



QUESTO VOLUME
È RACCOMANDATO
DA WWF ITALIA

ADRIANO PAOLELLA

ARCHITETTURA SOSTENIBILE E LATERIZIO

35 PROPOSTE NEL MONDO

CRITERI, TECNICHE, ESEMPI



Quartiere residenziale "San Pietro"

Pieve di Cento (Bologna), Italia, 1998-2008

Angelo Mingozzi

Attraverso una progettazione integrata, dalla scala insediativa a quella di dettaglio, volta al raggiungimento di definiti obiettivi di sostenibilità fissati, l'intervento di case a schiera nel quartiere "San Pietro" si pone quale cerniera tra ambito urbano e rurale, definendo spazi abitativi integrati con l'ambiente naturale. Il verde è concepito come elemento unificante del progetto, sia a livello percettivo sia funzionale. L'infilata di alberi lungo la strada principale del comparto, del quale costituisce l'asse portante, definisce un cono visivo verso la campagna, che, dall'interno dell'edificio a corte situato a ovest del comparto, si apre verso est concludendosi con una zona di verde sportivo. Specie arboree e arbustive sono scelte e posizionate in funzione della potenzialità di ombreggiamento e raffrescamento di percorsi ed edifici: filari di alberi lungo i percorsi interni, siepi e pergolati, che segnalano gli ingressi ai lotti, integrano il verde urbano alla campagna circostante, dove il macero esistente viene alimentato dalle acque meteoriche del quartiere.

La disposizione dei lotti e il dimensionamento in altezza degli organismi edilizi mirano a ottimizzarne l'esposizione al sole, in particolar modo durante la stagione invernale: tutti gli edifici volgono le spalle alle strade, cioè a nord, in difesa dai rigori invernali e dall'inquinamento acustico e atmosferico dovuto al traffico veicolare, e si aprono a sud, per beneficiare di luce e calore del sole e dell'ombra del verde. I fattori climatici locali hanno orientato il progetto sia sotto il profilo tipomorfologico e distributivo sia sotto quello tecnologico.



CREDITS

Progettista: A. Mingozzi (Ricerca e Progetto, Galassi, Mingozzi e Associati) - **Collaboratori:** G. Fabbri (prog.); G. Carta (DL); R. Malagoli (aspetti botanico-vegetaz.); S. Di Nuzzo (geologia) - **Committente:** DAP Srl - **Direzione lavori:** A. Mingozzi - **Coordinamento sicurezza:** G. Fiocchi - **Sistema del verde:** Ricerca e Progetto, Galassi, Mingozzi e Associati - **Consulenti:** U. Finarelli (strutture); S. Bottiglioni (impianti); Studio S.C.I.-Bologna (impianti elettrici) - **Impresa edile:** DALVA Srl.

SISTEMA AMBIENTALE

Contesto insediativo: quartiere residenziale oggetto del Piano Particolareggiato Zona di Espansione Residenziale C1 Comparto n. 1, lotti 22-23-24 - **Categoria dell'intervento:** nuova costruzione - **Tipologia:** edifici a schiera di 6+2 unità abitative su due piani fuori terra - **Destinazione:** residenza.

SISTEMA TECNOLOGICO

Tecnica costruttiva: in opera - **Struttura:** muratura portante in blocchi semipieni di laterizio porizzato rettificati a incastro, messi in opera con giunti sottili di malta speciale a bassa conduttività sp. 0,1 cm, su fondazioni a travi continue in c.a. - **Copertura:** a falde: (dall'intradosso verso l'estradosso) 1. travi in legno massello di abete europeo proveniente da foreste "certificate" sp. 20 cm; 2. tavolato a vista in legno di abete sp. 2,5 cm; 3. lastra isolante in polistirene espanso estruso sp. 10 cm; 4. foglio di polietilene espanso a cellule chiuse; 5. listelli di legno di abete sp. 6 cm; 6. tavolato in legno di abete sp. 2 cm; 7. guaina impermeabilizzante ardesiata sp. 0,4 cm; 8. manto di copertura in coppi di laterizio - **Chiusure verticali opache:** a - (parete sud, est, ovest) muratura esterna portante intonacata tipo P1 sp. 45 cm; b - (parete nord su spazi distributivi) muratura esterna portante con finitura faccia a vista tipo P2 sp. 45 cm; c - (parete nord su bagni) muratura esterna portante intonacata tipo P3 sp. 45 cm - **Chiusure verticali trasparenti:** serramenti in legno lamellare di abete verniciati a smalto con prodotto monocomponente a base d'acqua, dotati di doppia guarnizione sull'anta fissa, vetrocamera bassoemissivo, intercapedine in argon e vetro interno stratificato antinfortunistico - **Solai di piano:** (dall'intradosso verso l'estradosso) 1. intonaco interno di calce idraulica sp. 1 cm; 2. solaio in laterocemento sp. 16+4 cm; 3. sottofondo in cls alleggerito con additivo schiumogeno sp. 10 cm; 4. tubi in polipropilene per impianto di riscaldamento a pannelli radianti; 5. sottofondo in cls sp. 7 cm; pavimento sp. 1 cm - **Solai a terra:** (dall'intradosso verso l'estradosso) 1. vespaio in ghiaia sp. 20 cm; 2. massetto in c.a. con rete elettrosaldata sp. 10 cm; 3. guaina impermeabile sp. 0,4 cm; 4. sottofondo in cls alleggerito con additivo schiumogeno sp. 7 cm; 5. lastra isolante in polistirene espanso sp. 5 cm; 6. sottofondo in cls sp. 7 cm, con annegati tubi in polipropilene per impianto di riscaldamento a pannelli radianti; 7. pavimento sp. 1 cm.

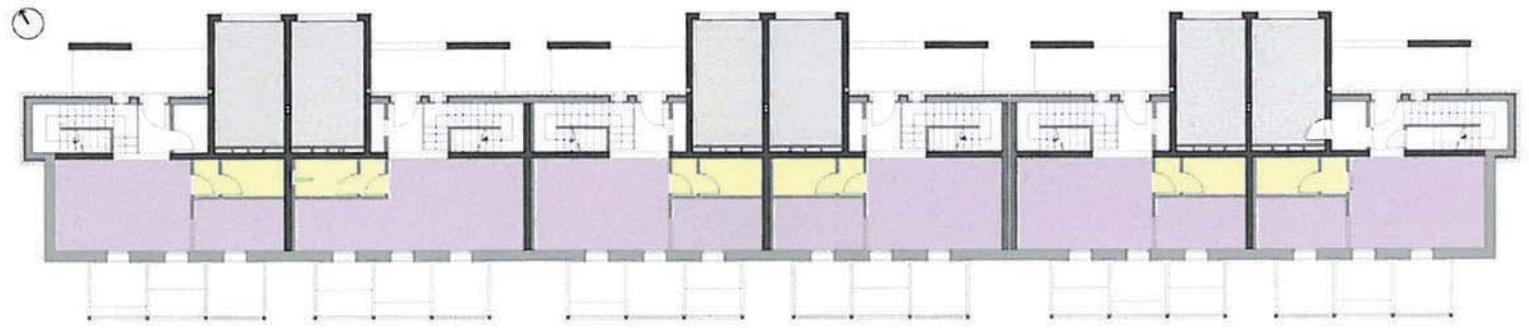
CARATTERI TECNICO-DIMENSIONALI DEI SISTEMI TECNOLOGICI IN LATERIZIO

Tipologia di prodotto: blocchi semipieni rettificati a incastro, in laterizio alleggerito in pasta con farina di legno 38x25x24,9 cm (muratura sud) e 25x33x24,9 cm (muratura nord); mattoni pieni UNI 5,5x12x25 cm; coppi; pignatte - **Tipologia di parete:** monostrato intonacata (parete sud); a cassetta (parete nord).

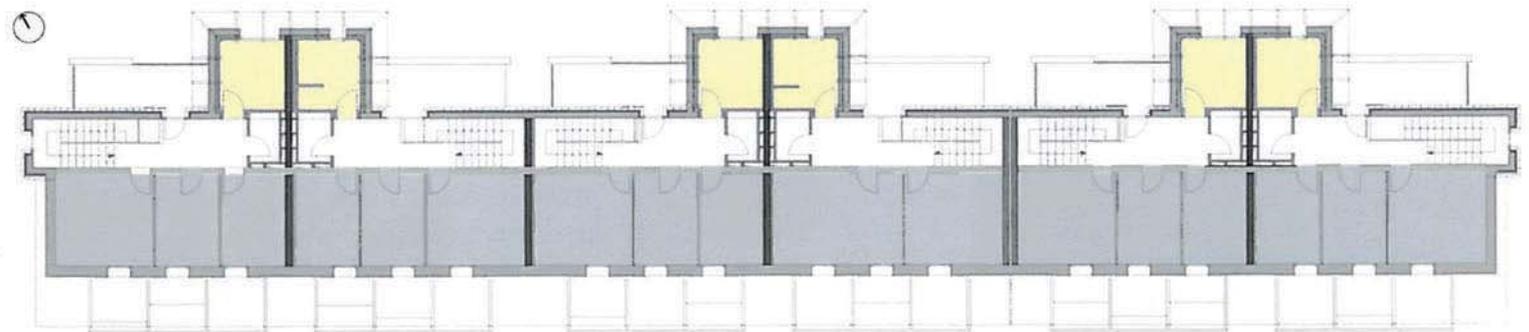
STRATEGIE DI SOSTENIBILITÀ

Corretto orientamento degli ambienti; uso di materiali naturali e privi di sostanze tossiche: laterizio, legno, sughero, intonaci a base di calce idraulica naturale, vernici minerali a calce o ai silicati; dispositivi schermanti: aggetti di copertura, scuri, tende avvolgibili; uso del verde per attenuare l'irraggiamento e l'effetto albedo e favorire l'evapotraspirazione; pacchetti murari differenziati in funzione dell'orientamento; isolamento e inerzia termica in murature e solai; ventilazione naturale incrociata, integrata da ventilazione meccanica controllata, con recupero di calore; copertura ventilata; impianto di riscaldamento a pannelli radianti; pannelli solari termici e pannelli fotovoltaici.



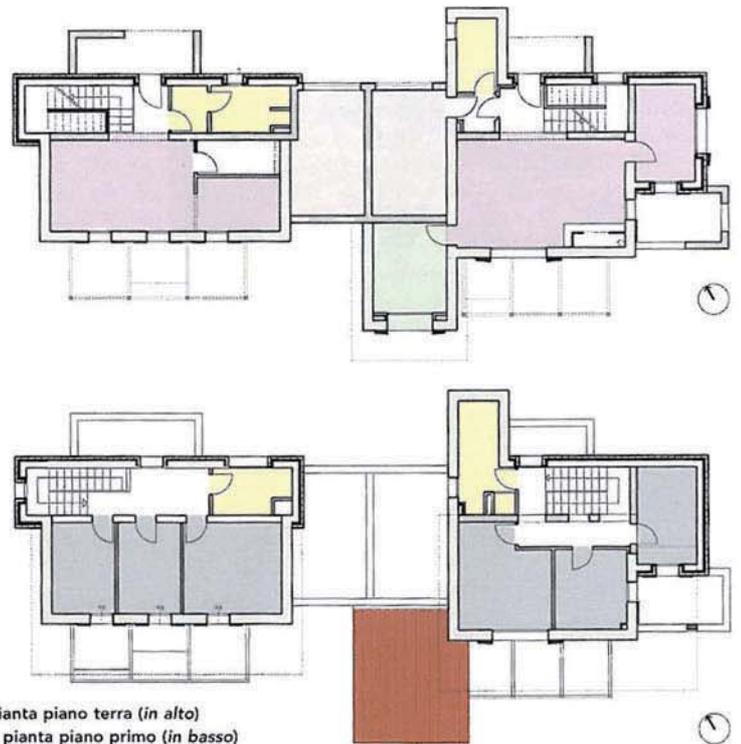


Pianta piano terra delle case a schiera



Pianta piano primo delle case a schiera

Sul piano distributivo, gli alloggi sono internamente articolati in tre aree funzionali: la zona giorno è collocata a sud, esposta alla luce naturale; gli spazi distributivi e i servizi igienici al centro, contenuti in volumi rivestiti in laterizio faccia a vista; le autorimesse e le cantine a nord, con funzione di spazi tampone. Sul piano tecnologico, l'analisi dell'impatto sole-aria ha orientato il dimensionamento delle aperture e dei relativi sistemi di schermatura - elementi fissi quali sporti dei tetti e pergolati ed elementi mobili quali scuri e tende - e la differenziazione, rispetto all'orientamento, dei sistemi costruttivi delle murature esterne. Negli ultimi edifici progettati, che occupano i lotti 22, 23 e 24, la cui costruzione è iniziata nel 2006 e si è conclusa nel 2008, sono state attuate strategie di razionalizzazione tipologico-impiantistica, finalizzate, da un lato, a garantire la manutenibilità degli impianti attraverso la creazione di vani tecnici ispezionabili che consentono di ridurre i percorsi delle canalizzazioni, dall'altro, a ottimizzare costi e tempi di costruzione, oltre a ridurre al massimo gli errori di esecuzione.



Pianta piano terra (in alto)
e pianta piano primo (in basso)
degli edifici bifamiliari



In contrasto con la linearità superficiale del fronte sud-ovest, l'articolazione planovolumetrica del fronte nord-est consente di posizionare i garage e i servizi igienici entro volumi sporgenti, contraddistinti da colori accesi e diversi. In leggero arretramento rispetto al filo dei fronti colorati, sono gli spazi-portico che proteggono l'ingresso alle abitazioni.



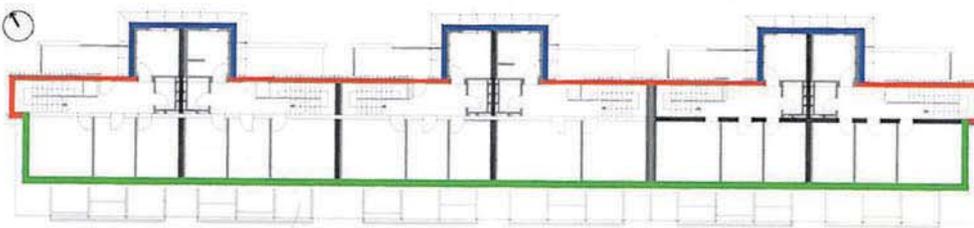
Il fronte sud-ovest dell'edificio bifamiliare, simile ai vicini edifici a schiera, presenta aggetti di copertura, per l'ombreggiamento della parte alta delle superfici murarie esposte alla radiazione solare pomeridiana, e pergole in legno che definiscono gli spazi esterni. Diversamente dalle schiere, le pergole non sono posizionate in sequenza al fine di garantire la privacy, escludendo la vista dello spazio di pertinenza della residenza contermina. Analogamente alle schiere, l'ingresso alle residenze è definito da un portico, con aperture su due lati, che diventa balcone al livello superiore.

Al fine di conseguire un efficiente comportamento termo-igrometrico degli organismi edilizi e, nel contempo, ridurre il fabbisogno energetico durante l'anno, il progetto mette in campo strategie costruttive differenziate a seconda dell'orientamento delle facciate. Le murature in blocchi di laterizio porizzato, scelti per le proprietà termoisolanti del materiale e per la possibilità dell'assemblaggio a secco dei blocchi a incastro, presentano stratigrafie diverse a seconda dell'orientamento: quelle rivolte a sud, concepite sul criterio bioclimatico della massa termica, sono murature monostrato, con funzione di regolazione e valorizzazione degli apporti termici; quelle rivolte a nord, che funzionano secondo il principio della resistenza termica, sono murature a cassa vuota che, mediante l'intercapedine d'aria e lo strato isolante, limitano le dispersioni termiche da e verso l'esterno.

Queste strategie costruttive, che operano nei termini dell'isolamento dell'involucro per la climatizzazione passiva degli ambienti interni, sono integrate da tecnologie attive di ventilazione, ricambio, filtraggio e riscaldamento dell'aria. La ventilazione meccanica controllata è demandata a un sistema con recupero del calore a elevato rendimento; al riscaldamento provvede un sistema a pavimento radiante, alimentato da una caldaia stagna murale a condensazione, funzionante a gas metano, a basso consumo energetico. Impianti di solare termico e fotovoltaico contribuiscono, rispettivamente, alla produzione di acqua calda sanitaria, che viene stoccata in un serbatoio di accumulo, e alla generazione di energia elettrica.

Nello specifico, gli alloggi dei comparti 22, 23 e 24 sono stati dotati di caldaie a condensazione, di pavimenti radianti e della predisposizione per l'installazione di pannelli solari termici e fotovoltaici, lasciando agli acquirenti la possibilità di scegliere se dotare il proprio alloggio del sistema di ventilazione meccanica controllata e se installare subito i pannelli solari termici e fotovoltaici.

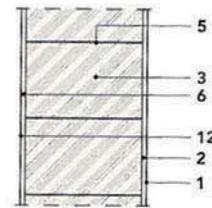
Accorgimenti di natura costruttiva sono stati adottati per l'isolamento acustico dai rumori esterni e interni alle abitazioni, con attenzione particolare alle partizioni tra gli appartamenti, tra questi e gli spazi di relazione, tra le zone giorno e le zone notte.



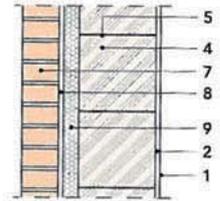
Schema della localizzazione delle tre tipologie di murature esterne



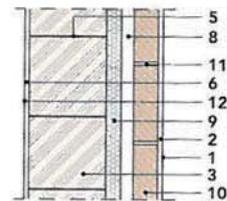
Vista di una muratura esterna lato sud in costruzione, del tipo P1, dopo l'armatura del cordolo in cemento armato, in corrispondenza del nodo tra la muratura e la copertura ventilata in legno. I pannelli in fibre di legno legate con cemento servono a isolare il cordolo, per la correzione dei ponti termici.



Particolare della muratura tipo P1: muratura esterna portante intoncata (parete sud), valore di trasmittanza $U=0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$



Particolare della muratura tipo P2: muratura esterna portante con finitura facciata a vista, valore di trasmittanza $U=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$



Particolare della muratura tipo P3: muratura esterna portante intoncata lato nord, valore di trasmittanza $U=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$

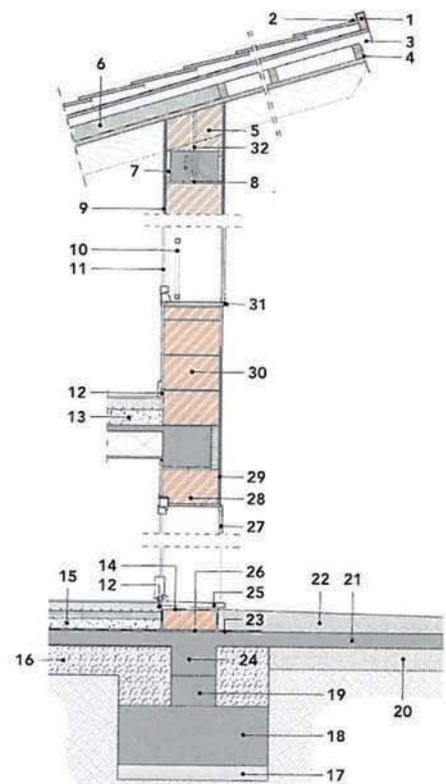
- 1 finitura interna con pittura a calce caolino
- 2 intonaco per interno predosato composto da una miscela di calce idraulica naturale e inerti selezionati
- 3 muratura portante realizzata con blocchi semipieni rettificati a incastro in laterizio porizzato con farina di legno, conducibilità termica $\lambda \leq 0,19 \text{ W/mK}$
- 4 muratura portante realizzata con blocchi semipieni rettificati a incastro in laterizio porizzato con farina di legno, conducibilità termica $\lambda \leq 0,225 \text{ W/mK}$
- 5 allettamento con malta speciale per giunti sottili
- 6 intonaco per esterno predosato composto da una miscela di calce

- idraulica naturale e inerti selezionati, fondo fibrorinforzato e finitura a base di calce e cemento
- 7 muratura facciata a vista tipo a mano di dimensioni UNI $5,5 \times 12 \times 25 \text{ cm}$
- 8 intercapedine d'aria
- 9 lastra isolante in polistirene espanso estruso (nel processo di espansione utilizza CO_2 e non CFC, HCFC o HFC)
- 10 mattoni forati in laterizio di dimensioni $25 \times 5 \times 8 \text{ cm}$
- 11 allettamento con miscela predosata di calce idraulica naturale, sabbie selezionate e cariche minerali espanse composte in curva granulometrica appropriata
- 12 finitura esterna con pittura a base di resine acriliche e silassioniche

- 1 staffa di ancoraggio in acciaio inox per fissaggio scossalina
- 2 scossalina sagomata in acciaio inox
- 3 griglia di protezione antivolatile in acciaio inox
- 4 staffa di ancoraggio in acciaio inox per fissaggio scossalina e griglia di protezione antivolatile
- 5 blocchi semipieni rettificati a incastro, in laterizio porizzato con farina di legno
- 6 copertura:
 - scossalina in acciaio inox sagomata, ancorata alla trave di chiusura
 - manto di copertura in coppi di laterizio su guaina ardesiata impermeabilizzante sp. 4 mm
 - tavolato in legno di abete trattato ai sali di boro
 - listelli di legno di abete trattato con sali di boro, sezione 6x4 cm
 - lastra isolante in polistirene espanso estruso, sp. 10 cm
 - polietilene espanso reticolato a cellule
- 7 pannello isolante in fibre di legno legate con cemento sp. 3 cm
- 8 allettamento con malta termica sp. 1 cm
- 9 rete in fibra di vetro
- 10 parapetto
- 11 finestra con controtelaio in acciaio zincato, telaio fisso e apribile in legno di abete
- 12 striscia isolante di bordo in polietilene a cellule chiuse sp. 1 cm
- 13 solaio di interpiano:
 - pavimento interno
 - sottofondo per pavimenti tirato a frattazzo
 - tubi in polipropilene per impianto di riscaldamento a pannelli radianti
 - sottofondo da riempimento in cls alleggerito con additivo schiumogeno
 - solaio strutturale in laterocemento (16+4 cm)

- intonaco per interno, composto da una miscela di calce idraulica naturale e inerti selezionati
- 14 guaina tagliamuro
- 15 solaio controterra:
 - pavimento interno
 - sottofondo per pavimenti tirato a frattazzo
 - tubi in polipropilene per impianto di riscaldamento a pannelli radianti
 - lastra isolante in polistirene espanso
 - sottofondo da riempimento in cls alleggerito con additivo schiumogeno
 - guaina impermeabile
 - massetto in cls armato con rete elettrosaldata ϕ 8/20x20
 - foglio di polietilene
 - strato di pietrisco spaccato di granulometria variabile 30-70 mm
 - terreno esistente risultante dopo lo sbancamento
- 16 vespaio in ghiaia 30-70 mm
- 17 getto di pulizia in magrone di cls

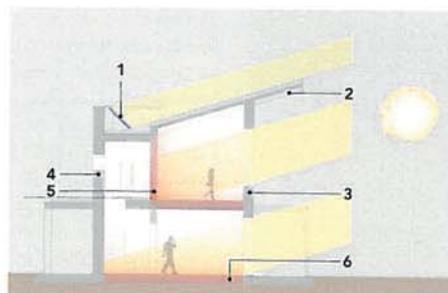
- 18 fondazioni in c.a.
- 19 blocco cassero prefabbricato in cls riempito con getto in cls
- 20 sottofondo in misto stabilizzato 30-70 mm
- 21 massetto in c.a. con rete ϕ 8/20'x20' con inerti e 16/30'
- 22 pavimentazione in c.a. con rete elettrosaldata e successivo spolvero di cemento puro liscio
- 23 guaina impermeabile
- 24 cordolo in c.a.
- 25 soglia esterna con gocciolatoio in pietra serena sp. min. 3 cm
- 26 malta di allettamento
- 27 scuro esterno in legno di abete
- 28 profilo in acciaio zincato a caldo 60x5 mm
- 29 rete in fibra di vetro
- 30 muratura tipo P1
- 31 bancale esterno con gocciolatoio in pietra serena sp. min. 3 cm
- 32 elemento in acciaio per ancoraggio travi



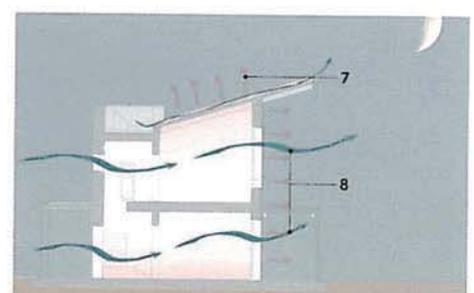
Sezione terra-cielo della muratura esterna lato sud



Vista della copertura ultimata



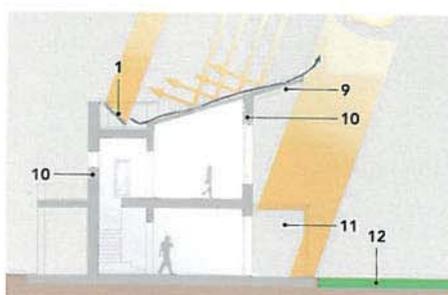
Schema del comportamento bioclimatico dell'edificio in regime invernale, al solstizio d'inverno (21 dicembre)



Schema del comportamento bioclimatico dell'edificio in regime estivo notturno, al solstizio d'estate (21 giugno)



Vista di un solaio di piano in laterocemento in fase di costruzione



Schema del comportamento bioclimatico dell'edificio in regime estivo diurno, al solstizio d'estate (21 giugno)

- 1 pannelli solari
- 2 copertura inclinata, valore di trasmittanza termica $U=0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 3 muratura lato sud, valore di trasmittanza termica $U=0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 4 muratura lato nord, valore di trasmittanza termica $U=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 5 massa inerziale di accumulo
- 6 solaio controterra, valore di trasmittanza termica $U=0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$
- 7 raffreddamento radiativo
- 8 espulsione del calore termico mediante ventilazione trasversale degli ambienti
- 9 ventilazione della copertura
- 10 muratura con elevata massa inerziale
- 11 tenda avvolgibile con funzione schermante
- 12 manto erboso per ridurre l'albedo al suolo