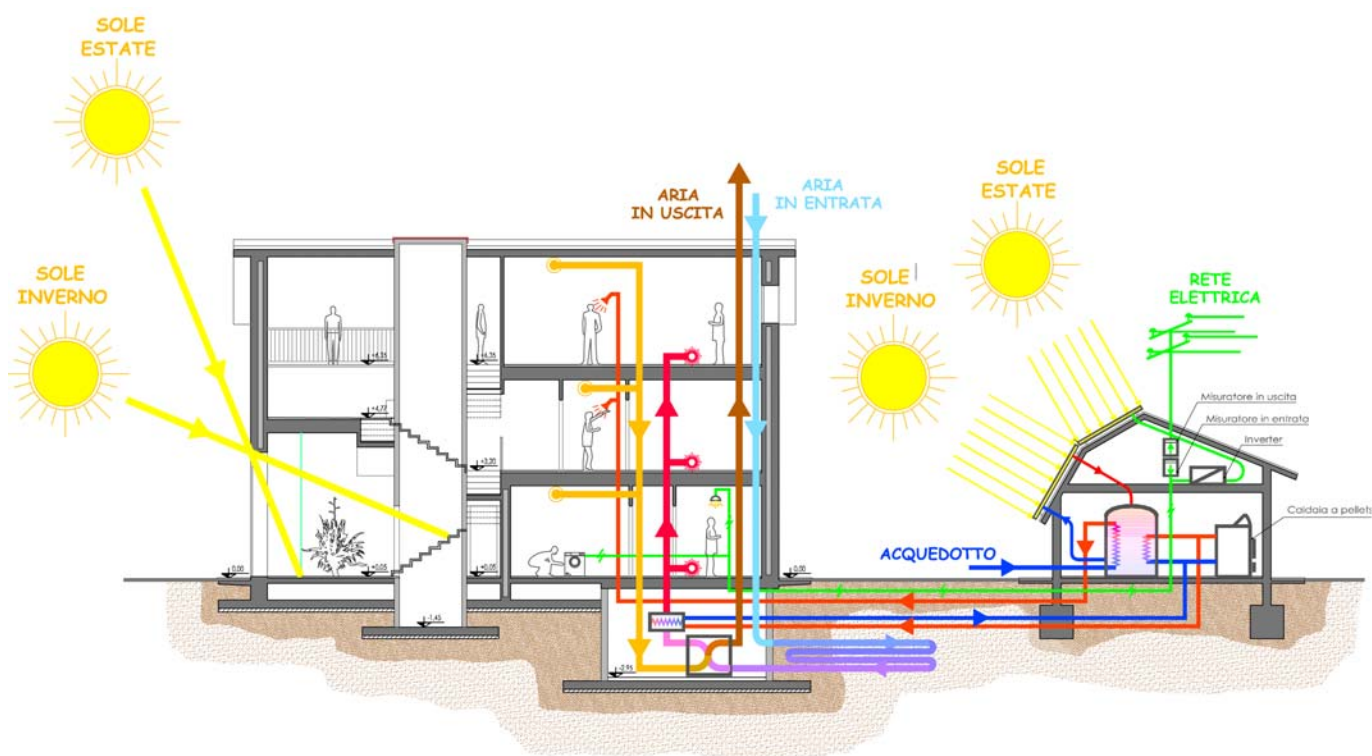


CASA AD EMISSIONI ZERO
A REGGIO EMILIA (RE)

RELAZIONE



Progettista: **Ferrari Ing. Renzo**

Via Spani, 17
(42100) Reggio Emilia (RE)

Collaborazioni: **Rinaldi Ing. Maria Giulia**

Via Moscardini, 42
(42016) Guastalla (RE)

INDICE

1) OBIETTIVI DELL'INTERVENTO.....	3
2) SISTEMA COSTRUTTIVO.....	4
STRUTTURA PORTANTE.....	4
ISOLAMENTO TERMICO	4
SUPERFICI TRASPARENTI	5
SCHERMATURE	5
3) IMPIANTI	6
IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA	6
ACCUMULATORE GEOTERMICO SUPERFICIALE	6
IMPIANTO A COLLETTORI SOLARI PER RISCALDAMENTO INVERNALE E PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA.....	7
IMPIANTO DI INTEGRAZIONE DEL RISCALDAMENTO INVERNALE FUNZIONANTE A BIOMASSE (PELLETS).....	7
IMPIANTO FOTOVOLTAICO PER LA PRODUZIONE IN REGIME DI SCAMBIO DELL'ENERGIA ELETTRICA.....	7
IMPIANTO DI RECUPERO, PER USI COMPATIBILI, DELLE ACQUE METEORICHE.....	7
4) COMFORT.....	8
MICROCLIMA ESTERNO.....	8
<i>Controllo della ventilazione e protezione dai venti invernali.....</i>	8
<i>Temperatura superficiale nel periodo estivo.....</i>	8
AMBIENTE INTERNO	8
<i>Temperatura superficiale nel periodo invernale (comfort invernale).....</i>	8
<i>Temperatura superficiale nel periodo estivo (comfort estivo).....</i>	9
<i>Qualità dell'aria.....</i>	9
<i>Benessere igrotermico</i>	9
<i>Benessere acustico.....</i>	9
5) CONSIDERAZIONI ECONOMICHE.....	10
6) CONCLUSIONI.....	10

1) OBIETTIVI DELL'INTERVENTO

La realizzazione di un progetto di una casa passiva recuperando le forme e l'impianto di un'ex casa colonica congiunta alla motivazione di realizzare un bilancio d'emissioni d'anidride carbonica in atmosfera pari a zero sono i fili conduttori che hanno ispirato il progetto.

La valorizzazione degli apporti gratuiti e l'utilizzo di fonti d'energia rinnovabili sono stati gli ulteriori elementi che hanno governato il processo progettuale, infatti, dopo aver compiuto una forte riduzione delle dispersioni attraverso l'involucro si è posta particolare attenzione a far sì che, in ogni caso, l'energia necessaria al funzionamento della casa (termica ed elettrica) derivasse esclusivamente da fonti rinnovabili.

Il maggior comfort intrinseco della costruzione è stato ottenuto attraverso la realizzazione di un pacchetto murario che ha come indicatori medio di performance :

- sfasamento dell'onda termica superiore a 10,50 ore;
- coefficiente dispersivo medio della parte opaca dell'involucro inferiore a $0,14 \text{ W/m}^2 \text{ °K}$;
- controllo idrometrico interno realizzato con un intonaco d'argilla cruda dello spessore medio di 3 cm.

L'intervento si caratterizza per i bassi consumi energetici e di consumi di acqua potabile. Particolare attenzione è stata riservata al confort, nella fattispecie al confort TERMICO, ACUSTICO, LUMINOSO e alla QUALITA' DELL'ARIA. Importante per questo intervento è la valutazione non solo dal punto di vista del confort ma anche in termini di rapporto costo/benefici.

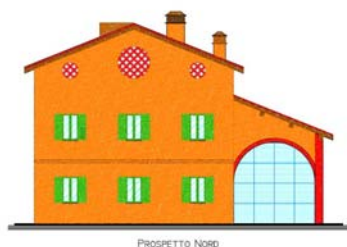
L'energia necessaria all'alloggio è stata ottenuta attraverso:

- apporti di radiazione solare attraverso ampie vetrate a Sud (sulla porta morta a formazione di serra);
- collettori solari per l'integrazione del riscaldamento e per l'acqua sanitaria;
- utilizzo di caldaie a biomassa (pellets);
- utilizzo di accumulo geotermico sia per il preriscaldamento dell'aria invernale sia, soprattutto, per il raffrescamento estivo;
- inserimento di uno scambiatore con funzione di recuperatore di energia sull'impianto centralizzato di aerazione e ricambio aria;
- l'energia solare per la produzione di energia elettrica attraverso un impianto fotovoltaico a totale copertura dei fabbisogni.

Nel prospetto riassuntivo dei bilanci energetici sono evidenziati i fabbisogni energetici specifici e la parte di contributi che saranno assicurati dalle fonti rinnovabili.

Allo scopo di "nascondere" la natura tecnologica dell'intervento che rischiava inevitabilmente di comprometterne la tipicità e l'originalità si sono adottate alcuni accorgimenti consistenti in:

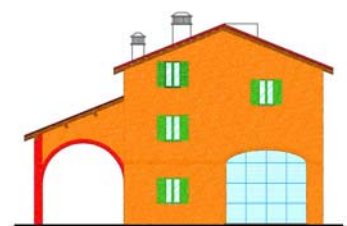
- utilizzo di veneziane all'interno di una delle camere dei tripli vetri allo scopo di non inserire brise soleil o aggetti incongrui per l'edificio;
- utilizzo di un comignolo a tetto per nascondere le prese d'aria dell'impianto centralizzato di ricambio d'aria;
- la realizzazione di un nuovo edificio, ubicato in zona decentrata, avente la funzione principale di locale tecnico per assolvere alle seguenti funzioni:
 - realizzazione di centrale termica ospitante l'accumulo dell'impianto solare, la caldaia a pellets e l'accumulo (serbatoio per solidi granulari a gravità) dei pellets;
 - sulla copertura in direzione sud (la casa ha direzione sud-ovest e la falda inclinata direzione sud-est) con inclinazione 60° verranno posizionati i collettori per riscaldamento e produzione acqua calda aventi una superficie complessiva di 30m^2 ;
 - sulla copertura in direzione sud (la casa ha direzione sud-ovest e la falda inclinata direzione sud-est) con inclinazione 30° verranno posizionati i pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica aventi una superficie complessiva di 30m^2 ;
 - realizzazione di autorimesse per n° 4 posti auto come richiesto quale standard per l'intervento.



PROSPETTO NORD



PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD



PROSPETTO EST

2) SISTEMA COSTRUTTIVO

Struttura portante

La struttura portante dell'edificio è caratterizzata dai seguenti elementi salienti:

- murature perimetrali e portanti: utilizzo di un sistema costruttivo organizzato su una maglia spaziale a formazione di cassero utilizzando come casseri a perdere fogli di EPS con la doppia funzione di isolamento termico-acustico. Pertanto la parte staticamente attiva risulterà essere il guscio armato dello spessore di 15cm che forma il nucleo centrale del pacchetto;
- i solai saranno caratterizzati da elementi compositi in EPS ed acciaio con getto di completamento dello spessore di 5 cm;
- la copertura sarà realizzata con la stessa tipologia di solaio come al punto precedente.

La trama di cui è costituito il pannello assolve a tre funzioni fondamentali:

- 1) da un lato riceve al suo interno, in spazi specifici a questi dedicati, i materiali isolanti a seconda delle caratteristiche che la muratura dovrà assolvere e a quelle che sono le esigenze del progettista e/o committente;
- 2) inoltre, all'interno dello spazio vuoto generato dall'inserimento dei materiali isolanti-cassero, riceverà in cantiere le armature supplementari ed il calcestruzzo quale materiale strutturale;
- 3) infine, esegue la funzione di supporto o di ancoraggio per i materiali di finitura.



Isolamento termico



Ai fini del risparmio energetico è opportuno che l'edificio sia adeguatamente isolato in modo da minimizzare le dispersioni nel periodo invernale.

Dal punto di vista tecnologico sull'edificio sarà dotato di un involucro avente un notevole isolamento termico specializzato sulle diverse funzioni allo scopo di massimizzarne i vantaggi.

Tutto ciò è stato raggiunto grazie a precise scelte progettuali che, nell'ambito del contenimento dei consumi energetici per riscaldamento, sono state attuate attraverso:

- 1) l'introduzione del Sistema di isolamento termico esterno a formazione di cappotto per le pareti verticali in EPS (è stato utilizzato questo tipo di materiale perché è obbligato dal sistema costruttivo in quanto funziona come cassero a perdere) dello spessore di 20cm e di uno strato interno dello spessore di 10 cm ($U=0,102\text{kW/m}^2\text{ k}^\circ$)
- 2) la realizzazione di isolamento termico esterno della copertura con pannelli di isolante a fibre di legno di diversa densità $2\text{cm } 240\text{kg/m}^3 + 8\text{cm } 160\text{kg/m}^3 + 2\text{cm } 240\text{kg/m}^3$ ($U=0,18\text{kW/m}^2\text{ k}^\circ$)
- 3) la riduzione dei ponti termici, attraverso l'uso del cappotto isolante esterno e di particolari accorgimenti utili ad eliminare eventuali ponti termici causati dall'interruzione della continuità del materiale.

Per quanto poi concerne la risposta delle superfici esterne all'onda termica estiva ed in particolare all'irraggiamento solare essa è classificabile come "buona" a norma dell'Atto di indirizzo e certificazione energetica approvato dalla Regione Emilia Romagna il 3 marzo 2008 utilizzando il calcolo previsto dalla UNI EN ISO 13786 si hanno i seguenti risultati:

- 1) le pareti perimetrali hanno uno sfasamento superiore a 10 ore ed un indice di attenuazione pari al 98%;
- 2) la copertura ha uno sfasamento superiore a 10 ore ed un indice di attenuazione pari al 96%.

Superfici trasparenti

Le superfici vetrate sono state studiate per ottimizzare l'apporto di energia solare all'interno dei locali minimizzando le perdite (guadagno).

A sud è stata collocata una grande vetrata a formazione di serra protetta dal soleggiamento estivo tramite arretramento nel corpo fabbrica.

Attraverso questa vetrata, funzionante da serra solare solo nel periodo invernale, si è calcolato di ottenere una copertura di circa il 30% del fabbisogno termico invernale che sarà trasferito attraverso il vano scala, per moti convettivi, ai piani superiori di tutta la casa.

Il grado di isolamento dei componenti vetrate sarà inferiore a $0,80\text{ kW/m}^2\text{ k}^\circ$ ed avranno le seguenti caratteristiche di massima:

- parte vetrata costituita da a triplo vetro con trattamento bassoemissivo su due di essi ed i intercapedini saturate con gas argon;
- i telai saranno del tipo a due strati con struttura in legno ed alluminio quest'ultimo a taglio termico e con celle isolate per migliorare sensibilmente le caratteristiche di isolamento.

Schermature

Le schermature solari hanno un ruolo fondamentale nel controllare l'ingresso della radiazione solare in ambiente e quindi nell'evitare nel periodo estivo il surriscaldamento dell'aria nei locali interni. In generale devono:

- consentire la penetrazione in ambiente della radiazione solare durante l'inverno
- impedire la penetrazione in ambiente della radiazione solare durante l'estate

Per attuare questi due concetti sono state attivate una serie di strategie volte a far penetrare all'interno dell'abitazione la maggior parte della radiazione solare nel periodo invernale ed invece limitandola il più possibile nel periodo estivo ed in particolare:

sul lato sud-ovest:

- la vetrata principale a formazione della serra solare è stata arretrata di circa 1,50 cm allo scopo di massimizzare l'apporto invernale e di limitare la penetrazione estiva, inoltre la vetrata, fino ad un'altezza di 2,00 metri verrà dotata, all'interno dell'intercapedine esterna, di veneziana motorizzata servoassistita da orologio elettronico e da crepuscolare per la gestione automatizzata della chiusura e dell'apertura;
- le altre finestre presenti su questo lato saranno dotate di analoga veneziana motorizzata;

sul lato nord-ovest:

- valorizzazione del portico presente affinché si realizzi un ombreggiamento estivo;
- le finestre non prospettanti sotto il porticato saranno dotate di veneziana motorizzata;

sul lato nord-est:

- le poche finestre presenti, considerato che saranno solo marginalmente interessate nelle ore del mattino dalla presenza di sole, non saranno dotate di alcun dispositivo di protezione;

sul lato sud-est:

- le finestre saranno dotate di veneziana motorizzata.

3) IMPIANTI

Impianto di ventilazione meccanica

Una corretta ventilazione dei locali interno nel periodo estivo è fondamentale per mantenere un adeguato livello di comfort termico. E' necessario creare una corrente d'aria controllata in modo da raffrescare le superfici interne. In generale il flusso d'aria deve entrare dal basso e uscire dall'alto.

L'alloggio principale sarà dotato di un impianto di aerazione forzata dotato di:

- scambiatore, efficienza 75% che permette il recupero dell'energia termica dell'aria che altrimenti andrebbe dispersa;
- accumulatore geotermico superficiale per il preriscaldamento dell'aria in entrata nel periodo invernale ed il raffreddamento dell'aria in entrata nel periodo estivo.

Accumulatore geotermico superficiale

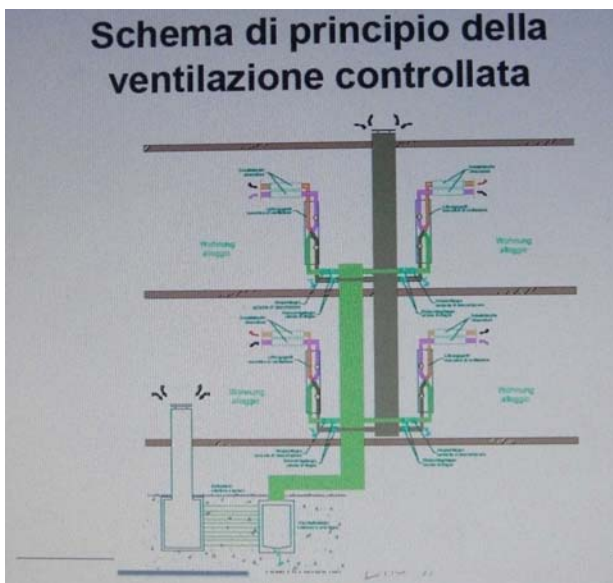
La capacità termica del terreno posto ad una certa profondità sommato alla sostanziale stabilità di temperatura attorno ai valori medi annuali (12-14 °C) costituiscono un naturale accumulatore termico.

Le funzioni di quest'ultimo sono:

- *attenuare le oscillazioni di temperatura dell'aria in entrata (preriscaldamento invernale e raffreddamento estivo);*
- *disaccoppiare l'andamento stagionale incorporando calore nei periodi estivi per restituirla nei periodi più freddi e viceversa.*

Le prestazioni del sistema di accumulo dipendono da:

- *profondità ed estensione della massa di accumulo (nel nostro caso la profondità è di circa 3,00 m);*
- *la posizione che nel caso in esame è situata a nord dell'abitazione potendo in questo modo sfruttare l'ombra della casa come ulteriore elemento che mantiene il terreno a temperatura più fredda, infatti nel caso proposto l'apporto ricercato è quello di raffrescare nel periodo estivo.*



Impianto a collettori solari per riscaldamento invernale e produzione di acqua calda sanitaria

L'intero edificio verrà riscaldato facendo ricorso massiccio al calore captato attraverso collettori solari per una superficie di 30 mq.

L'impianto che si avvale di due grandi accumulatori tende a realizzare un bilanciamento fra l'energia immagazzinata nei momenti di maggior soleggiamento e l'uso che si sviluppa durante tutta la giornata anche nei momenti di assenza della radiazione solare (notte o nuvolosità).

Allo scopo di avere il migliore risultato di apporto invernale l'impianto prevede un'inclinazione dei pannelli di 60° sull'orizzonte e perfettamente orientati verso sud.

Impianto di integrazione del riscaldamento invernale funzionante a biomasse (pellets)

Per garantire la fornitura di energia termica anche in periodi particolarmente rigidi e/o con assenza prolungata di radiazione solare si sono inserite due caldaie d'integrazione funzionanti a pellets di legno.

Tali caldaie avente un ciclo del tutto automatizzato sono in grado di sopperire a improvvise quanto imprevedibili richieste di energia termica.

L'uso di caldaie funzionanti a biomasse hanno un effetto considerato nullo di immissione di anidride carbonica in atmosfera constatato che detto materiale deriva dalla captazione attraverso la funzione clorofilliana di una eguale quantità di anidride carbonica dall'aria.

Impianto fotovoltaico per la produzione in regime di scambio dell'energia elettrica

La produzione dell'energia elettrica necessaria al funzionamento della casa sarà garantita da pannelli fotovoltaici collegati alla rete di trasmissione elettrica in regime di scambio.

L'estensione dei pannelli prevista è di 30m² la quale potrà garantire la produzione annua di circa 5700kWh sufficiente per coprire tutti i consumi previsti.

I pannelli saranno del tipo a silicio policristallino ed inclinati rispetto all'orizzontale di 30°.

Impianto di recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche

L'intervento prevede un impianto di recupero ed utilizzo delle acque meteoriche il cui dimensionamento e lo schema di funzionamento sono allegati alla presente relazione.

Il requisito è convenzionalmente soddisfatto se vengono predisposti sistemi di captazione, filtro e accumulo delle acque meteoriche provenienti dal coperto dell'edificio e se, con apposita rete duale, vengono consentiti usi compatibili delle acque meteoriche. Le verifiche comprendono la descrizione dettagliata dell'impianto, metodi di calcolo per il dimensionamento della vasca di accumulo, una soluzione conforme per la realizzazione del sistema di captazione, accumulo e filtro.

4) COMFORT

Microclima esterno

Controllo della ventilazione e protezione dai venti invernali

Il risparmio energetico per la climatizzazione invernale si realizza anche attraverso la protezione (con elementi architettonici o vegetazionali esterni) delle pareti dell'organismo edilizio più esposte ai venti invernali.

La verifica progettuale ha definito che l'area interessata dalla costruzione è soggetta, nel periodo invernale (da novembre a febbraio), a venti prevalenti provenienti dal quadrante ovest-nord-ovest.

In considerazione dei dati climatologici si è provveduto a realizzare una barriera vegetazionale sui lati nord e ovest costituita da siepe sempreverde di ligustro e da una doppia cortina di pioppi cipressini quale elemento frangivento.

Pur essendo alberi a foglia caduca la folta chioma di rami di cui sono dotati gli alberi funziona anche da elemento regolatore del microclima esterno come pure è in grado, visto lo sviluppo verticale e folto su tutto il fusto, di offrire protezione dai venti freddi invernali

Temperatura superficiale nel periodo estivo

La zona si caratterizza per venti prevalenti provenienti nella stagione estiva da Est Nord Est.

Il filare di alberi posti ad Est offrono poca resistenza al passaggio della brezza, ma in compenso sono provvisti di folta chioma per un buon ombreggiamento.

Per migliorare e mitigare la temperatura dell'aria si è collocata una cortina di alberi a foglia caduca nella zona a Nord su più filari ed a Est.

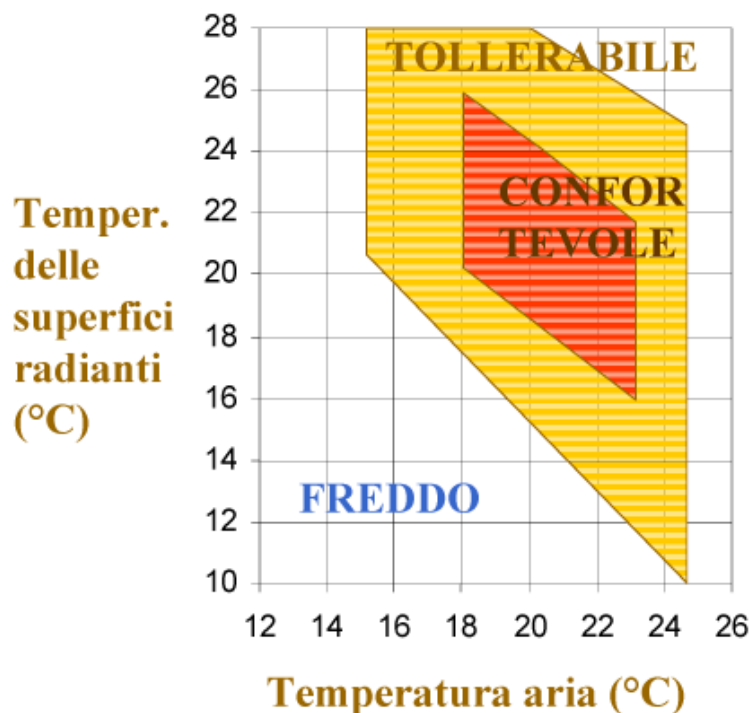
Gli stessi elementi verdi funzionano anche da elemento regolatore del microclima esterno, in quanto sono in grado di ombreggiare l'edificio durante la stagione più calda. L'ombreggiamento fornito dagli elementi verdi è stato "calcolato", come si fa per quello degli edifici, tramite il metodo geometrico del tracciamento orario dei profili delle ombre portate sia in orizzontale che in verticale.

La relativa vicinanza all'edificio dei due filari a Est ed a Ovest protratti in avanti verso Sud fino a formare un cono d'ombra circa a 45° consente di avere un buon ombreggiamento dell'edificio praticamente tutto il giorno e prevalentemente importante nelle ore del mattino e del tardo pomeriggio.

Ambiente interno

Temperatura superficiale nel periodo invernale (comfort invernale)

La percezione della temperatura in attività sedentarie



**L'ISOLAMENTO
CONSENTE DI
ABBASSARE LE
TEMPERATURE
DELL'ARIA
AMBIENTE:**

**UN GRADO IN
MENO = 6% DI
RISPARMIO**

Per contribuire al benessere igrotermico degli utenti si propone di contenere la differenza tra la temperatura dell'aria interna degli spazi (vani) e la temperatura delle superfici che li delimitano (pareti, soffitti e pavimenti) nonché di contenere le differenze di temperatura tra le superfici delimitanti lo stesso spazio, di evitare eccessivo surriscaldamento o raffreddamento delle superfici, tra l'altro prevenendo anche la formazione di umidità superficiale non momentanea (condensa).

Un'elevato grado di isolamento unito ad una buona inerzia termica nel periodo invernale consente di:

- limitare le variazioni di temperatura dell'aria interna, con conseguente miglioramento del comfort;
- limitazione delle necessità di aumentare la temperatura dell'aria interna con conseguente risparmio energetico;
- migliorare l'utilizzo degli apporti solari gratuiti
- migliorare l'utilizzo degli apporti interni ed esterni.

Temperatura superficiale nel periodo estivo (comfort estivo)

L'inerzia termica determina la capacità dei materiali di attenuare e ritardare l'ingresso in ambiente dell'onda termica dovuta alla radiazione solare incidente sull'involucro edilizio. Essa dipende dallo spessore del materiale, dalla capacità termica e dalla conduttività.

Un'elevata inerzia termica nel periodo estivo consente di:

- limitare le variazioni di temperatura dell'aria interna, con conseguente miglioramento del comfort;
- mitigare l'entrata di calore per irraggiamento solare sulle superfici esposte;
- risparmio energetico attraverso un uso moderato degli impianti di condizionamento e/o raffrescamento estivo;
- diminuire la trasmittanza termica (U) dell'involucro.

Si allegano alla presente relazione le schede di calcolo della capacità dei paramenti esterni di sfasare ed attenuare l'onda termica e di classificarli in relazione alla tabella allegata alla delibera regionale.

Qualità dell'aria

La qualità dell'aria immessa nei locali proverrà direttamente dall'esterno e verrà prelevata a livello del tetto, mentre l'aria viziata verrà prelevata dai locali: cucina e bagni e verrà convogliata all'esterno a livello del tetto.

Per l'alloggio secondario il ricambio dell'aria sarà di tipo naturale.

Benessere igrotermico

Il controllo dell'umidità interna avverrà attraverso l'utilizzo di uno strato di intonaco a base argilla cruda.

Un intonaco di argilla, contribuisce a mantenere l'umidità costante, aumentando notevolmente il livello di comfort rendendo il microclima abitativo più piacevole e sano. Ostacola inoltre la formazione della polvere e fornisce un validissimo contributo alla prevenzione di raffreddori e influenze, nonché di allergie ed asma.

È dimostrato che i primi 15-20 mm di parete (ovvero lo strato di intonaco interno) sono fondamentali nella determinazione della qualità del microclima interno allo spazio abitato.

L'argilla infatti, assorbendo o emanando velocemente l'umidità a seconda della necessità, mantiene l'umidità relativa dell'ambiente a valori ideali e costanti.

Esperimenti dimostrano che un intonaco di argilla è in grado di assorbire una quantità di acqua da 4 a 10 volte maggiore rispetto ad un comune intonaco di malta bastarda.

La tabella riporta la quantità (espressa in grammi) di acqua assorbita dallo strato superficiale di parete (15 mm) della dimensione di 1m².

I dati sono relativi ad un aumento in 48 ore dell'umidità relativa dal 50% al 80%.

Materiale	Grammi di acqua assorbita da 1mq (spessore 15 mm)
Intonaco di terra cruda	300
Arena calcarea	100
Rivestimento di abete rosso	100
Intonaco di malta bastarda	26-76
Mattoni crudi	10-30

Benessere acustico

Il sistema costruttivo adottato che alterna strati a massa specifica rilevante intercalati da strati isolanti avente massa notevolmente inferiore oltre ad avere un modulo elastico trascurabile consente una barriera notevole alla trasmissione del rumore per propagazione attraverso le strutture murarie sia verticali che orizzontali.

La massa specifica notevole rappresentata da spessori di cemento armato rilevanti inglobati in una matrice di isolanti fa sì che l'energia sonora non riesca agevolmente a propagarsi consentendo un benessere acustico veramente notevole accentuato dalle buone capacità superficiali ad assorbire l'onda sonora interna rappresentata dall'intonaco a base di argilla cruda.

5) CONSIDERAZIONI ECONOMICHE

Un'attenzione particolare è stata posta al contenimento dei costi di costruzione secondo questo schema:

- riduzione del costo strutturale utilizzando murature realizzate in cemento armato e cassero a perdere in polistirolo (spessore del polistirolo e dei pannelli di lana di legno 30 cm mentre del calcestruzzo 15 cm) preparate in stabilimento e montate e gettate in opera (costi inferiori del 18% rispetto ad una realizzazione tradizionale, sia per i minori costi di manodopera, sia per i minori costi dei materiali);
- riduzione del costo impiantistico attraverso un solo impianto di climatizzazione costituito dall'impianto di ventilazione con recuperatore, infatti, l'impianto di ventilazione equipara in costo quello di un impianto a pannelli radianti a pavimento;
- contenimento dei costi per la realizzazione dei restanti impianti all'interno del 40% dei costi complessivi per la realizzazione di:
 - collettori solari;
 - accumulo geotermico;
 - caldaia a biomasse;
 - pannelli fotovoltaici.

Dalle analisi economiche si può affermare che la costruenda casa costerà circa il 22%-25% in più rispetto ad una casa tradizionale ne consegue che il pareggio (Break-even). sui maggiori costi di costruzione rispetto ai costi di gestione inferiori di circa il 3% si avrà in 7-8 anni.

6) CONCLUSIONI

L'esigenza e la volontà mostrata dal committente di realizzare una casa a così forte valenza ambientale è stata concretizzata arrivando a proporre questo progetto che come si è detto realizza, a nostro avviso, una prima risposta di una casa in completa armonia con l'ambiente circostante.

Occorre ribadire di nuovo che quest'edificio, è a tutti gli effetti, un esempio di realizzazione di un edificio di tipo passivo ed ad emissioni di CO₂ pari a zero.

Vuole essere quindi testimonianza concreta della realizzabilità a costi accessibili di questi principi, grazie al fatto che le più recenti scoperte tecnologiche sono ormai disponibili sul mercato a prezzi contenuti.

Ovviamente, si tratta di un intervento nel suo complesso non tradizionale, tuttavia, a fronte di questa spesa iniziale, si avranno notevoli benefici nel corso del tempo.

Benefici sia in termini di risparmio economico sia di risorse energetiche, ma anche di comfort abitativo che si possono elencare in:

- benefici economici, perché così facendo, ogni anno si risparmierà fino al 90% sulle spese di riscaldamento;
- benefici a livello ambientale, perché consumando meno combustibile e per la parte mancante totalmente sostituito da biomasse si ha l'azzeramento delle immissioni di gas climalterni in atmosfera;
- comfort abitativo, perché maggiore attenzione è stata posta al confort termico, acustico, luminoso, olfattivo e alla qualità dell'aria.

