



Laureando: Roberto Giobbi

TITOLO TESI: TEMPORARY HOUSING FOR STUDENTS, RESEARCHES AND VISITING

PROFESSORS IN MILAN'S CAMPUS: TECHNOLOGICAL PROJECT

Relatore: prof. Giuseppe Losco

Correlatore: prof. Eduardo Barbera

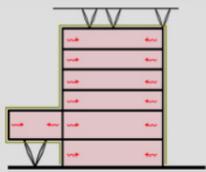
Sperimentare strategie residenziali che rispondano alla nuova domanda di residenze generata da utenti con una elevata mobilità territoriale. Migliaia di persone a Milano utilizzano la città in modo salutare o occasionale apportando arricchimento culturale e vitalità urbana. Il progetto tenta di rispondere alle necessità di un abitare temporaneo (temporary housing) collegato alla mobilità di professori e ricercatori, studiando non solo modalità flessibili per lo spazio individuale, ma anche funzioni comuni che svolgano il ruolo di cerniera con la comunità scientifica e la città. L'edificio si basa sulla dialettica tra spazi individuali e collettivi, con particolare cura dell'aspetto tecnologico ai fini della sostenibilità ambientale, approfondimenti sui sistemi energetici passivi e attivi, nonché sulla volontà di creare un edificio-impianto capace di produrre più energia di quanta realmente ne consumi, spondo- do le richieste del progetto Campus Sostenibile di Milano Città Studi.

CITTÀ STUDI CAMPUS SOSTENIBILE

TEMPORARY HOUSING: TECNOLOGIA, SOSTENIBILITA' E COMFORT AMBIENTALE PER I NUOVI "CITY USERS"

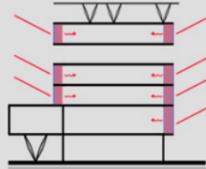
STRATEGIE PASSIVE PER IL CONTROLLO TERMICO

ISOLAMENTO E INERZIA TERMICA



isolare e captare

RISCALDAMENTO SOLARE PASSIVO



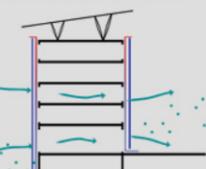
captare e accumulare

EVAPOTRASPIRAZIONE DEL VERDE



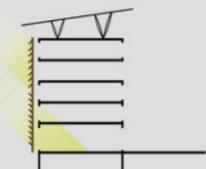
raffrescare e mitigare

VENTILAZIONE NATURALE E RAFFRESCAMENTO EVAPORATIVO



raffrescare e mitigare

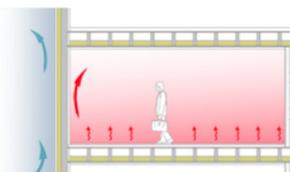
SCHEMATURA O MASSIMA CAPTAZIONE SOLARE



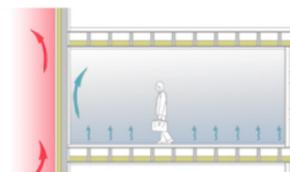
schermare

STRUTTURA MASSICCIA IN LEGNO X-LAM

- Parete massiccia con isolamento esterno
- Ottimo valore di trasmittanza termica
- Elevato valore di inerzia e sfasamento termico
- Assenza di ponti termici
- Elevato comfort ambientale
- Minor carico termico degli appartamenti



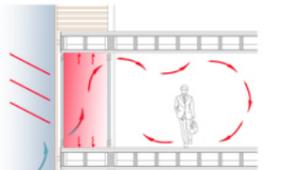
INVERNO: Ottima trasmittanza



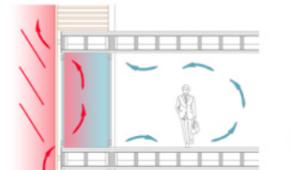
ESTATE: Alto sfasamento termico

SERRE SOLARI

- Serre a scambio convettivo e a guadagno diretto
- alto fattore solare = massima captazione
- accumulo grazie alla massa termica dei solai
- riscaldamento dell'aria nel periodo invernale
- ventilazione naturale estiva tramite completa apertura
- miglioramento del comfort ambientale
- alleggerimento del carico termico degli appartamenti



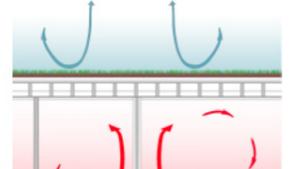
INVERNO: Accumulo e restituzione di calore



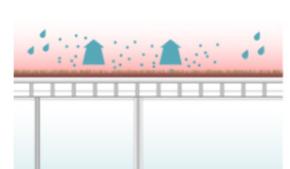
ESTATE: Ventilazione degli ambienti

TETTO VERDE E CORTILI INTERNI

- Copertura verde di tipo estensivo
- Cortili interni con vegetazione a piccolo e medio fusto
- Mitigazione del fenomeno di isola di calore
- Riduzione degli scambi termici invernali grazie all'elevato isolamento
- Mitigazione del microclima estivo rilasciando l'umidità accumulata con l'irrigazione
- Aumento del comfort ambientale



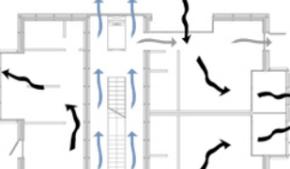
INVERNO: Diminuzione perdite di calore



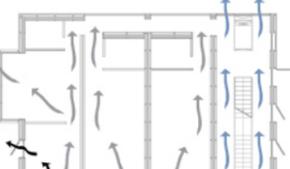
ESTATE: Mitigazione calore per evaporazione (70%)

APERTURE CONTROLLATE E BIOPISCINE

- Incidenza dominante sull'aumento del comfort ambientale
- Costante presenza di aria fresca
- Tassi di umidità relativa bassi
- Ventilazione naturale di tipo longitudinale e trasversale
- Aperture allineate e sfalsate = aumento efficacia della ventilazione
- Parete esterna ventilata = ricambio d'aria per effetto camino
- vasche d'acqua + ventilazione = evaporazione e mitigazione dell'isola di calore



Prevalente ventilazione trasversale

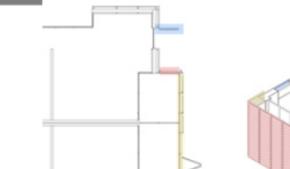


Prevalente ventilazione longitudinale

STRATEGIE PER LA PROTEZIONE SOLARE

FRANGISOLE ORIENTABILI E CHIUSURE VERTICALI

- Chiusure opache verticali sulle aperture singole
- Frangisole orientabili domotici sulle serre solari
- Orientamento in base ad esigenze visive o di schermatura dai raggi solari
- Possibilità di massimizzare la captazione solare (inverno) o di ridurla notevolmente (estate)
- Diminuzione della trasmittanza degli elementi vetri sottostanti
- Montaggio su struttura a pannelli pieghevoli apribili



Frangisole orizzontali a sud, verticali ad est e ovest



Frangisole orizzontali a sud, verticali ad est e ovest

STRATEGIE PER LA SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

SEZIONI ENERGETICHE 1:200

RECUPERO ACQUE PIOVANE E REFLUE

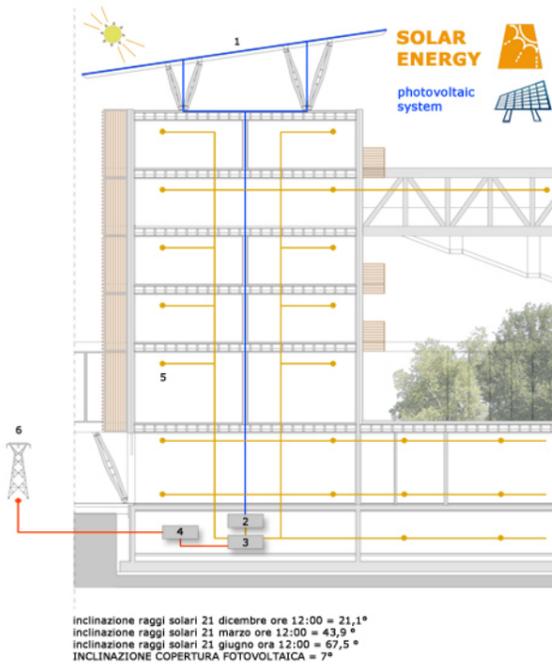
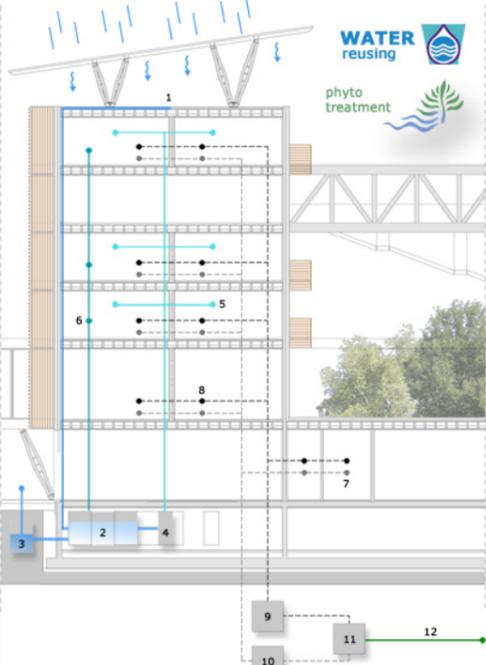
- raccolta acque piovane
- serbatoio di accumulo
- serbatoio acqua irrigazione
- sistema Rainsafe per acqua potabile
- erogazione acqua potabile
- erogazione acqua piovana per wc, lavandini, lavatrici
- tubazioni acque grigie
- tubazioni acque nere
- fossa settica Imhoff
- degrassatore acque saponose
- vasca di carico
- condotta verso impianto di fitodepurazione

FOTOVOLTAICO PER ENERGIA ELETTRICA

- impianto fotovoltaico
- inverter 12-220 v
- contatori di produzione
- contatore bidirezionale
- distribuzione utenze
- collegamento alla rete elettrica

GEOTERMIA AD ACQUA DI FALDA

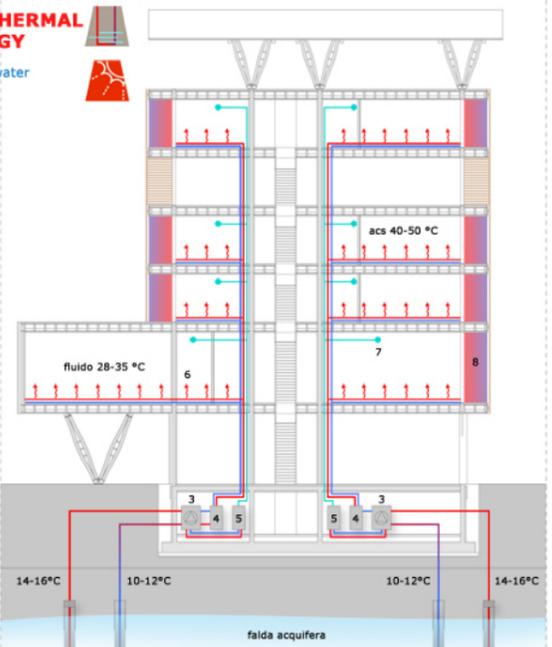
- pozzo di emungimento con pompa di mandata
- pozzo di scarico
- pompa di calore acqua-acqua
- inerziale
- boiler
- sistema radiante a pavimento
- erogazione acqua sanitaria
- serre solari per riscaldamento passivo



Inclinazione raggi solari 21 dicembre ore 12:00 = 21,1°
 Inclinazione raggi solari 21 marzo ore 12:00 = 43,9°
 Inclinazione raggi solari 21 giugno ore 12:00 = 67,5°
 INCLINAZIONE COPERTURA FOTOVOLTAICA = 7°

GEOTHERMAL ENERGY

ground water



fluidi 28-35 °C
 acs 40-50 °C
 falda acquifera
 T= 14-16 °C

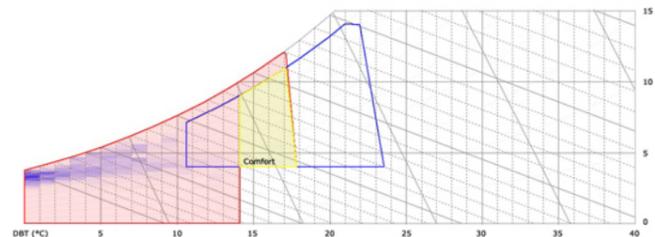


DIAGRAMMA PSICROMETRICO INVERNALE: la strategia migliore è il soleggiamento passivo dell'edificio

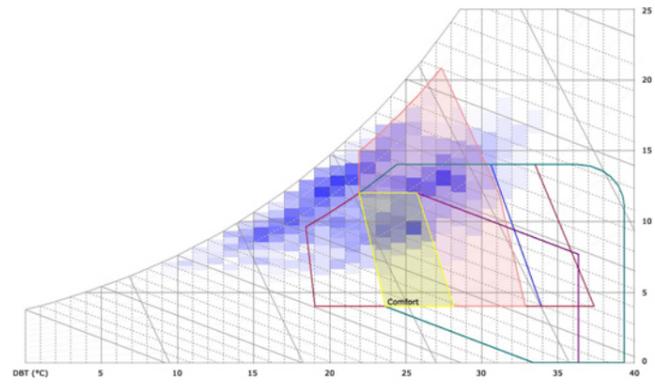


DIAGRAMMA PSICROMETRICO ESTIVO: la ventilazione naturale si dimostra la strategia più efficiente





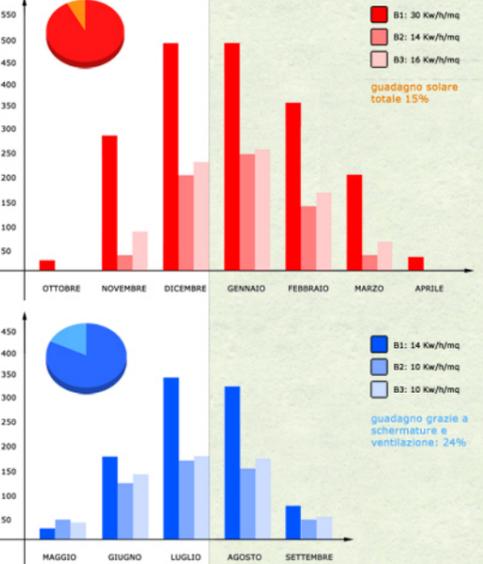
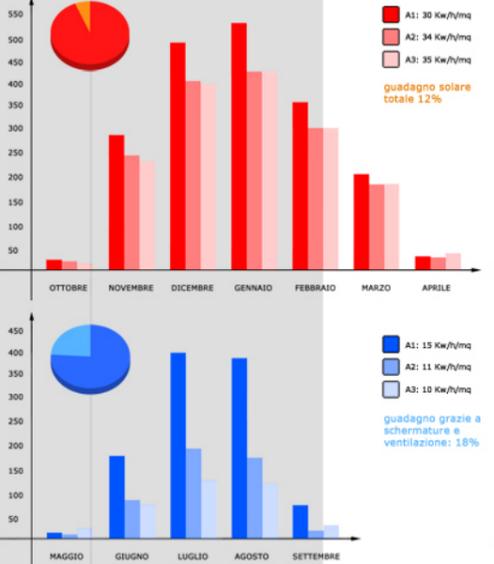
TIPOLOGIA PIANTA A (3 appartamenti)

- 1- atrio bioclimatico
- 2- ingresso
- 3- area living con divano letto
- 4- nicchia studio
- 5- angolo cottura
- 6- antibagno/lavanderia
- 7- bagno
- 8- serra solare

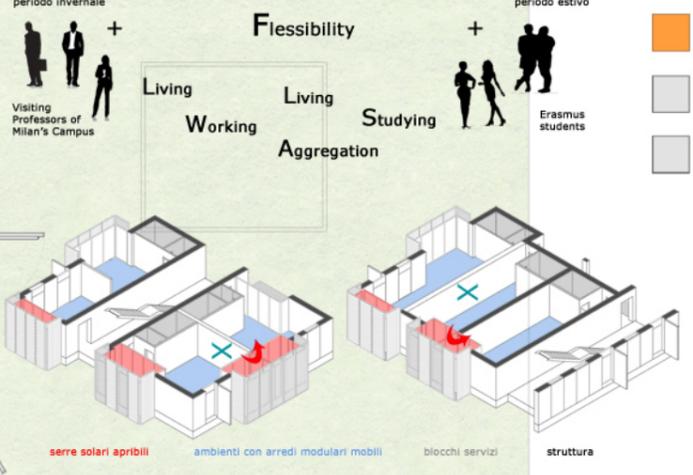
TIPOLOGIA PIANTA B (3 appartamenti)

- 1- atrio bioclimatico
- 2- ingresso
- 3- area living
- 4- camera con studio
- 5- camera doppia
- 6- angolo cottura
- 7- bagno
- 8- serra solare

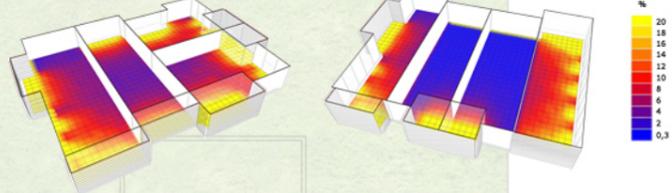
Carico termico relativo al riscaldamento invernale e raffrescamento estivo degli appartamenti



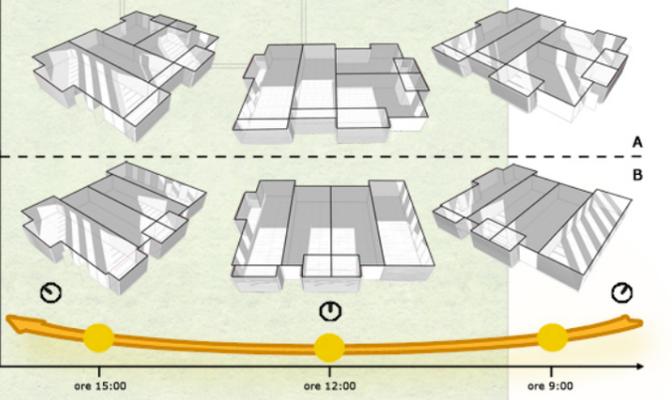
UTENZA TEMPORALE: esigenze dinamiche dei nuovi "City Users"



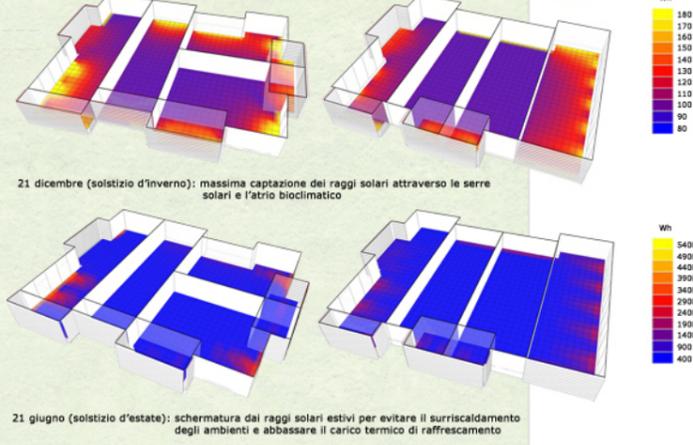
ILLUMINAZIONE NATURALE: Fattore luce diurna (DAYLIGHTING)



SOLEGGIAMENTO e OMBREGGIAMENTO diurno invernale



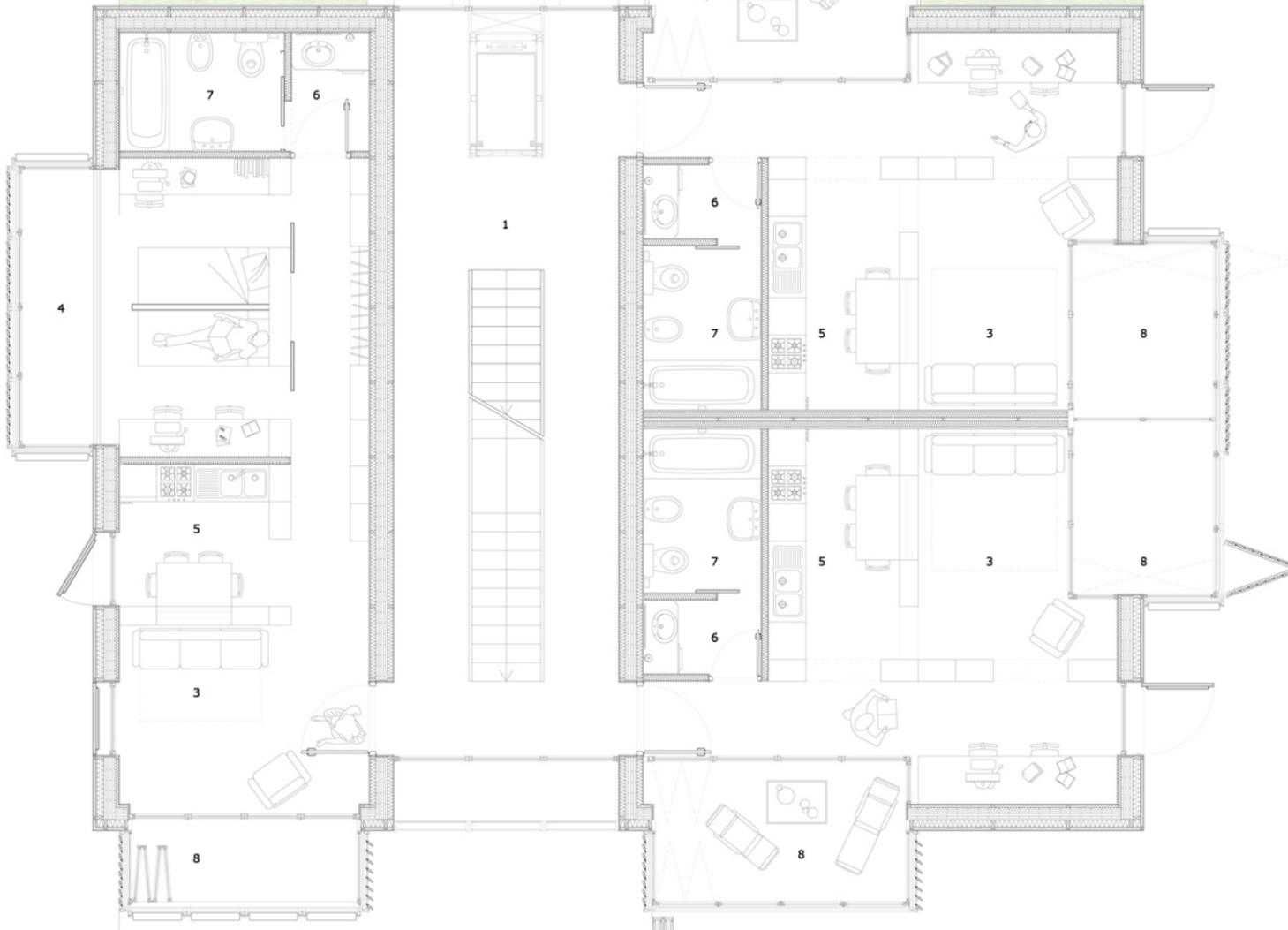
IRRAGGIAMENTO DEGLI AMBIENTI: INSOLATION ANALYSIS



Rendering interno dell'appartamento A1 (lato est)



Rendering interno dell'appartamento B2 (lato sud)



- 1: SOLAIO DI FONDAZIONE**
- Pavimentazione in asfalto bitumato sp: 1,5 cm
 - Strato di allettamento sp: 3 cm
 - Cemento alveolare alleggerito (pendenza) sp: 10 cm
 - Guaina impermeabilizzante in bitume polimero sp: 0,3 cm
 - Riemplimento in calcestruzzo sp: 4 cm
 - Igliu per vespaio areato CUPOLEX sp: 26 cm
 - Platea di fondazione in calcestruzzo sp: 60 cm
 - Magrone sottofondazione sp: 20 cm
 - Terreno

- 2: PARETE CONTROTERRA**
- Parete controterra in calcestruzzo armato sp: 25 cm
 - Guaina impermeabilizzante sp: 0,3 cm
 - Isolamento termico in XPS GEMATHERM XCV sp: 6 cm
 - Guaina bituminosa sp: 0,3 cm
 - Ghialia di rifianco
 - Tubo microfessurato rivestito in TNT pend 5%

- 3: SOLAIO PIANO TERRA (SU LOCALE INTERRATO NON RISC.)**
- Pavimentazione in legno di abete sp: 1,5 cm
 - Pacchetto riscaldamento ECO DRY RDZ sp: 3 cm
 - Barriera al vapore in P.E. sp: 0,16 cm
 - Isolamento in XPS FLOORMATE 300-A sp: 6 cm
 - Solaio in calcestruzzo armato sp: 25 cm
 - Isolamento in XPS FLOORMATE 300-A sp: 6 cm
 - Rivestimento in lastre KNAUF CEMENT BOARD sp: 1,25 cm

- 4: TRAMEZZO DIVISORIO (CON POSSIBILE VANO TECNICO)**
- Rivestimento in lastre di cartongesso sp: 1,5 cm
 - Isolante in lana di roccia CELENIT LR-50 sp: 5 cm
 - Pannello Leno X-LAM 81 a tre strati sp: 8,1 cm
 - Isolante in lana di roccia CELENIT LR-50 sp: 5 cm
 - Rivestimento in lastre di cartongesso sp: 1,5 cm

- 5: TRAMEZZO DIVISORIO (SERVIZI IGIENICI)**
- Rivestimento in lastre di cartongesso sp: 1,5 cm
 - Isolante in pannelli semirigidi in fibra di vetro sp: 9 cm
 - Rivestimento in lastre di cartongesso sp: 1,5 cm

- 6: PARETE PORTANTE INTERNA**
- Rivestimento in lastre di cartongesso sp: 1,5 cm
 - Isolante in lana di roccia CELENIT LR-50 sp: 7 cm
 - Pannello Leno X-LAM 186 a 6 strati sp: 18,6 cm
 - Isolante in lana di roccia CELENIT LR-50 sp: 7 cm
 - Barriera al vapore foglio di alluminio rivestito
 - Rivestimento in lastre di cartongesso sp: 1,5 cm

- 7: SOLAIO INTERPIANO**
- Pavimentazione in doghe di legno di abete sp: 1,5 cm
 - Riscaldamento e raffrescamento ECO DRY Rdz sp: 3 cm
 - Barriera al vapore in P.E. sp: 0,16 cm
 - Pannello in fibre di legno pressate Celenit FL-150 sp: 6 cm
 - Lastra in compensato KERTO-Q sp: 2,6 cm
 - Trave FINNUJOIST in kerto-osb 5,9 x 38 cm sp: 23 cm
 - Isolante in lana di roccia Celenit LR-50 sp: 15 cm
 - Barriera al vapore in P.E. sp: 0,16 cm
 - Lastra in compensato KERTO-Q sp: 2,6 cm
 - Controsoffitto in lana di roccia Celenit LR-50 sp: 4,0 cm
 - Rivestimento in lastre di cartongesso sp: 1,5 cm

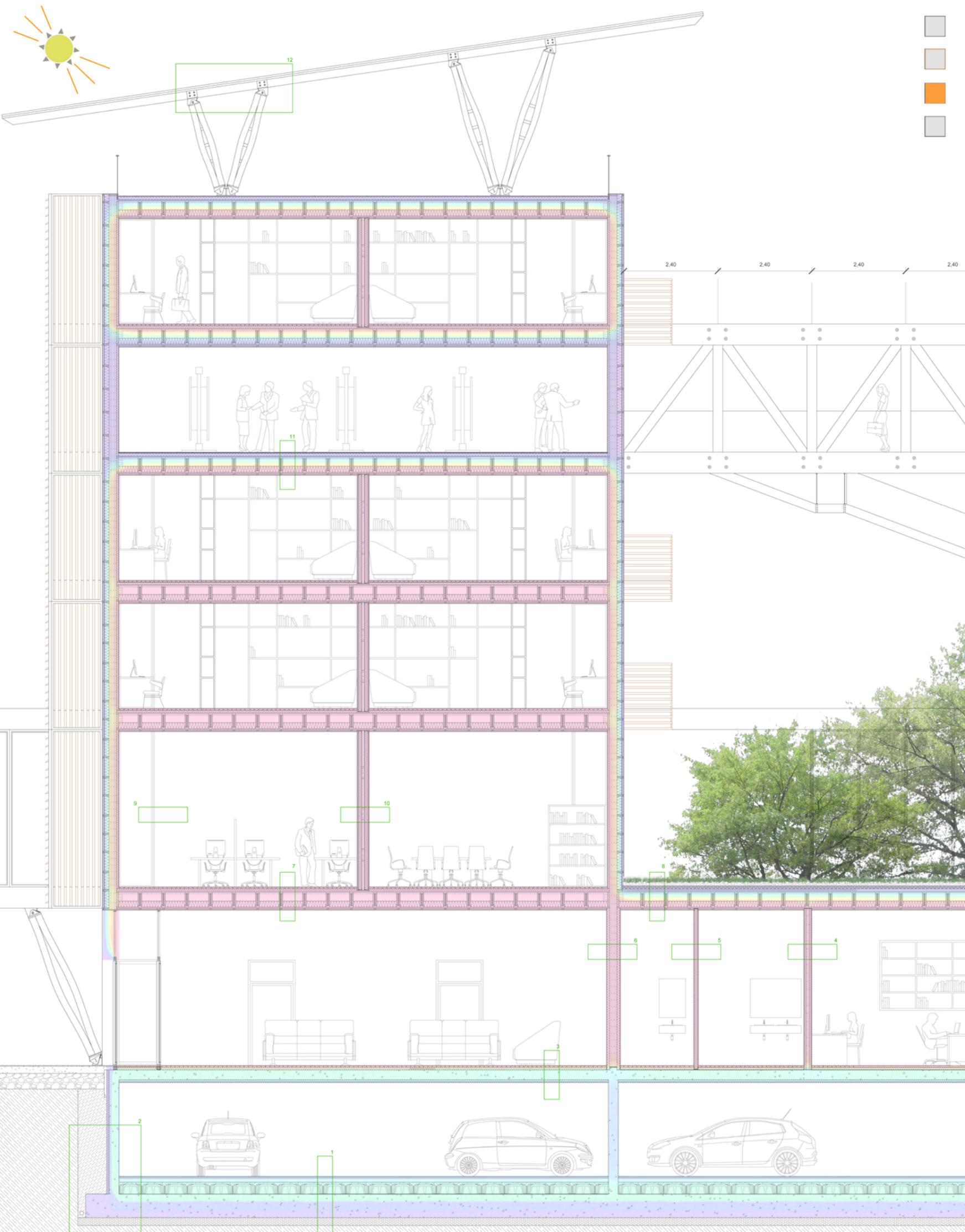
- 8: SOLAIO DI COPERTURA A TETTO VERDE**
- Substrato colturale sp: 8 cm
 - Geotessuto in poliestere sp: 0,3 cm
 - Drenaggio in perlite sp: 2 cm
 - Elemento drenante in polietilene GEODREIN sp: 6 cm
 - Guaina impermeabilizzante sp: 0,3 cm
 - Pannello isolante in polistirene espanso estruso sp: 5 cm
 - Barriera al vapore foglio in alluminio rivestito
 - Lastra in compensato KERTO-Q sp: 2,6 cm
 - Trave FINNUJOIST in kerto-osb 5,9 x 38 cm sp: 23 cm
 - Intercapedine d'aria tra le travi sp: 23 cm
 - Isolante in lana di roccia Celenit LR-50 sp: 15 cm
 - Barriera al vapore in P.E. sp: 0,16 cm
 - Lastra in compensato KERTO-Q sp: 2,6 cm
 - Controsoffitto in lana di roccia Celenit LR-50 sp: 4,0 cm
 - Rivestimento in lastre di cartongesso sp: 1,5 cm

- 9: PARETE ESTERNA PORTANTE (dall'interno)**
- Lastra Knauf Micronal PCM Smartboard 23/26 sp: 1,5 cm
 - Pannello in fibre di legno pressate Celenit FL-45 sp: 5 cm
 - Pannello Leno X-LAM 186 a 6 strati incrociati sp: 18,6 cm
 - Isolante in lana di roccia Celenit LR-50 sp: 12 cm
 - Tavolato di sostegno in legno OSB sp: 1,5 cm
 - Intercapedine d'aria (PARETE VENTILATA) sp: 3 cm
 - Rivestimento in legno sp: 1,25 cm

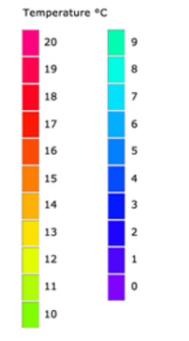
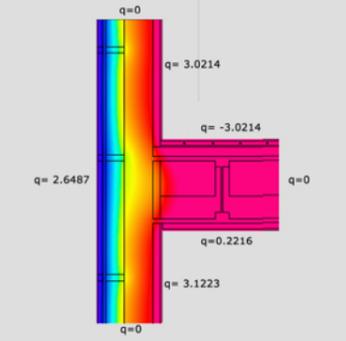
- 10: PARETE DIVISORIA KNAUF W116**
- Doppio pannello in cartongesso sp: 2,5 cm
 - Isolante in pannelli semirigidi in fibra di vetro sp: 10 cm
 - Intercapedine d'aria (vano tecnico) sp: 6 cm
 - Rinforzo dei supporti con lastra in gesso sp: 1,25 cm
 - Isolante in pannelli semirigidi in fibra di vetro sp: 10 cm
 - Doppio pannello in cartongesso sp: 2,5 cm

- 11: SOLAIO ESTERNO CALPESTABILE**
- Pavimentazione in doghe di legno di abete sp: 1,5 cm
 - Guaina impermeabilizzante in bitume polimero sp: 2 cm
 - Doppia lastra di Fermacell per sottofondi sp: 8 cm
 - Isolamento in XPS FLOORMATE 300-A sp: 8 cm
 - Lastra in compensato KERTO-Q sp: 2,6 cm
 - Trave FINNUJOIST in kerto-osb 5,9 x 38 cm sp: 23 cm
 - Intercapedine d'aria tra le travi sp: 23 cm
 - Isolante in lana di roccia Celenit LR-50 sp: 15 cm
 - Barriera al vapore in P.E. sp: 0,16 cm
 - Lastra in compensato KERTO-Q sp: 2,6 cm
 - Controsoffitto in lana di roccia Celenit LR-50 sp: 4,0 cm
 - Rivestimento in lastre di cartongesso sp: 1,5 cm

- 12: COPERTURA ENERGETICA SOSPESA (tecnologia FOTOVOLTAICA)**
- Sistema fotovoltaico con pannelli SUNEL SNM-M240 TRASPARENTE IN SILICIO MONOCRISTALLINO costituiti da un doppio vetro con interposto 60 cellule solari NERE per un totale di 240 Wp.
 - Telaio di sostegno in travi di legno lamellare 20x20 cm
 - Piastre di ancoraggio in acciaio sp: 1,5 cm
 - Colonne in legno di pino fibrinforizzato sp: 15 cm
 - Piastre di connessione in acciaio tra colonne sp: 1,5 cm
 - Protesi in piastre di acciaio di diverso spessore

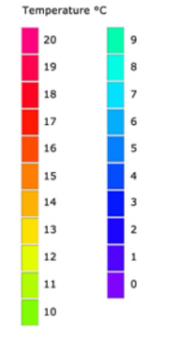
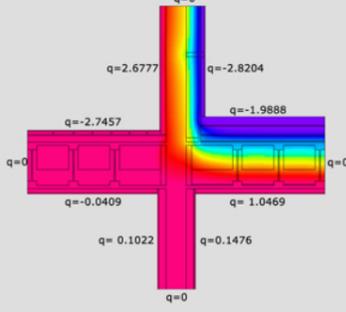


VERIFICA PONTI TERMICI SOLAIO-PARETE



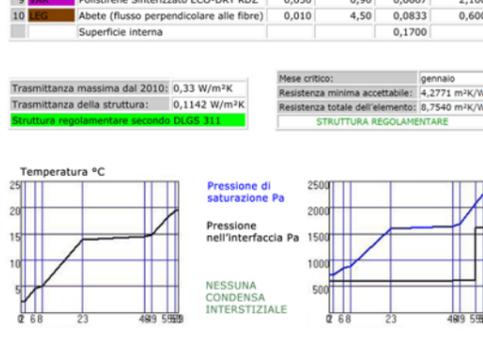
PARETE ESTERNA				
Spessore:	0,429 m			
Massa superficiale:	128,63 kg/m ²			
Resistenza:	6,8303 m ² /K/W			
Trasmittanza:	0,1464 W/m ² /K			
Parametri dinamici				
Trasmittanza periodica:	0,0024 W/m ² /K			
Fattore di attenuazione:	0,0163			
	148,39			
SOLAIO INTERPIANO				
Spessore:	0,587 m			
Massa superficiale:	64,45 kg/m ²			
Resistenza:	8,7540 m ² /K/W			
Trasmittanza:	0,1142 W/m ² /K			
Parametri dinamici				
Trasmittanza periodica:	0,0059 W/m ² /K			
Fattore di attenuazione:	0,0513			
	134,33			
SOLAIO TETTO VERDE				
Spessore:	0,727 m			
Massa superficiale:	130,99 kg/m ²			
Resistenza:	9,7085 m ² /K/W			
Trasmittanza:	0,1030 W/m ² /K			
Parametri dinamici				
Trasmittanza periodica:	0,0000 W/m ² /K			
Fattore di attenuazione:	0,0000			
	176,36			

VERIFICA PONTI TERMICI SOLAIO-PARETE-TETTO VERDE

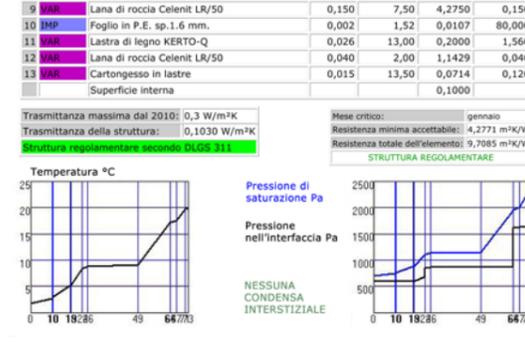


SOLAIO INTERPIANO				
Spessore:	0,587 m			
Massa superficiale:	64,45 kg/m ²			
Resistenza:	8,7540 m ² /K/W			
Trasmittanza:	0,1142 W/m ² /K			
Parametri dinamici				
Trasmittanza periodica:	0,0059 W/m ² /K			
Fattore di attenuazione:	0,0513			
	134,33			
SOLAIO TETTO VERDE				
Spessore:	0,727 m			
Massa superficiale:	130,99 kg/m ²			
Resistenza:	9,7085 m ² /K/W			
Trasmittanza:	0,1030 W/m ² /K			
Parametri dinamici				
Trasmittanza periodica:	0,0000 W/m ² /K			
Fattore di attenuazione:	0,0000			
	176,36			

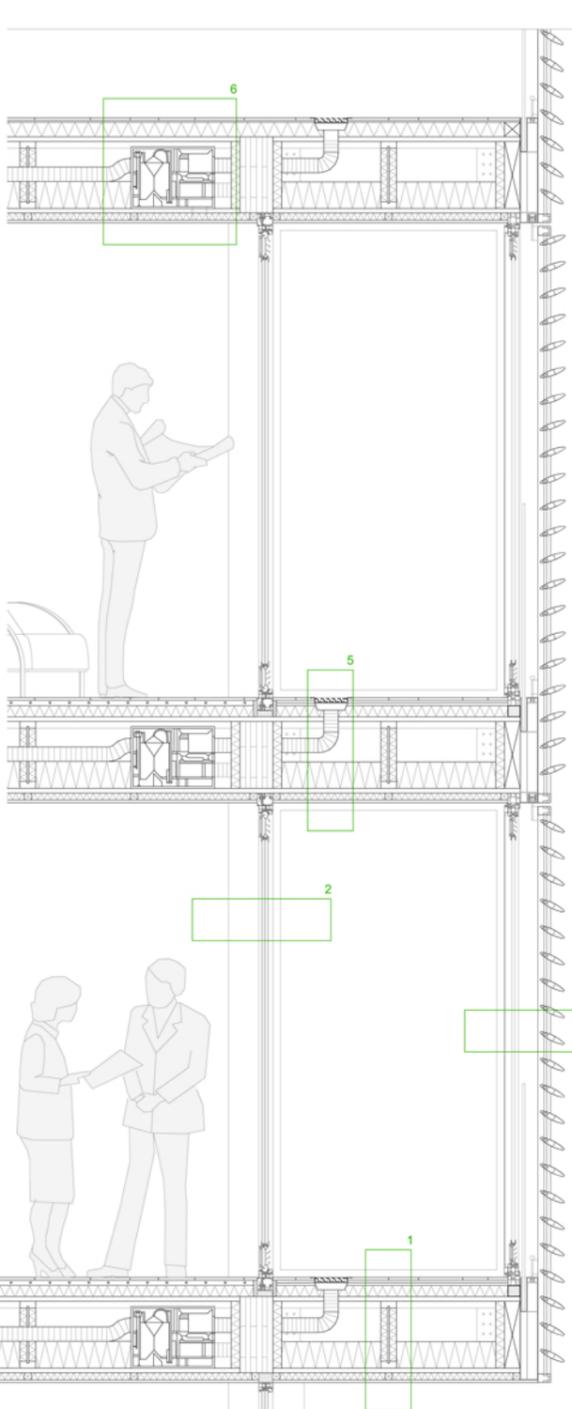
Tipo di materiale	Materiale	Spessore (m)	Massa Superficiale (kg/m ²)	Resistenza (m ² /K/W)	Spessore equivalente d'aria (m)
Superficie esterna					
1	LAM	Abete (flusso parallelo alle fibre)	0,013	5,85	0,0722
2	INA	Camera debolmente ventilata	0,030	0,03	0,0956
3	VAR	legno OSB	0,015	9,75	0,1154
4	VAR	Lana di roccia Celenit LR/50	0,120	6,00	3,4286
5	VAR	Pannello Leno X-LAM	0,186	93,00	1,4308
6	VAR	Pannello Celenit FL-45	0,050	2,50	1,3158
7	VAR	Micronal PCM Smartboard 23/26	0,015	11,50	0,1119
Superficie interna					
					0,1300



Tipo di materiale	Materiale	Spessore (m)	Massa Superficiale (kg/m ²)	Resistenza (m ² /K/W)	Spessore equivalente d'aria (m)
Superficie esterna					
1	VAR	Substrato colturale	0,100	70,00	0,5000
2	VAR	Geotessuto in poliestere	0,004	0,04	0,1208
3	VAR	drenaggio in perlite	0,080	8,00	1,2103
4	VAR	Film in polietilene espanso	0,004	0,13	0,0083
5	ISO	XPS con pelle spessore 50 mm. m.v. 38/45	0,050	2,00	1,6667
6	IMP	Foglio di Alluminio 0,025 mm.	0,000	0,07	0,0000
7	VAR	Lastra di legno KERTO-Q	0,026	13,00	0,2000
8	INA	Camera non ventilata	0,230	0,23	0,1624
9	VAR	Lana di roccia Celenit LR/50	0,150	7,50	4,2750
10	IMP	Foglio in P.E. sp.1.6 mm.	0,002	1,52	0,0107
11	VAR	Lastra di legno KERTO-Q	0,026	13,00	0,2000
12	VAR	Lana di roccia Celenit LR/50	0,040	2,00	1,1429
13	VAR	Cartongesso in lastre	0,015	13,50	0,0714
Superficie interna					
					0,1000



SEZIONE 1:50



Pianta della serra



Prospetto della serra

- 1: CHIUSURA ORIZZONTALE SERRE SOLARI**
- Pavimentazione in doghe di legno di abete sp: 1,5 cm
 - Lastra Knauf Micronal PCM Smartboard 23/26 sp: 1,5 cm
 - Lastra di Fermacell per sottofondi sp: 1 cm
 - Pannello in fibre di legno Celenit FL-150 sp: 6 cm
 - Lastra in compensato KERTO-Q sp: 2,6 cm
 - Trave FINNOJIST in kerto-osb 8,9 x 38 cm
 - Intercapedine d'aria tra le travi sp: 23 cm
 - Isolante in lana di roccia Celenit LR-50 sp: 15 cm
 - Barriera al vapore in P.E. sp: 0,16 cm
 - Lastra in compensato KERTO-Q sp: 2,6 cm
 - Isolante in lana di roccia Celenit LR-50 sp: 4,0 cm
 - Rivestimento in legno sp: 1,5 cm

- 2: CHIUSURA VERTICALE SERRE SOLARI (SERRA-ABITAZIONE)**
- Infilso scorrevole a libro con profili a taglio termico e singolo vetro Pilkington Optilam Ultrawhite 15mm (fattore solare 80%)

- 3: CHIUSURA VERTICALE SERRE SOLARI (SERRA-ESTERNO)**
- Infilso scorrevole a libro SHUCO ASS 80 FD.HI vetrocamera 6/12/4/12/4 con gas Argon Uw = 1,3 W/mqK
 - Griglie di ventilazione superiore e inferiore RENSON THL 100
 - Lamelle frangisole RENSON ICARUS orientabili L=15 cm
 - Telaio frangisole in acciaio con piastre di aggancio ai solai

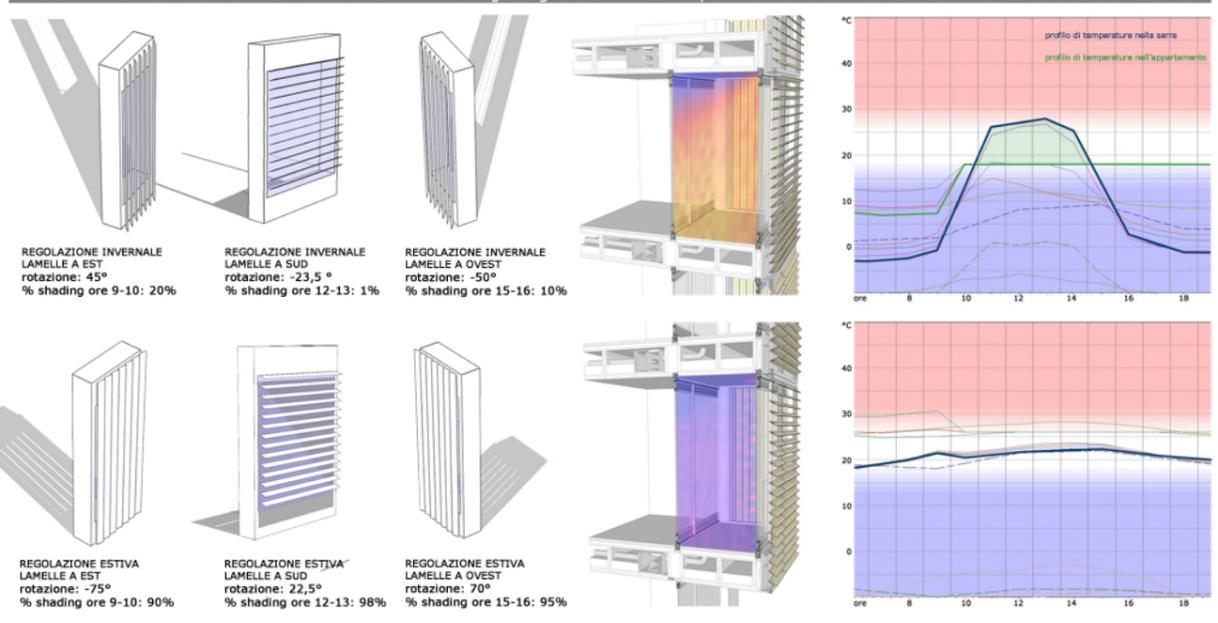
- 4: Infilso basculante SHUCO vetrocamera 6/14/4 bassoemissivo Uw = 1,4 W/mqK**

- 5: Griglia a pavimento RENSON 511 con condotta di ventilazione Ø 10 cm**

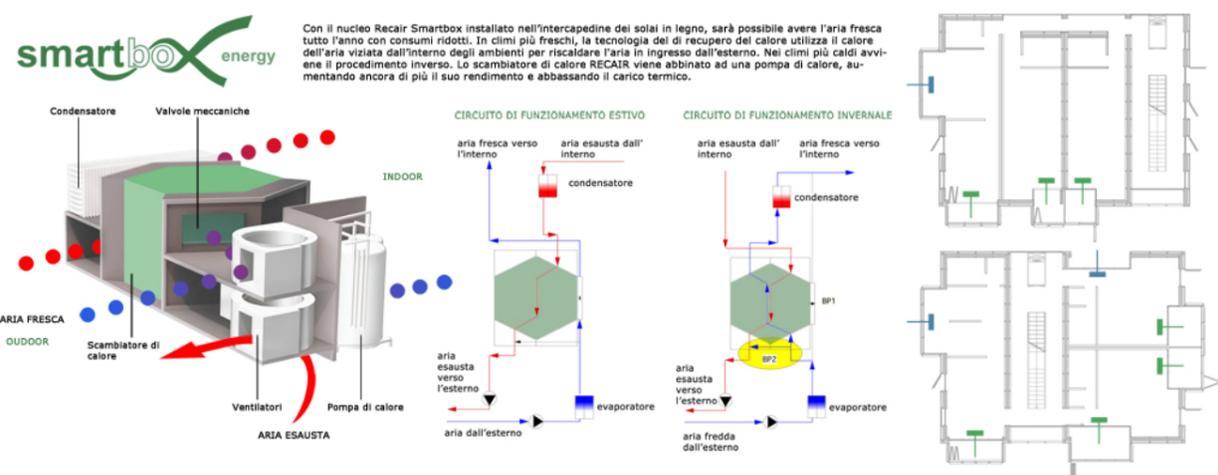
- 6: Sistema di climatizzazione decentrata RECAIR SMARTBOX 112 x 35 x 40 cm**

Sezione sulle serre_scala 1:20

FUNZIONAMENTO PASSIVO DELLA SERRA BIOCLIMATICA: guadagno solare invernale, effetto estivo delle schermature e della ventilazione naturale



SISTEMI ATTIVI PER LA CLIMATIZZAZIONE: unità decentrate nei solai per lo sfruttamento dell'aria preriscaldata nella serra (aumento efficienza)



STIMA DELLA PRODUZIONE ELETTRICA MENSILE DELLE COPERTURE FOTOVOLTAICHE

