



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

## FLORE

# Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

### **Ancora una volta è l'integrazione la chiave di un'opera sviluppata all'insegna della riduzione dei consumi e delle emissioni. Una**

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

*Original Citation:*

Ancora una volta è l'integrazione la chiave di un'opera sviluppata all'insegna della riduzione dei consumi e delle emissioni. Una progettazione intelligente modulata sulla variabilità delle situazioni a Lucca, progetto di Marco Sala / M. Sala; R. Romano. - In: MODULO. - ISSN 0390-1025. - STAMPA. - (2012), pp. 21-36.

*Availability:*

The webpage <https://hdl.handle.net/2158/745925> of the repository was last updated on

*Terms of use:*

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

*Publisher copyright claim:*

La data sopra indicata si riferisce all'ultimo aggiornamento della scheda del Repository FloRe - The above-mentioned date refers to the last update of the record in the Institutional Repository FloRe

(Article begins on next page)

## Q MODULO PAROLE CHIAVE

ARCHITETTURA SOSTENIBILE · BIOCLIMATICA · BIOEDILIZIA · CENTRO ABITA FIRENZE · **MARCO SALA**  
ARCHITETTO · **LUCCA**



Ancora una volta è **L'INTEGRAZIONE** la chiave di un'opera sviluppata all'insegna della riduzione dei consumi e delle emissioni. Una progettazione intelligente modulata sulla **VARIABILITÀ DELLE SITUAZIONI A LUCCA**, progetto di **MARCO SALA**

Il progetto per la realizzazione del nuovo Centro Competenze in Ambiente Virtuale e ICT si identifica come un intervento di Ristrutturazione Edilizia di un immobile esistente, già ad uso produttivo, per la realizzazione di un nuovo edificio facente parte del complesso del Polo Tecnologico Lucchese, da destinare a funzioni di incubatore d'impresa per nuove attività con particolare riferimento alle imprese giovanili. L'intervento prevede il cambiamento di destinazione d'uso da produttivo (ormai dismesso) a direzionale, con la realizzazione di uffici e laboratori, mediante la demolizione del vecchio fabbricato e la ricostruzione, a parità di ingombro plani-volumetrico, del nuovo organismo edilizio.

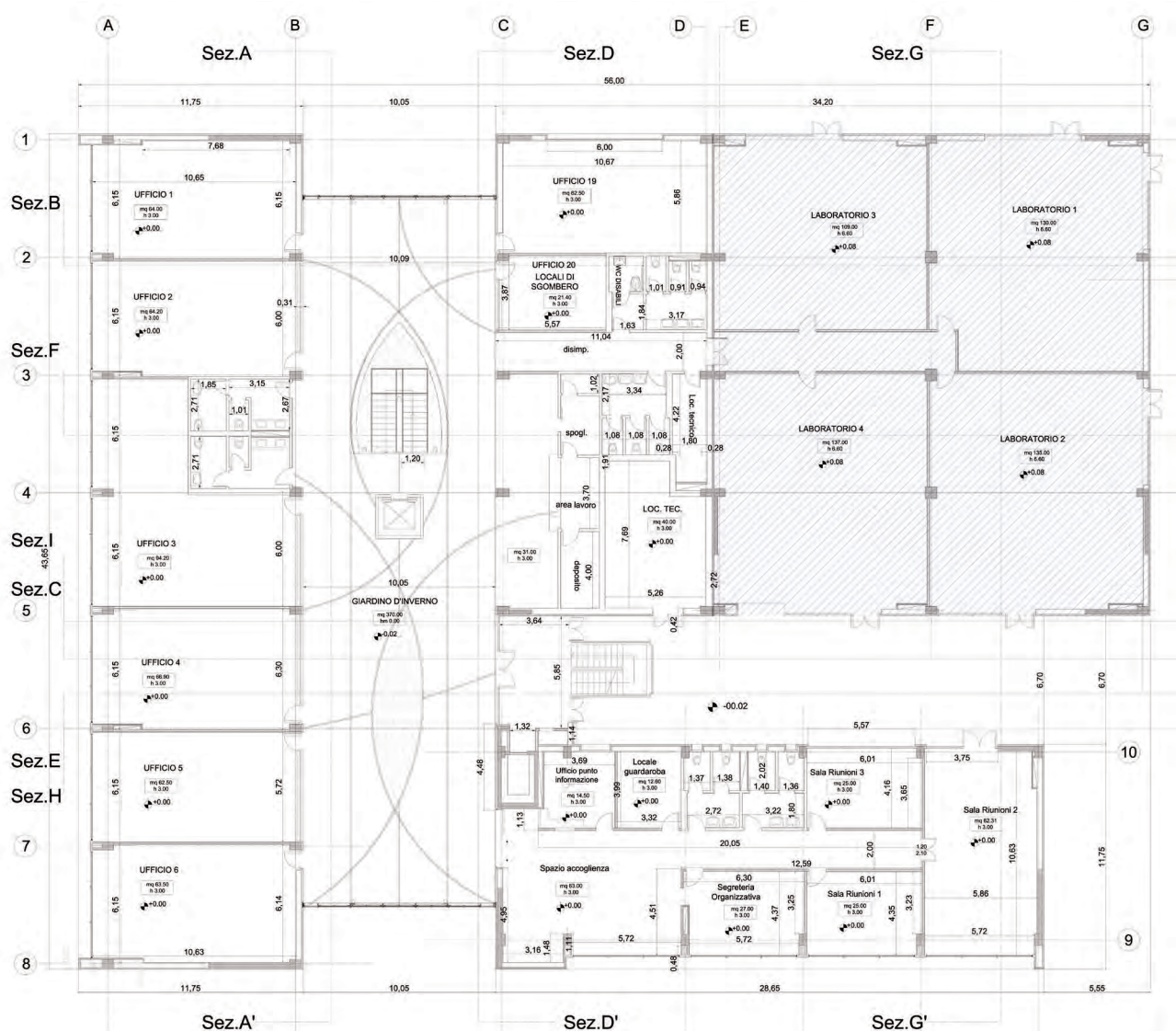
L'intervento si caratterizza per la scelta di sviluppare un progetto di architettura sostenibile, ispirato ai criteri della bioclimatica e della bioedilizia con il ricorso all'impiego di energie alternative e di ogni accorgimento utile ad abbattere i consumi energetici del fabbricato.

Il progetto per il Centro Competenze in Ambienti Virtuali e ICI è stato sviluppato avendo cura di inserire in maniera adeguata la nuova struttura ricettiva nel contesto ambientale di riferimento, individuando delle scelte architettoniche e formali che ne riducano l'impatto ambientale e permettano di proporre un'architettura innovativa per l'uso delle risorse energetiche rinnovabili e per la riduzione dei consumi necessari alla sua gestione, in termini di condizionamento e illuminazione.

L'involucro architettonico è stato pensato e sviluppato per favorire l'integrazione di strategie che consentano di limitare i consumi; le scelte tecnologiche ed impiantistiche adottate sono state finalizzate alla riduzione dell'emissione di sostanze inquinanti in atmosfera.



L'EDIFICIO (CENTRO IN AMBIENTI VIRTUALI E ICT. INCUBATORE D'IMPRESA CON UFFICI E LABORATORI) È STATO PROGETTATO DALL'**UFFICIO TECNICO DELLA PROVINCIA DI LUCCA** CON LA CONSULENZA DEL **CENTRO ABITA DI FIRENZE - PROF. ARCH. MARCO SALA**. CONSULENTE PER LA BIOARCHITETTURA IL CENTRO ABITA DI FIRENZE. PROGETTISTA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI È STATO LO **STUDIO TECHNE'** DI LUCCA. L'OPERA È STATA INIZIATA NEL GENNAIO 2009 E COMPLETATA NEL **NOVEMBRE 2011**. LA SUPERFICIE DI PROGETTO È DI **5.000,00 M<sup>2</sup>**. IL COSTO DI **5.100.000,00 EURO**. COMMITTENTE LA CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA ARTIGIANATO. SOCIETÀ LUCCA INNOVAZIONE E TECNOLOGIA.



## Soluzioni d'INVOLUCRO DIFFERENZIATE in relazione all'ORIENTAMENTO: dalla facciata dinamica integrata con il fotovoltaico alle schermature solari alla parete ventilata

Il fabbricato di progetto, in pianta, si presenta costituito da tre corpi collegati da una galleria centrale di uso pubblico, coperta da un ampio atrio vetrato in acciaio e vetro, che si sviluppa in direzione est-ovest e che costituisce il fulcro dell'intero fabbricato. La galleria collega rispettivamente gli edifici destinati ad uffici e laboratori, che presentano soluzioni tecnologiche d'involucro diverse in relazione all'orientamento del corpo di fabbrica:

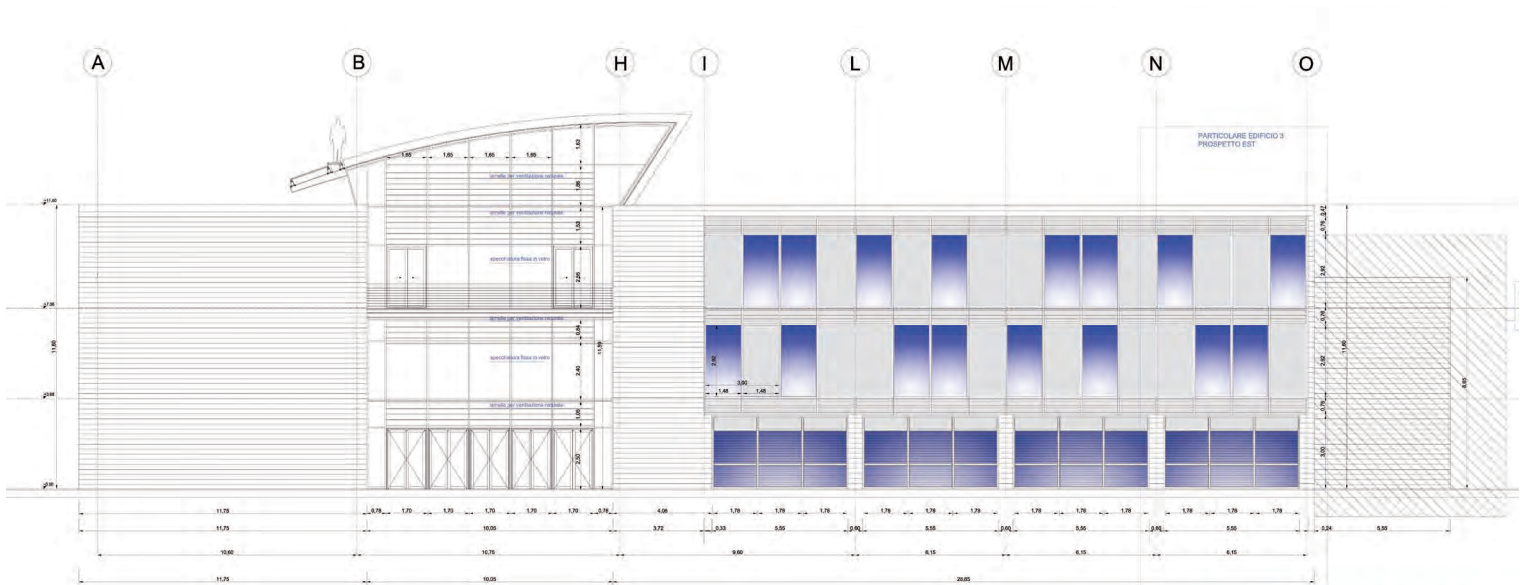
- Edificio 1, posto a sud del complesso, presenta un ingombro planimetrico di m. 43,65x11,75, si sviluppa su tre livelli per un'altezza di 11,00 metri con destinazione d'uso per uffici. Il fronte principale orientato a sud è caratterizzato da una facciata dinamica a doppia pelle nella quale sono integrati pannelli fotovoltaici.
- Edificio 2: E' rappresentato dal blocco posto frontalmente all'edificio precedente avente ingombro planimetrico pari a circa m 25,20x11,30.

E caratterizzato da ampie aperture vetrate, schermate con lamelle in alluminio, orientate a ovest.

- Edificio 3: Questo edificio è disposto secondo la direttrice nord-sud e presenta un'altezza di 11,00 metri. Il prospetto a Est è caratterizzato dalla stessa soluzione di facciata che è stata adottata sul fronte sud dell'edificio 1, mentre gli altri fronti hanno una soluzione d'involucro a parete ventilata.
- Giardino d'inverno: Lo spazio collocato fra il prospetto nord dell'edificio 1 ed i prospetti sud degli edifici 2 e 3 rappresenta l'accesso a tutti gli ambienti del corpo di fabbrica. Questo ambiente di transizione fra l'esterno e i locali operativi è coperto mediante una struttura in acciaio e vetro di forma curvilinea che ben si inserisce nel contesto architettonico dell'intero complesso. La copertura rappresenta sicuramente l'elemento caratterizzante l'intervento sia dal punto di vista ingegneristico che architettonico. La galleria, infatti, è aperta al passaggio del pubblico a livello del piano terra, e potrà essere vissuta come un "giardino d'inverno"; questo spazio accoglie le strutture per la distribuzione verticale e orizzontale del fabbricato – un vano scala ed un vano ascensore, ballatoi di distribuzione orizzontale ai piani primo e secondo - in modo da assicurare la completa funzionalità dell'edificio e la necessaria relazione spaziale. Essa inoltre costituisce l'ingresso principale del fabbricato che si affaccia, sul lato Est, verso un altro edificio di proprietà della Camera di Commercio, e sul lato ovest verso una vasta area destinata a parcheggio a servizio dell'intero complesso immobiliare.
- Laboratori: Il quarto ed ultimo edificio è ubicato a nord-ovest rispetto al centro dell'intero intervento. Questo fabbricato, a differenza di tutti gli altri, è destinato ad ospitare laboratori. Il volume architettonico è caratterizzato da ampie aperture, che permettono l'accesso ai laboratori, e da una parete ventilata con finitura in doghe di alluminio rosso.

Il progetto del Centro Competenze In Ambienti Virtuali e ICT di Lucca è stato sviluppato tenendo conto sin dalla fase di stesura preliminare delle caratteristiche climatiche dell'area di progetto, la progettazione bioclimatica di un sito, infatti, non può prescindere dall'analisi climatica dell'area geografica in cui il complesso architettonico andrà ad inserirsi.

Abbiamo analizzato in fase di progettazione preliminare i dati climatici di Lucca, rilevati dalla postazione ENEA più vicina alla città Toscana.

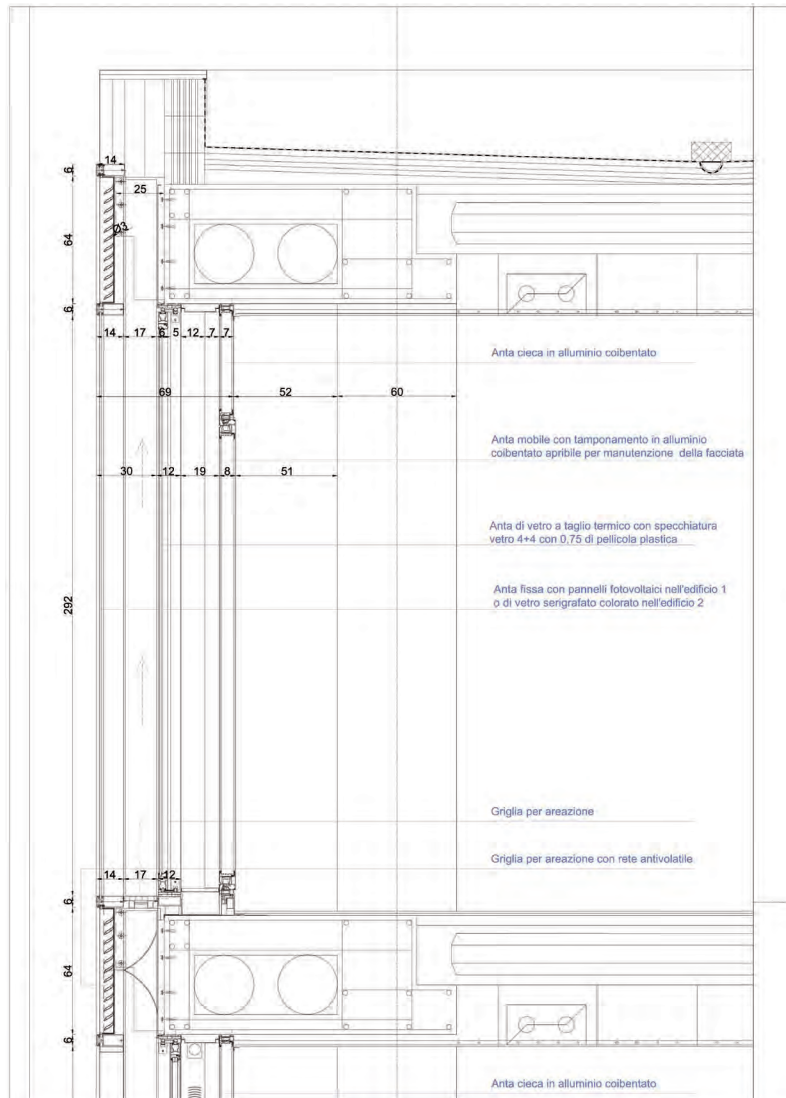




I “fondamentali” del **PENSIERO SOSTENIBILE** interpretati e applicati con modalità flessibili e collaboranti: dal **TETTO GIARDINO** ai **SISTEMI SCHERMANTI**, dalla **VENTILAZIONE** all'**ILLUMINAZIONE NATURALE**

**N**el progetto per il Centro competenze in ambienti virtuali e ICT di Lucca il tetto giardino assume particolare valenza sia estetica che tecnologica perché permette di integrare ottimamente gli edifici nel contesto ambientale accentuandone le peculiarità energetiche.

In particolare abbiamo previsto di integrare un tetto giardino di tipo estensivo nella copertura del volume che ospiterà i laboratori così da implementarne, in modo eco-compatibile, l'isolamento termico. Questo tipo di tecnologia necessita di una manutenzione annuale ordinaria per controllare l'impianto di irrigazione. Il tetto giardino, garantisce, inoltre, un adeguato isolamento acustico dell'edificio collocato in prossimità



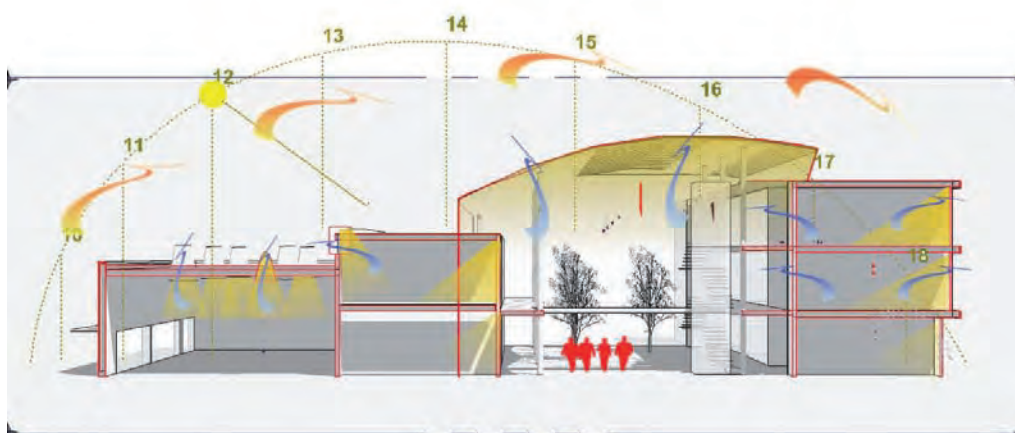
Facciata fotovoltaica sud.



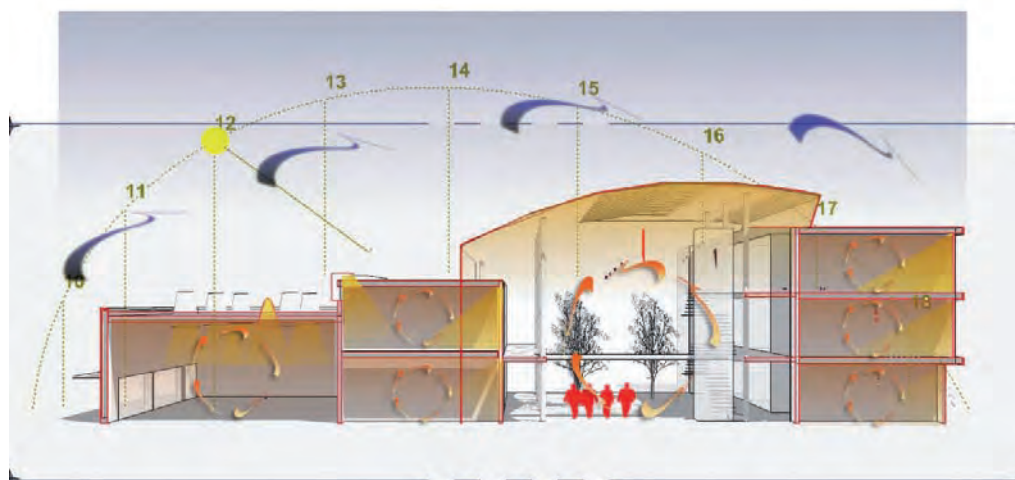
dell'autostrada, poiché la sua elevata massa volumica assorbe le onde sonore, riducendone l'intensità. All'interno della serra è prevista inoltre la piantumazione di bambù in prossimità dei collegamenti verticali. In questo spazio la vegetazione contribuirà alla mitigazione della temperatura nei mesi estivi, incidendo sulla temperatura dell'aria che confluirà all'interno degli spazi attraverso l'apertura dei fronti e di parte della copertura vetrata.

La progettazione in chiave bioclimatica dell'edificio e le scelte tecnologiche adottate per raggiungere l'obiettivo della riduzione dei consumi energetici durante tutto l'arco dell'anno, ci hanno condotto a prestare particolare attenzione all'adozione di sistemi di schermatura che permettono il controllo e la regolazione della radiazione solare incidente. In particolar modo:

- Negli edifici 1 e 2 abbiamo adottato innovative soluzioni di facciata che prevedono una variabilità delle prestazioni dell'involucro nei vari mesi dell'anno. Il componente di facciata adottato, costituito da una partizione opaca e da una trasparente, è caratterizzato da una serie di elementi mobili, tra cui si distingue una schermatura in lamelle di alluminio preformate e inclinate in modo tale da garantire l'intercettazione della radiazione solare nei mesi estivi senza compromettere l'illuminazione naturale degli spazi interni.
- Tutte le aperture trasparenti sono caratterizzate dall'integrazione di sistemi schermanti costituiti da lamelle in alluminio mobili, garantendo un'adeguata protezione contro i raggi solari, lo sfruttamento della luce del giorno e la visione verso l'esterno.
- La copertura vetrata della serra presenta parte è caratterizzata dall'integrazione nella parte orientata a sud di pannelli fotovoltaici di silicio policristallino semitrasparente. Questa scelta è stata motivata, oltre che dalla volontà di trasformare il sistema di copertura in un impianto fotovoltaico che contribuisce a



Configurazione bioclimatica nei mesi estivi.



Configurazione bioclimatica nei mesi invernali.

produrre l'energia elettrica necessaria al fabbisogno dell'edificio, dall'analisi dell'inclinazione della radiazione solare nei mesi estivi. La superficie fotovoltaica garantisce infatti un adeguato ombreggiamento dello spazio tampone di collegamento tra i corpi di fabbrica, evitando pericolosi fenomeni di surriscaldamento.

L'approccio progettuale scelto per il progetto in esame ha privilegiato tutte quelle scelte finalizzate all'ottenimento di un sistema architettonico capace di interagire con l'ambiente e che, attraverso semplici dispositivi, sia in grado di consentire il controllo delle fluttuazioni interne della temperatura e di altri parametri che possono influire sulle condizioni di comfort.

Uno degli obiettivi principali del progetto per il Nuovo Centro in ambienti Virtuali e ICT è stato quello di garantire che tutti gli spazi per uffici avessero adeguati ricambi d'aria attraverso sistemi di ventilazione naturale.

Per raggiungere questo obiettivo sono state adottate tutte le soluzioni necessarie a garantire la ventilazione trasversale all'interno degli ambienti di lavoro, soprattutto nei mesi estivi. Gli unici ambienti che avranno sistemi meccanici di ricambio d'aria saranno le sale riunioni.

Gli uffici sono dotati di aperture con infissi che si aprono a battente ed a vasistas verso l'esterno, mentre sui fronti che si affacciano sulla serra è stato previsto un sistema di bocchette per la ventilazione integrate nel tamponamento, caratterizzate da un'apertura ad anta a ribalta, con l'obiettivo di incrementare la ventilazione trasversale all'interno degli spazi.

Il componente di facciata innovativo, inoltre, è dotato di un'anta interna vetrata che si apre anche a vasistas e da un componente esterno mobile dove trova alloggiamento una zanzariera, che funzionando da sistema antintrusione esterno, permette il night cooling nei mesi estivi.

I sistemi di facciata saranno inoltre implementati con sistemi domotici che favoriscano la ventilazione naturale durante le medie stagioni e l'estate; questa soluzione ci ha permesso di ipotizzare una riduzione dei fabbisogni energetici di circa il 30% rispetto ad un edificio tradizionale.

La gestione delle aperture della galleria è stata inoltre finalizzata a trattenere il calore nella stagione invernale, mentre nella stagione estiva dovrà favorire al massimo la ventilazione naturale, ed in particolare l'instaurarsi di moti convettivi interni.

Per questo motivo gli elementi mobili, sia a comando meccanizzato che manuale, posti sulle facciate laterali e sui due fronti della serra, rimarranno aperti durante la stagione estiva e nei periodi di intenso soleggiamento.

Nel caso di regolazione con controllo automatizzato collegato con sensori di temperatura, oppure di controllo manuale giornaliero affidato al personale di gestione del centro, l'apertura delle lamelle sarà regolata dalle effettive

esigenze per il controllo della temperatura interna.

In ogni caso, per permettere una buona ventilazione naturale estiva, deve essere osservata la norma che devono rimanere aperte sia le porte di accesso sui due fronti (poste in basso) che le finestrate a lamelle poste in alto, sia lateralmente che sui due fronti, e questo per permettere il moto convettivo dell'aria interna. Nel progetto in esame le ampie vetrate che collegano gli ambienti interni, le grandi superfici trasparenti di chiusura verticale ed i lucernai di copertura, sono stati dimensionati per garantire ottimi livelli di illuminazione naturale all'interno degli spazi di lavoro e dell'ampio open space da destinare ad attività collettive, in modo da ridurre il più possibile il ricorso all'impianto di illuminazione artificiale.

Le aperture verticali, più che quelle orizzontali, rendono possibile anche la visione diretta dell'esterno, migliorando la percezione dello spazio ed il grado di accettazione del fruitore. La dimensione delle aperture e le caratteristiche delle schermature è stata progettata in relazione all'area geografica di progetto. I lucernari e le grandi superfici della serra saranno realizzati con vetri selettivi che permettono di ridurre l'apporto termico della radiazione luminosa garantendo tuttavia una buona e diffusa illuminazione degli spazi interni. In relazione alla zona climatica ed alla tipologia di edificio, il corretto uso dell'illuminazione naturale può migliorare il comfort visivo interno con un notevole risparmio energetico.



l'innovazione tecnologica per la nuova architettura

# greenbuilding

EFFICIENZA ENERGETICA  
E ARCHITETTURA SOSTENIBILE  
mostra e convegno internazionale

6<sup>a</sup> edizione

- architettura sostenibile
- efficienza energetica nell'involucro edilizio
- efficienza energetica negli impianti tecnologici
- sostenibilità del ciclo dell'acqua
- il verde nell'ambiente costruito
- certificazione, consulenza, progettazione

**Fiera di Verona**  
**9 - 11 maggio 2012**

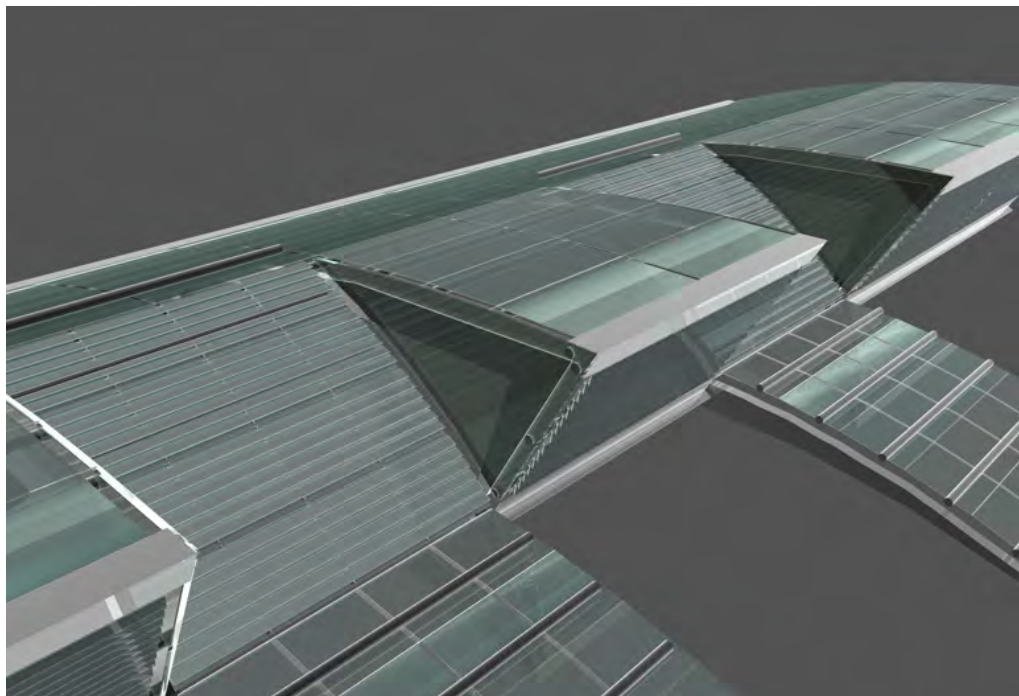
Nel progetto in esame la scelta di dotare l'edificio di ampie superfici trasparenti di chiusura verticale e integrare dei lucernai nella copertura degli uffici orientati a nord ha permesso di ottenere ambienti più luminosi e gradevoli, migliorando la percezione dello spazio interno, implementando la visibilità degli utenti verso l'esterno e la loro percezione del tempo, con il conseguente miglioramento delle condizioni psicologiche lavorative. Le aperture e le schermature sono state progettate in modo da evitare fenomeni di abbagliamento diretto, garantendo una buona distribuzione della luce naturale all'interno dello spazio. L'ottimizzazione dell'uso della luce naturale ha, infine, permesso di ridurre i consumi energetici dell'edificio, limitando il ricorso a fonti luminose artificiali. In particolare abbiamo adottato le seguenti soluzioni:

- Facciata a sud, costituita dal componente di facciata dinamica con vetri doppia camera basso emissivi, selettivi e antisfondamento montati su profilati in alluminio a taglio termico, con elementi di schermatura capaci di regolare il flusso luminoso.

- Solar pipe integrati nella copertura dei laboratori per incrementare l'illuminazione naturale di questi ampi spazi di lavoro. Saranno, inoltre, adottate lampade a risparmio energetico con diverse potenze commisurate alla destinazione funzionale degli ambienti, dotando gli spazi di servizio e collegamento con sistemi elettronici di controllo automatico del funzionamento degli apparecchi luminosi per evitare sprechi dovuti a distrazione dell'utenza.

Come precedentemente ricordato l'obiettivo principale del progetto è stato quello di limitare i consumi energetici dell'edificio garantendo condizioni di comfort indoor ottimali. Per raggiungere questo obiettivo è stata prestata grande attenzione alla progettazione dell'involucro e degli impianti di condizionamento, così da garantire un buon livello di: temperatura, umidità e velocità dell'aria durante tutte le stagioni. In particolare tutti e quattro i corpi di fabbrica sono caratterizzati da soluzioni di facciata con isolamento a cappotto e parete ventilata, così da assicurare valori di trasmittanza ben al di sopra di quelli previsti dalla normativa italiana. Sul fronte sud e su quello est abbiamo integrato una doppia pelle dinamica, che durante i mesi invernali, grazie alla possibilità di chiudere la pelle esterna permette di incrementare l'isolamento termico della superficie di tamponamento, ed evitare il fenomeno della parete fredda tipico di molti uffici delimitati da superfici trasparenti. Per aumentare il benessere termico abbiamo scelto di integrare nell'edificio un impianto radiante a soffitto, che sarà utilizzato per il riscaldamento invernale ed il raffrescamento estivo; ogni ufficio sarà inoltre dotato di un deumidificatore che permetterà di regolare l'umidità.

Il ricambio dell'aria è garantito dalla ventilazione naturale all'interno dei vari ambienti.



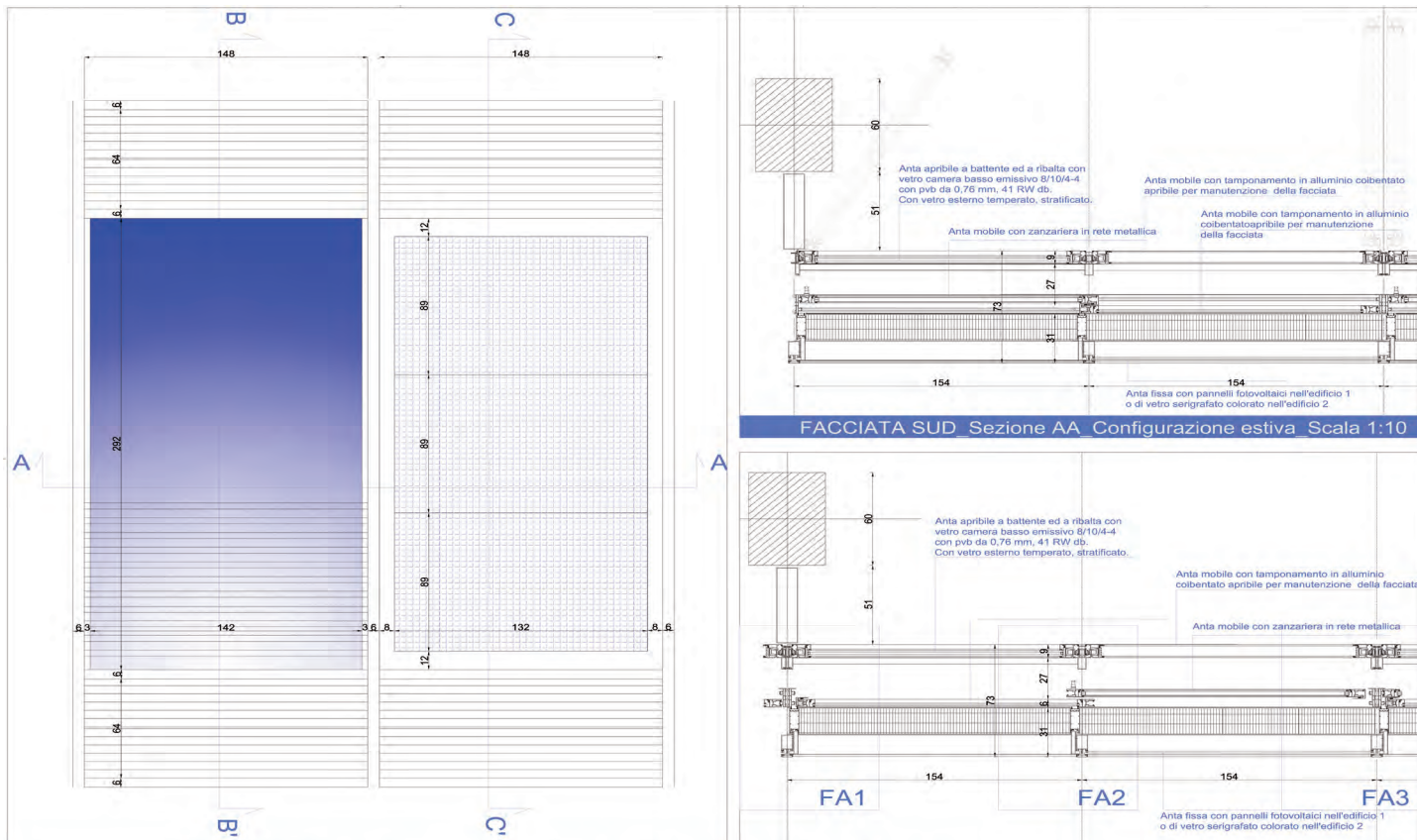
## Soluzioni di facciata, tetto rovescio e tetto verde, superfici trasparenti: le **PUNTE DELL'INNOVAZIONE** selezionate e applicate nell'Incubatore d'impresa di **LUCCA**

Pareti esterne:

Per quanto riguarda le scelte relative alle pareti esterne il Nuovo Centro Competenze in ambienti Virtuali e ICT è interessante ricordare che sono state adottate soluzioni tecnologiche di facciata che garantissero elevate prestazioni di isolamento e inerzia termica. In particolare:

- L'intera parete orientata a sud si configura come una parete tecnologica attrezzata con pannelli fotovoltaici integrati in facciata, costituita da una sequenza di infissi in parte apribili e in parte fissi opachi (quelli destinati ad accogliere i pannelli fotovoltaici); dotata di un sistema di chiusura composto da un pacchetto di teli ombreggianti, anti-insetti, grate, oscuranti, vetri basso-emissivi e acustici. Questo componente di facciata sviluppato proprio in relazione alle prestazioni energetiche dell'edificio, garantisce buone prestazioni sia d'estate, quando la pelle esterna è aperta e il sistema oscurante abbassato, che nei mesi invernali quando il pannello con la lastra vetrata è chiuso e l'intero pacchetto tecnologico presenta un coefficiente di trasmittanza  $U: 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dobbiamo ricordare che dietro il pannello fotovoltaico si trova una componente opaca coibentata costituita da un anta apribile per la manutenzione dell'intercapedine, mentre l'infisso interno è realizzato con profilati in alluminio a taglio termico e doppio vetro camera basso/emissivo.
- La parete orientata ad est riprende la partizione ed il disegno della facciata sud, non contiene pannelli fotovoltaici ma vetri riflettenti.
- Le pareti di chiusura dei corpi di fabbrica destinati ad uffici e dei laboratori, orientate a ovest e a nord, sono realizzate come termopareti ventilate con rivestimento in pannelli di alluminio, così costituite:
  - Blocchi di poroton rettificato di 20,00 cm di spessore
  - Strato di isolamento termico in Polistirene espanso di 12,00 cm
  - Intercapedine d'aria di 4,00 cm
  - Rivestimento in doghe di alluminio orizzontali

Il rivestimento degli uffici e dei laboratori è differenziato per le dimensioni ed il colore del rivestimento



d'alluminio. Queste pareti hanno una trasmittanza termica pari a  $0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$  con una massa superficiale di  $250 \text{ kg/m}^2$

Solaio contro terra:

$U = 0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$

Copertura:

Per le coperture dei quattro edifici che costituiscono il nuovo Polo Tecnologico di Lucca abbiamo scelto le seguenti soluzioni tecnologiche:

- Tetto rovescio (negli edifici 1,2,3), isolato con uno strato isolante in polistirene espanso (senza pelle, con massa volumica 50) dello spessore di 11,00 cm, con finitura in guaina impermeabilizzante incollata a freddo di colore bianco dello spessore di 4,00 mm. E' stato scelto di adottare la guaina bianca come finitura esterna per favorire la produttività dei pannelli fotovoltaici di silicio amorfo che sono stati integrati su di essa. La guaina bianca, riflettendo la radiazione solare incidente, contribuisce inoltre ad evitare pericolosi fenomeni di surriscaldamento del manto di copertura nei mesi estivi. La trasmittanza del solaio è di  $U: 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
- Tetto giardino (nell'edificio destinato a laboratori), costituito da: un massetto di 5,00 cm; guaina impermeabilizzante; isolante in polistirene espanso dello spessore di 8,00 cm; strato drenante per tetto giardino; tessuto non tessuto; strato di terra dello spessore di almeno 70,00 cm per garantire la piantumazione di essenze arboree di dimensioni ridotte. Trasmittanza termica  $U: 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Superfici trasparenti:

Come precedentemente ricordato le pareti sud ed est sono caratterizzate dalla presenza di uno speciale componente dinamico di facciata costituito da:

1. Infisso interno trasparente, realizzato con vetro trasparente acustico isolato (costituito da vetro camera con 1 lastra stratificata (ACU) sp. 8/10/4+4 mm, con PVB da 0,76 mm ( $R_w=41 \text{ dB}$ )), montato su profilati in lega di alluminio tripla camera.
2. Infisso interno opaco, costituito da anta apribile a battente e anta fissa in scatolare di alluminio con riempimento di isolante termico in lana di roccia dello spessore di 7,50 cm montato su profilati in lega di alluminio
3. Schermatura, costituita da un telaio in alluminio anodizzato e lamelle di 92 mm in alluminio termolaccato.

4. Rotolante con zanzariera, ad incastro verticale.
5. Infisso esterno in vetro montato su anta scorrevole, costituito da vetro stratificato di sicurezza 4+4 mm con plastico 0,76 mm montato su profilati in lega di alluminio
6. Infisso esterno con pannello fotovoltaico, costituito da telaio in alluminio anodizzato all'interno del quale trovano alloggiamento 3 moduli fotovoltaici di silicio policristallino con una potenza di picco nominale di 190 W posti orizzontalmente di dimensioni 2,92 x 1,48 m.

Durante la stagione invernale questo sistema di facciata garantisce ottimi valori di isolamento termico, assicurando anche condizioni di illuminazione ottimali. Il pannello che sorregge la lastra di vetro singolo sarà chiuso, permettendo all'intercapedine d'aria tra esso e la parete posteriore di incrementare il livello di isolamento dell'intero componente.

In estate il sistema è parzialmente apribile (nelle sue componenti vetrate) permettendo il controllo della ventilazione naturale e della radiazione solare; oltre a consentire il night cooling, attraverso la presenza della zanzariera che non consente l'ingresso di insetti o animali dall'esterno.

In entrambe le stagioni il sistema di schermatura permette di regolare il flusso luminoso in entrata all'interno dell'edificio.

Il sistema di facciata presenta le seguenti proprietà:

- buone prestazioni di isolamento termico ed acustico, grazie all'installazione di componenti vetrate stratificate, basso emissivi e antisfondamento;
- garantisce l'illuminazione naturale degli ambienti interni, grazie alla presenza di opportuni elementi schermati;
- permette il night cooling durante le ore notturne dei mesi estivi in assenza dell'utenza, mediante l'apertura dell'infisso interno;
- consente di integrare tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili (fotovoltaico o solare termico) nella sua parte opaca.

Tutti gli altri infissi esterni sono stati realizzati con profilati triplacamera e a taglio termico con vetro satinato o trasparente, termoisolante composto da:

- Lastra esterna stratificata antinfortuno con trattamento superficiale Super Neutro magnetronico, basso emissivo, antisolare, posto verso l'intercapedine e float chiari e plastici ad attenuazione acustica;
- Intercapedine di spessore 16,00 mm con gas argon inserito, doppia sigillatura e distanziatore metallico;
- Lastra interna stratificata antinfortuno 44.4 composta da float chiari e plastici pvb interposti.

Gli infissi presentano le seguenti caratteristiche:

- Attenuazione acustica  $R_w$  46 db in accordo la norma EN ISO 140-717
- Caratteristiche energetico luminose in accordo la norma EN 410 e 673:
- Trasmissione luminosa TL 40%
- Fattore Solare FS 24 %
- Riflessione luminosa RL 16%
- Trasmittanza termica  $U$  1.1 W/m<sup>2</sup>K





## Impianti protagonisti in una progettazione calibrata sull'EQUILIBRIO e la “corresponsabilità” di SISTEMI E TECNOLOGIE

Impianti di tipo solare termico:

Parte del fabbisogno di acqua calda sanitaria è fornito da un impianto a pannelli solari termici, del tipo a collettore piano, installati sulla copertura dell'edificio 2. Si tratterà complessivamente di 6 pannelli, per una superficie totale di circa 18,00 m<sup>2</sup>.

Impianto fotovoltaico:

L'edificio per il Nuovo Centro Competenze in Ambienti Virtuali e ICT è caratterizzato dalla presenza di un impianto fotovoltaico integrato in copertura ed in facciata, la cui potenza è di 48,70 kW, con una produzione stimata di 49 082,96 kWh d'energia annua, fornita dai 300 moduli occupanti una superficie complessiva di 774 m<sup>2</sup>. L'impianto è stato diviso in tre zone secondo l'ubicazione e la tipologia dei pannelli fotovoltaici utilizzati:

- Zona 1: sistema fotovoltaico della facciata orientata a sud, costituito da pannelli di silicio policristallino, con una potenza di picco di 15 kW;
- Zona 2: sistema fotovoltaico integrato nella copertura degli edifici 1 e 3, costituito da tappetini di silicio amorfo, con una potenza di picco di 17 kW;
- Zona 3: sistema fotovoltaico integrato nella copertura della serra, costituito da pannelli di silicio policristallino di tipo vetro-vetro, per una potenza di 15 kW di picco.

Impianto fotovoltaico della facciata

L'impianto fotovoltaico integrato nella facciata sud dell'edificio 1 è costituito da 84 moduli fotovoltaici, occupanti una superficie di 99,05 m<sup>2</sup>. I pannelli fotovoltaici saranno integrati nella componente opaca del modulo di facciata (2,92 x 1,48 m), che ospiterà tre moduli fotovoltaici in posizione orizzontale.

L'impianto fotovoltaico della facciata è classificato come “impianto integrato”, ha potenza pari a 15,96 kW e una produzione stimata di 12 840,59 kWh d'energia annua.

Il campo fotovoltaico risulta diviso in 6 sottocampi da due stringhe, ognuno collegato con un inverter per

esterno, installato in posizione riparata dai raggi solari diretti e accessibile per l'ispezione visiva e per l'attività di manutenzione. Ogni stringa è dotata di un suo quadro di campo con opportuno sezionatore ed eventuale diodo di blocco. L'impianto è provvisto di quadri di campo in cui sono alloggiati i dispositivi di generatore associati al singolo inverter. Il quadro di protezione è dotato del dispositivo d'interfaccia che deve provvedere alla sorveglianza delle tensioni concatenate di rete e protezione per minima o massima tensione e della frequenza, e protezione per minima e massima frequenza.

**Impianto PV sul tetto degli edifici 1 e 3**

L'impianto fotovoltaico integrato sulla copertura degli edifici 1 e 3, classificabile come impianto totalmente integrato, ha una potenza pari a 17,14 kW e una produzione stimata di 18376,78 kWh d'energia annua, derivante dall'installazione sulla guaina di finitura esterna di 36 moduli fotovoltaici di silicio amorfo da 68 W e 108 moduli da 136 W occupanti una superficie di 319,4517 mq.

Il campo fotovoltaico presente sull'edificio 1 composto di 72 pannelli di silicio amorfo da 136 W, è diviso in 6 sottocampi da due stringhe, ognuno collegato con un inverter per esterno da installare in posizione riparata dai raggi solari diretti e accessibile per l'ispezione visiva e per l'attività di manutenzione.

La sezione presente sull'edificio 3 è composta di 36 pannelli di silicio amorfo da 136 W e 36 pannelli di silicio amorfo da 68 W, è diviso in 3 sottocampi da due stringhe, ognuno collegato con un inverter per esterno installato in posizione riparata dai raggi solari diretti e accessibile per l'ispezione visiva e per l'attività di manutenzione.

**Impianto fotovoltaico della copertura vetrata (serra).**

L'impianto fotovoltaico della copertura vetrata (serra) è classificato come "Impianto integrato", ha una potenza di 15,6 kW e una produzione stimata di 17.865,59 kWh d'energia annua, derivante da 60 pannelli fotovoltaici trasparenti vetro-vetro (sistema vetro camera), di dimensioni 3,020 x 1,620 m, disposti su file parallele di 12 pannelli ognuna, occupanti una superficie di 293,544 m<sup>2</sup>.

I pannelli hanno due diverse densità di celle:

Nella parte alta della struttura, che forma propriamente la copertura, sono disposti 48 pannelli su quattro file, per ottenere una potenza totale di 11,52 kW. Ogni pannello ha una potenza di picco di 240 W, prodotta per 96 celle. Nella fila più bassa, sono disposti 12 pannelli con una potenza di picco di 340 W, con 96 celle ognuno.

Il campo fotovoltaico della zona dei pannelli di 240 W, risulta diviso in 12 sottocampi da 1 stringa, ognuno collegato con un inverter. Il campo fotovoltaico della fila dei pannelli di 340 W è stato diviso in 3 sottocampi da una stringa, ognuno collegato con un inverter. Gli inverter di tutti e due i campi, sono per esterno e installati in posizione riparata dai raggi solari diretti e accessibile per l'ispezione visiva e per l'attività di manutenzione.

**Impianti geotermici**

L'energia termica necessaria al riscaldamento dell'intero complesso architettonico è garantita dall'installazione di un impianto geotermico composto di 18 sonde da 90 m di lunghezza e da due pompe di calore acqua-acqua monoblocco da interno.

Le caratteristiche dell'impianto sono le seguenti:





Potenza di riscaldamento = 43,7 kW.

Potenza frigorifera = 45 kW.

Potenza totale di 90 kW.

Impianti di riscaldamento e produzione di acqua calda con caldaie ad alto rendimento a condensazione

Come ricordato prima, il fabbisogno termico dell'edificio è fornito dall'impianto geotermico (si tratta di diciotto sonde verticali poste sotto la serra) collegato a due pompe di calore, tuttavia è stata installata anche una caldaia murale ad acqua calda a condensazione da 37,7 kW, che entrerà in funzione nel momento in cui ci sarà richiesta di maggior calore rispetto a quello garantito dalle sonde geotermiche.

Realizzazione di impianti di distribuzione a bassa temperatura

La climatizzazione dell'edificio è garantita da un sistema a soffitto radiante in tutti gli edifici per uffici, mentre nel volume destinato a laboratori, a causa dell'altezza degli ambienti, abbiamo previsto di installare un sistema a pavimento radiante.

Realizzazione di impianti di domotica

L'intero edificio è controllato attraverso un sistema domotico del tipo Building Management System, che permette di:

- monitorare in tempo reale i consumi energetici dell'edificio;
- garantire un adeguato controllo rispetto alle intrusioni dall'esterno;
- controllare elettronicamente l'apertura e la chiusura dei sistemi di schermatura, delle bocchette per la ventilazione e degli infissi.

Impianti di recupero delle acque piovane

E' stato realizzato un sistema di recupero delle acque piovane dalla copertura dei tre edifici. L'acqua è convogliata in una cisterna interrata e riutilizzata per l'irrigazione del giardino pensile e delle aree di pertinenza esterne.

Impiego di sistemi per la riduzione dell'uso di acqua potabile

Tutti i bagni sono dotati di rubinetti dotati di riduttori di flusso e di wc con cassetta di scarico con getto differenziato.