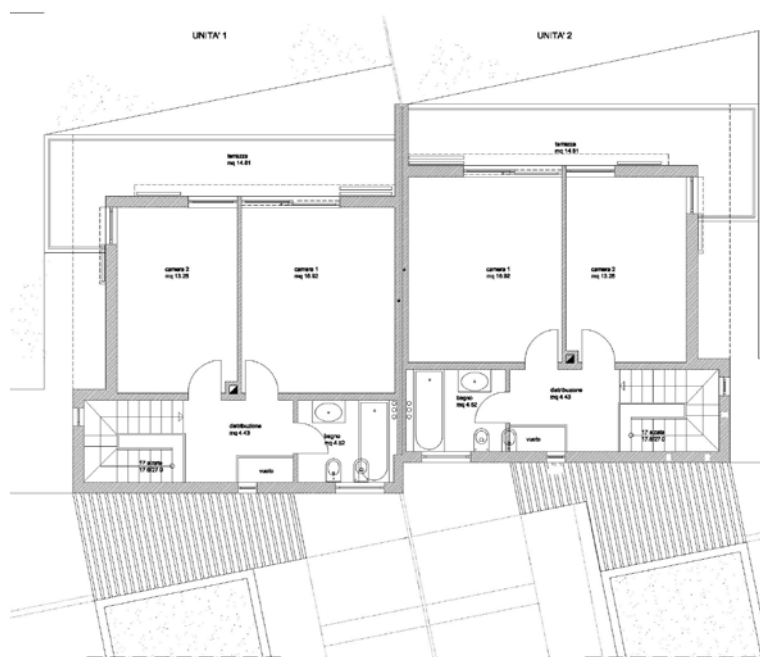
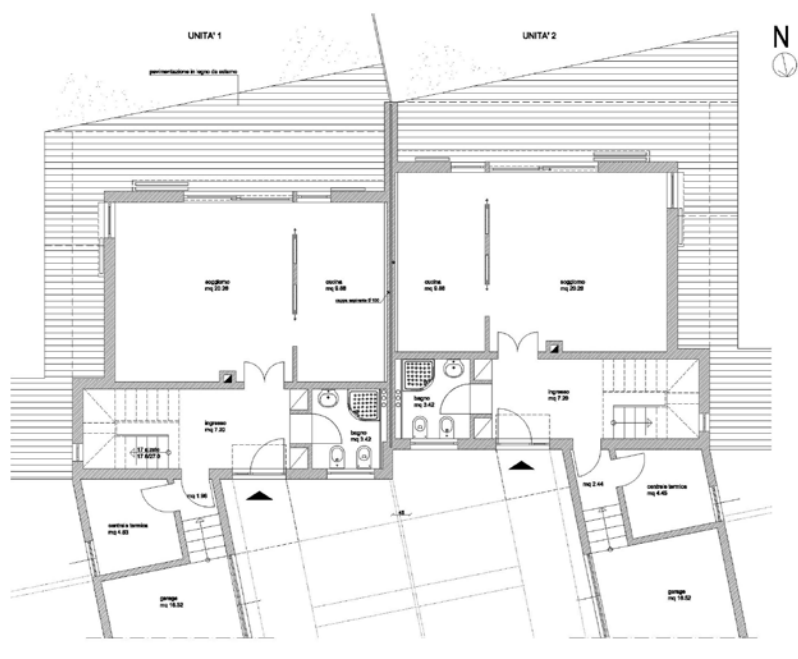
Soluzioni tecniche e costruttive

La struttura portante degli edifici è realizzata in pannelli multistrato a fibre incrociate in legno, di spessore complessivo 8,5 cm, con isolamento termico a cappotto in fibra di legno intonacata. Tale sistema costruttivo consente una serie di vantaggi sia di tipo statico che per quanto riguarda le prestazioni energetiche.

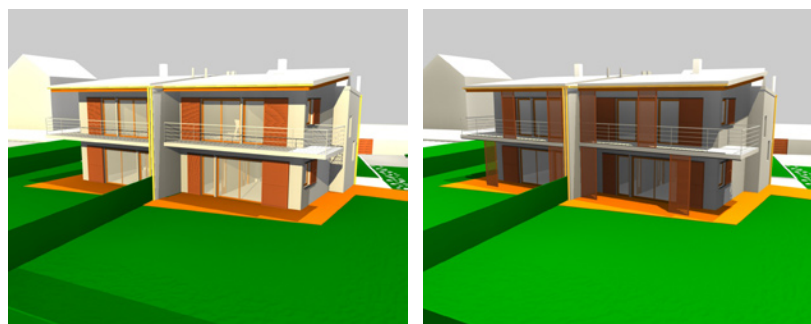
Il pannello strutturale in legno ha un peso specifico medio di circa 600 kg/m^3 e un rapporto resistenza/peso molto favorevole al miglioramento delle prestazioni statiche. Nel progetto si è tenuto conto della compattezza del volume, delle simmetrie nelle forme strutturali e della distribuzione omogenea dei carichi e dei pesi propri. Le varie componenti strutturali sono connesse fra loro da incastri e da fissaggi metallici che garantiscono duttilità e maggiore resistenza alle sollecitazioni.

Nonostante la parziale prefabbricazione, il sistema costruttivo si mostra estremamente flessibile e adattabile alle esigenze degli utenti, ed è tale da poter essere impiegato per soluzioni personalizzate *ad hoc* sulla base delle richieste della committenza. Tale principio non riguarda unicamente il sistema delle finiture, ma anche la

Piante del piano terra e del piano primo



Studio solare per la valutazione dell'ombreggiamento estivo (21 giugno ore 12) ed invernale (21 dicembre ore 12)



concezione degli spazi: la casa in legno non si configura quindi come una soluzione codificata, identica e adattabile a qualsiasi contesto, ma diviene occasione progettuale ove le esigenze di coloro che vi abiteranno si sposano con i principi dominatori del buon costruire e dell'efficienza energetica.

Dal punto di vista energetico il legno presenta già per sua natura valori di conducibilità molto bassi rispetto agli altri materiali tradizionali da costruzione; inoltre l'utilizzo di un cappotto continuo di isolamento termico consente di ottenere prestazioni energetiche a basso consumo, con una progettazione degli impianti di riscaldamento mirata all'efficienza e all'ottimizzazione delle risorse energetiche.

Caratteristica molto importante per la scelta di un materiale isolante è, oltre al valore di conduttività del materiale (λ , W/m²K) che rappresenta il parametro fondamentale per quanto riguarda l'isolamento termico in regime invernale, il fattore inerzia termica per il clima mediterraneo che fa capo a due principali proprietà del materiale: la massa o densità, (ρ , Kg/m³) e il calore specifico o capacità di accumulo termico (C, J/KgK). Materiali isolanti leggeri di sintesi come il polistirene espanso hanno ottimo potere termoisolante ma pochissime densità e inerzia, quindi poca capacità di contribuire allo sfasamento e smorzamento dell'onda termica per evitare il surriscaldamento e minimizzare i consumi per il raffrescamento estivo.

I materiali isolanti vegetali, oltre a possedere un buon potere termoisolante, hanno elevata densità e buona capacità di accumulo termico. Da questo punto di vista, le migliori prestazioni isolamento-inerzia sono ottenibili con i pannelli in fibra di legno.

Ai fini della completa ecocompatibilità della parte abitativa dell'edificio, e del raggiungimento della classe di efficienza energetica A+, nel progetto sono stati impiegati materiali con elevata compatibilità ambientale, riciclabili e biodegradabili, sia nelle componenti strutturali, che in quelle di finitura.

La stratigrafia di parete prevede, dall'esterno all'interno: un cappotto di isolamento termico in fibra di legno di 120 mm di spessore, rasato a intonaco a base minerale su rete in fibra di vetro, una parete portante



L'ampio balcone a sud, che può essere utilizzato come estensione della zona vivibile verso la campagna e che funge da sistema di ombreggiamento per la vetrata al piano terra

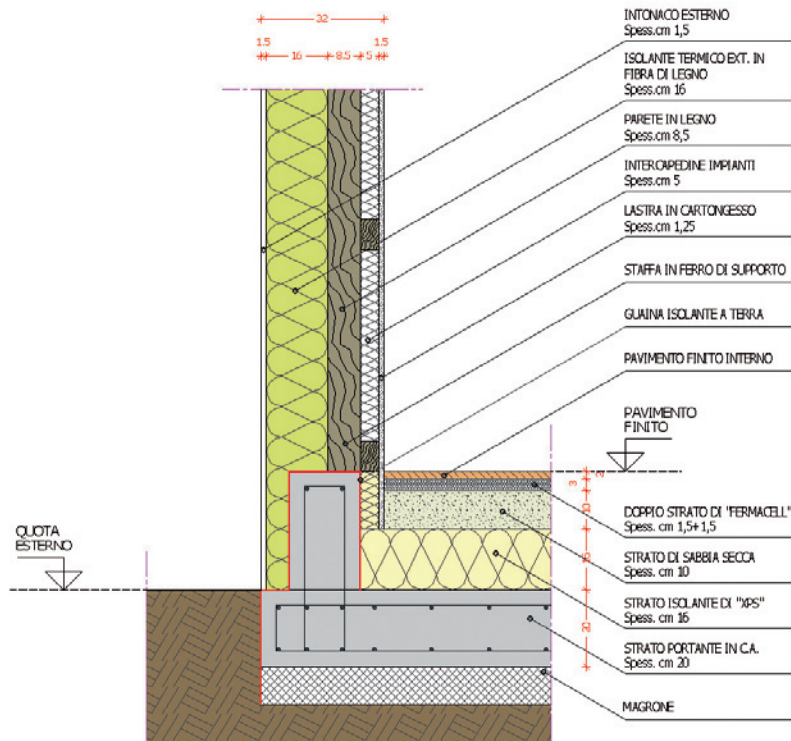


Il prospetto nord dal quale si accede all'abitazione dal fronte strada



Connessioni metalliche parete-parete e parete - solaio





Dettaglio tecnologico della chiusura verticale

Posa in opera delle pareti prefabbricate in legno lamellare di spessore 8 cm

Realizzazione del nodo di connessione tra solaio a terra in calcestruzzo e parete portante, con risvolto di guaina impermeabilizzante contro terra



Realizzazione in opera di chiusura verticale e pacchetto di solaio interpiano interamente a secco formato da: travi in legno lamellare e perlinatura in legno, guaina di tenuta all'aria, massetto in sabbia di quarzo, pannelli in fibra di legno, pannelli in gessofibra per la posa del pavimento



in legno di abete multistrato a tavole incrociate e incollate a cinque strati, un'intercapedine per integrazione impianti con lana minerale e doppia lastra in cartongesso da 24 mm totali, tinteggiature interne ed esterne con prodotti naturali e traspiranti.

Il solaio controterra è realizzato con soletta in calcestruzzo armato, isolamento in EPS di 16 cm, strato di sabbia essiccata di 10 cm a copertura degli impianti, doppio pannello in gessofibra 1.25 + 1.5 cm con integrazione di riscaldamento radiante, pavimento in ceramica posato a colla. Particolare attenzione è stata posta al nodo di connessione tra solaio a terra e parete portante, soprattutto in termini di ponte termico e di impermeabilizzazione. Per il solaio interpiano sono stati utilizzati travi in legno lamellare e perlinatura in legno, irrigidimento mediante pannello OSB, pannelli in fibra di legno, massetto a secco in sabbia essiccata, doppio pannello 12.5 + 12.5 mm in gessofibra per la posa del pavimento.

La copertura è realizzata con struttura principale e secondaria in legno lamellare e tavolato di supporto del manto in legno d'abete, isolamento termico in pannelli di fibra di legno, membrane isolanti e freno vapore traspiranti, doppia listellatura in legno per camera di ventilazione, tavolato grezzo di chiusura in legno d'abete, guaina di impermeabilizzazione traspirante e manto di copertura in lamiera di zinco-titanio Rheinzink.

La copertura del locale garage è stata realizzata con tetto verde di tipo estensivo. Tale soluzione rappresenta un valido strumento per raggiungere obiettivi di compensazione, mitigazione e miglioramento ambientale e consente di massimizzare l'inerzia termica del pacchetto di copertura.

I materiali impiegati nelle finiture interne ed esterne sono principalmente naturali quali: pavimenti in legno nazionale, posato con collanti privi di sostanze tossiche e trattato con prodotti completamente naturali, bancali e pavimenti in pietra naturale senza trattamenti con prodotti tossici, intonaci, rasanti e tinte interne ed esterne a base minerale, traspiranti ed ecologici, infissi e persiane in legno d'abete con impregnanti e vernici ad acqua.

I valori di trasmittanza termica U (W/m²K) dell'involucro, secondo i criteri

definiti dal protocollo CasaClima di Bolzano e i risultati in opera ottenuti, sono così riassumibili: pareti esterne U=0,20 (W/m²K); copertura U=0,19 (W/m²K); solaio contro terra U=0,19 (W/m²K); finestre (Uw) U=1,36 (W/m²K). Tali valori permettono di ottenere un edificio con un fabbisogno annuo di calore inferiore ai 30 Kwh/m²a.

Soluzioni impiantistiche

Nessun impianto tradizionale è stato realizzato all'interno delle abitazioni. Il riscaldamento degli ambienti è interamente affidato a una pompa di calore con sonda geotermica. Tale sistema consente di sfruttare il terreno come volano termico per il riscaldamento - raffrescamento dell'acqua circolante nell'impianto a pannelli radianti a parete e a pavimento. Al piano terra il riscaldamento radiante è integrato nel solaio, a esclusione del bagno ove per ottenere un maggior comfort e una migliore distribuzione del calore sono stati installati pannelli radianti a parete.

Il fabbisogno energetico dell'edificio è talmente ridotto che, per il solo riscaldamento, potrebbero essere sufficienti gli apporti solari e gratuiti interni.

Nel contesto climatico della nostra zona, come in generale nel clima temperato dell'Europa meridionale, che presenta caratteri diversi da quelli di riferimento - prevalentemente freddi - sui quali si basa il concetto di casa passiva, risulta predominante la valutazione del fabbisogno di raffrescamento estivo rispetto a quella del fabbisogno invernale.

Le estati sempre più calde e lunghe degli ultimi anni hanno dunque portato a dimensionare l'impianto con una netta prevalenza alle necessità di ridurre il carico termico dovuto al surriscaldamento estivo.

Al piano terra la scelta dell'impianto radiante a pavimento è dettata dalla volontà di lasciare ai futuri inquilini una maggiore libertà nella disposizione dell'arredamento.

Per gli ambienti al piano primo, ove vi è minore flessibilità e maggior vincolo rispetto alla forma degli ambienti, si è optato per il montaggio dei pannelli radianti di tipo capillare - di diametro interno 4 mm - a parete, che garantiscono una migliore uniformità di distribuzione delle temperature e un bassissimo volano termico, consentendo una regolazione microclimatica molto veloce al

variare delle condizioni esterne: una regolazione a bassa inerzia è in grado di adattarsi molto velocemente ai carichi termici presenti, evitando fenomeni di surriscaldamento per esempio nelle giornate invernali in cui il sole va e viene e nei momenti in cui il contributo solare è presente si rischierebbe di avere troppo caldo. Il controllo dell'umidità degli ambienti è garantito da un deumidificatore adiabatico, collocato sopra la rampa delle scale. Sono inoltre stati installati due collettori solari piani per abitazione, con relativi accumulatori di tipo *tank in tank*, per la produzione di acqua calda sanitaria e contributo al riscaldamento.

A seguito dell'ottimo isolamento termico e di tenuta all'aria dell'involucro esterno dell'edificio, è stato realizzato, per ogni abitazione, un impianto di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore, allo scopo di aumentare il comfort igienico degli ambienti e di ridurre i consumi energetici per il riscaldamento. Grazie a questo sistema è possibile risparmiare fino al 70% per la riduzione del riscaldamento dell'aria ricambiata dei locali mediante il controllo graduale dello scambio d'aria tra interno ed esterno. Tale sistema consente inoltre l'abbattimento dell'inquinamento acustico.

Il raffrescamento estivo degli ambienti viene conseguito mediante la sola circolazione di acqua fresca (16-17°) proveniente dallo scambiatore di calore geotermico (tecnica del *freecooling*), garantendo costi di gestione estremamente ridotti. Il compressore della pompa viene pertanto escluso da ogni attività nel periodo estivo.

Progettazione degli spazi verdi

Anche la progettazione degli spazi verdi è stata pensata nel rispetto della qualità ambientale.

Il percorso pedonale è identificato sulla strada da una pensilina aggettante impostata su setti murari arretrati a formare uno spazio antistante il cancello di ingresso; l'accesso alle due unità avviene attraversando un percorso pavimentato con blocchi in pietra naturale e cordolature perimetrali in ghiaia posata a secco; a fianco del percorso di ingresso sono previsti riquadri a verde adibiti a coltura di piante aromatiche, alternati a percorsi in ghiaia.

All'esterno sul lato nord, a fianco della rampa carrabile, sono previsti

Posa in opera della struttura portante di copertura e realizzazione di isolamento a cappotto ed intercapedine ventilata



Realizzazione di sistema di riscaldamento a pannelli radianti a pavimento e a parete interamente a secco, con pannelli di gessofibra a serpentina integrata



Tetto verde del locale garage



alcuni posti auto privati con pavimentazione in grigliato a verde; un percorso in lastre di pietra collega il parcheggio con il giardino ed immette sulla pavimentazione in assito di legno verso il lato sud.

Dati principali di progetto

Committente: Ekoproget srl

Progettisti: Arch. Mantovani, Arch. Bruzzo, Arch. Scaratti

Superficie: 120 m² abitazione, 22 m² garage per due unità

Impresa esecutrice: Ekoproget srl, www.ekoproget.it

Costo dell'intervento: costo di costruzione terreno escluso 1.800 €/m²

Tempistica: Progettazione completa nove mesi, Realizzazione un anno

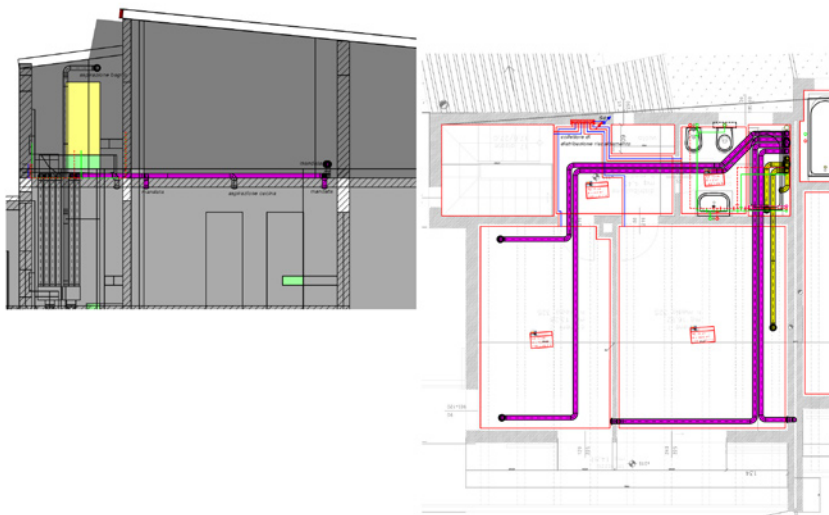
Vano impianti con serbatoio di accumulo per i collettori e pompa di calore geotermica



Collettori solari ad acqua



Schema di funzionamento dell'impianto di ventilazione meccanica



Silvia Brunoro

Architetto, dottore di ricerca in Tecnologia dell'architettura e Assegnista di ricerca presso la Facoltà di architettura di Ferrara
silvia.brunoro@unife.it