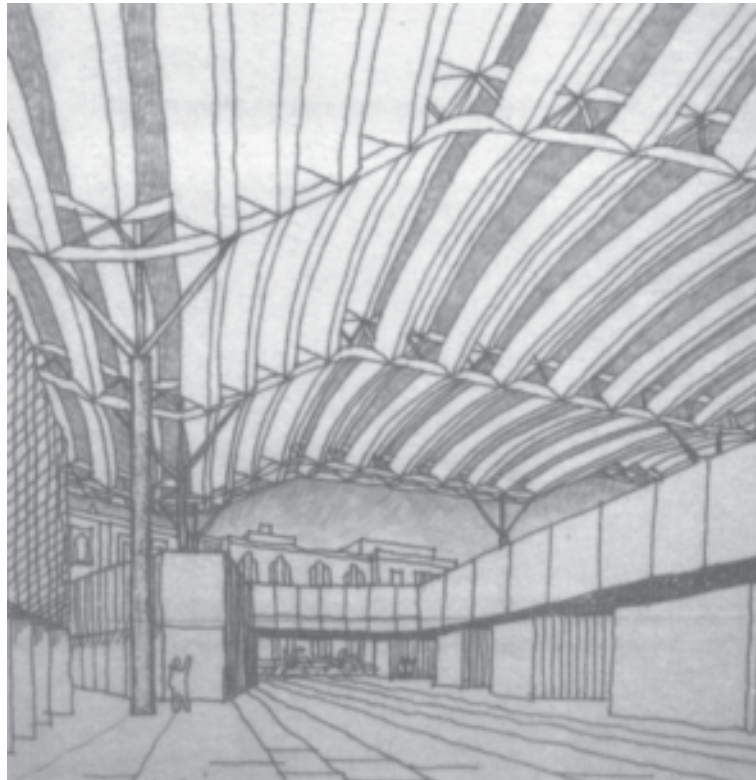
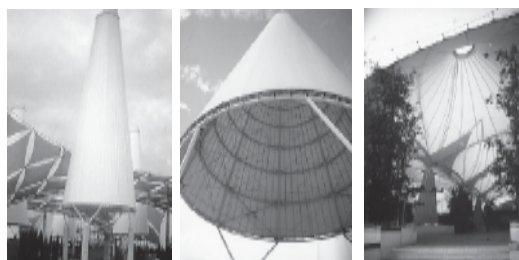


# SCHEMATURE PER ESTERNO

Lucia Ceccherini Nelli





4.1. Torri di ventilazione e Palenque Expo 92, Siviglia.

#### 4.1 Sistemi di schermatura per esterni

In una fase storica come quella attuale, stiamo assistendo alla pedonalizzazione di molti centri storici e centri di quartiere, che porta a riscoprire l'importanza delle strade e delle piazze percepite nuovamente come luoghi di socializzazione e matrici dello spazio urbano, le possibilità di relazione e di aggregazione umana sono facilitate dalle caratteristiche degli spazi esterni, dalla possibilità di una loro fruizione nel tempo il più possibile indipendente dalle condizioni meteorologiche e questo si può ottenere cercando di intervenire sul microclima ambientale con tecnologie bioclimatiche e con costi contenuti e che queste tecniche sono compatibili con gli aspetti funzionali e ambientali della progettazione urbana.

La considerazione degli spazi esterni nella progettazione bioclimatica non significa che ogni cortile o spazio aperto possa essere considerato un elemento di controllo del clima: numerosi sono i parametri da soddisfare e le considerazioni che a partire dal tipo di clima determinano le caratteristiche di uno spazio controllabile nel suo microclima. Questi parametri, che possono essere oggetto di modifica delle condizioni degli spazi esterni di progetto e che rappresentano le variabili che definiscono il clima ambientale in ogni situazione, sono gli stessi che influiscono nella progettazione dell'architettura:

- Irraggiamento solare diretto
- Temperatura delle superfici circostanti
- Temperatura dell'aria
- Velocità dell'aria
- Umidità relativa

Nelle applicazioni agli spazi esterni tuttavia le caratteristiche specifiche del luogo di intervento sono ancora più determinanti nella concezione del progetto, e nonostante la tradizione e la cultura architettoniche abbiano trattato da sempre il tema degli spazi esterni, sono ancora poche le realizzazioni affrontate con piena competenza della materia e supportate da studi e verifiche sufficientemente scientifici. Fra le opere recenti una delle più significative è certamente quella dell'Expo 92 di Siviglia, sia dal punto di vista degli investimenti, sia per l'afflusso di pubblico, che da un punto di vista metodologico ha rivelato che ci sono profonde differenze fra i sistemi convenzionali di condizionamento applicati agli edifici ed il trattamento degli spazi esterni, e che in quest'ultimo caso il rapporto fra architettura e sistemi impiantistici diventa un unico problema progettuale che deve essere affrontato in questi termini fin dall'inizio, con accurati strumenti di verifica. Anche sistemi di intervento concettualmente corretti possono rivelarsi inadeguati nella specifica applicazione progettuale, in quanto non si possono assumere passivamente modelli di attuazione, ed ogni situazione presenta parametri e caratteristiche originali che devono essere risolti con una collaborazione nel progetto di vari apporti specialistici.

La maggior parte delle schermature per esterni sono utilizzate per ombreggiare aree coperte con serre, pensiline o coperture di altro tipo.

I frangisole da utilizzarsi possono essere del tipo orizzontale, ad elementi verticali o inclinati.

L'ombreggiamento di Anfiteatri e stadi all'aperto come altri spazi di grandi dimensioni da coprire sono stati risolti spesso con membrane in tensostruttura, infatti con tale materiale è possibile coprire lunghe distanze. In



4.2. Progetto per il cielo geometrico che si affaccia sul Paseo del Prado, Madrid.

Aree climatiche piovose sono spesso utilizzate le membrane in tessuto impermeabile, mentre nei climi caldi non piovosi sono preferibili membrane traforate, per rendere più aeree e leggere le coperture e funzionare più propriamente come schermature.

4.3. Copertura per esterno per alcune aree di Beirut, sezione.



4.4. Oasi solare a Phoenix, U.S.A.



Sistemi	Coefficiente di schermatura
Vetro trasparente spessore	1.00
Vetro trasparente spessore	0.90
Calore assorbito trasmesso	0.50-0.80
riflesso	0.20-0.60
Sistemi di schermatura interni	
Veneziane	0.45-0.65
Rotolante	0.25-0.60
Curtains?	0.40-0.80
Schermature esterne	
grigliato	0.10-0.30
aggetto fisso	0.10-0.60
elementi verticali	0.10-0.60
alberi	0.20-0.60

#### 4.1.1 Coefficiente di schermatura

I differenti sistemi di schermatura possono essere associati al concetto di Coefficiente di schermatura, in questa sede i vari parametri che assoceremo a differenti sistemi sarà usato soltanto a titolo comparativo.

Coefficiente di schermatura per differenti sistemi ( tratto da Norbert Lechner, "Heating, cooling, lighting")

#### 4.2 Le Pensiline

Le pensiline costituiscono una particolare forma di protezione delle aree esterne dalle intemperie, limitata generalmente alla struttura di copertura, che oltre alla funzione di riparare dalla pioggia o di ombreggiare l'irraggiamento diretto del sole, hanno assunto un significato autonomo, di segnale urbano, che indica una concentrazione di traffico pedonale e un luogo privilegiato di sosta e di servizio. Non tutte le pensiline sono necessariamente legate ad una fruizione pedonale: in molti casi la copertura costituisce la componente di un edificio ed è finalizzata alla protezione di un'area di movimentazione merci, o allo svolgimento di attività all'aperto o con prevalente funzione simbolica per sottolineare un accesso o un percorso principale.

Da un punto di vista strutturale le pensiline non costituirebbero una tipologia particolarmente interessante, tuttavia proprio per la loro funzione di arredo urbano e per la loro diretta percezione al pubblico divengono esercizio di architettura, luogo di esibizione, allusione di tecnologie e forme che sono proprie di opere più importanti. Non a caso troviamo quasi tutti i sistemi costruttivi più avanzati rappresentati in queste realizzazioni, dalla tecnologia del vetro strutturale, alle tensostrutture, ai sistemi strallati, al legno lamellare, e spesso utilizzati da quegli stessi architetti che ne hanno firmato gli esempi più importanti.

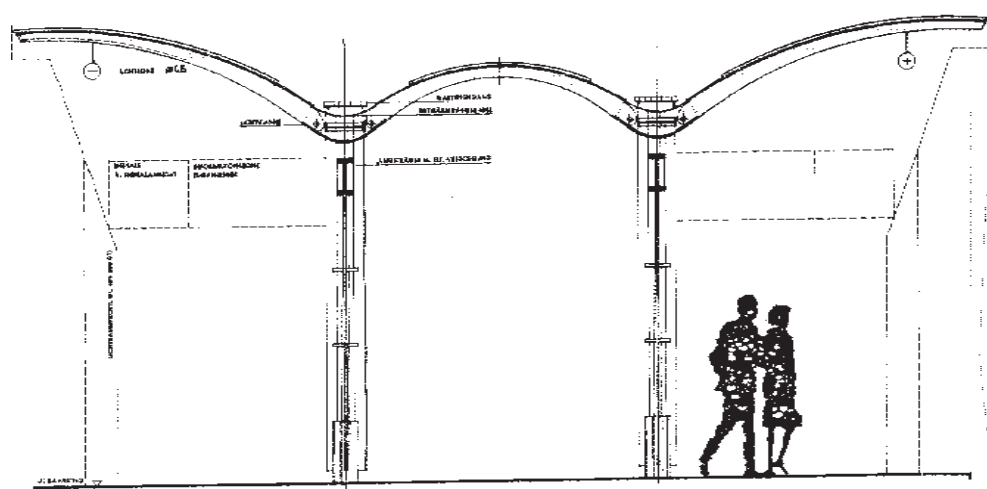
Le pensiline tuttavia conservano la loro valenza in termini di architettura bioclimatica, riuscendo a migliorare le condizioni

del clima esterno attraverso l'ombreggiamento nei climi caldi o il riparo dal vento o dalla pioggia nelle stagioni fredde, e possono trovare in questa funzione numerosi riferimenti ad applicazioni analoghe e ai principi che guidano la progettazione delle aree esterne.



4.5 Pensilina Expo 92

4.6. Copertura per banchine a Berlino  
 Il nuovo progetto prevede l'integrazione di pannelli fotovoltaici alle banchine per stazioni in Germania. Il modello sperimentale prevede 35 KWp.



4.7 Sistemazione esterna alla palestra a Chofu-shi, Tokyo



### 4.3 Progettazione del Verde

La progettazione del verde può migliorare il microclima sia invernale che estivo, offrendo ombra, raffrescamento per evaporazione a canalizzazione delle brezze estive, o barriere frangivento in inverno. La vegetazione assorbe largamente la radiazione solare, contribuendo a mantenere l'aria e il terreno sottostante freschi, mentre l'evapotraspirazione può ulteriormente abbassare le temperature.

Alberi, arbusti a viti possono proteggere d'estate dalla radiazione solare ad alberi a piante a foglia decidua permettono d'inverno una maggiore penetrazione solare. Misure di controllo della radiazione solare a di canalizzazione dalle brezze possono creare luoghi piacevoli per attività esterne.

#### L'architettura e la natura

L'arte del costruire è anche espressione del bisogno dell'uomo di manifestare la propria collocazione nello spazio terrestre.

La ricerca è rivolta a migliorare la qualità della vita attraverso l'introduzione di tecnologie più "naturali" nell'illuminazione, nel riscaldamento, nel raffreddamento e nella ventilazione degli ambienti.

L'importanza di queste applicazioni non è limitata solamente al risparmio energetico ma riguarda anche la diversa qualità della luce e il rapporto con il clima esterno, che può costituire un importante fattore di miglioramento della qualità dello spazio architettonico.

La salubrità ambientale fa supporre l'esistenza di alcune condizioni i cui fattori fondamentali sono l'irraggiamento solare e i fenomeni meteorologici ed atmosferici. L'uomo dispone di alcune risorse a cui può ricorrere per correggere gli effetti di questi fattori, indipendenti dalla sua volontà:

- sistemazioni superficiali del luogo;
- organizzazione tipologica dei luoghi e distribuzione equilibrata degli spazi;
- modalità costruttive degli spazi chiusi.

Tramite queste tecniche l'uomo può modificare a suo vantaggio la natura dei luoghi ed il microclima, in modo da rendere l'ambiente più ospitale e gradevole.

#### La vegetazione

Nella vegetazione il progettista trova il principale e più vario materiale da costruzione; infatti le piante danno vita e colore agli spazi verdi dei quali indicano i cambiamenti stagionali. Gli elementi che differenziano la vegetazione sono:

- il portamento
- la forma della massa vegetale
- il colore
- il fogliame
- i fiori
- i frutti
- le parti legnose (fusto, branche, rami, corteccia)



4.8 Sistemazione  
esterna del Workshop  
dell'UNESCO a  
Genova

La completa stratificazione delle piante in base all'habitus comprende diversi tipi:  
striscianti, - piante erbacee,  
a portamento eretto, - piante suffruticose  
tappezzanti, - piante arbustive  
cespugliose, - piante ad alberello, - piante arboree di terza, seconda e prima grandezza

Sfruttando il diverso habitus si possono ottenere effetti spaziali interessanti ma è necessario che la stratificazione non nasconda nessuno dei componenti, che invece devono essere messi in evidenza.

Gli accostamenti devono essere eseguiti attraverso una buona conoscenza delle caratteristiche morfologiche e di sviluppo delle specie.

Il colore della vegetazione è l'elemento di maggior effetto nella progettazione delle aree verdi.

L'uso dei colori consente di mettere in risalto luci e ombre, la cui alternanza è essenziale per dare vita ad un paesaggio.

Il fogliame è l'elemento base per la funzione ornamentale perché è caratterizzato dalla sobrietà e dalla durata.

Le fioriture sono l'elemento ornamentale più ricercato, ma non è corretto impostare la composizione su questo carattere perché la fioritura è sempre temporanea.

Alcune specie di piante possono avere pregio ornamentale durante l'inverno per il colore o per il disegno della corteccia.

Per creare un equilibrato **rapporto tra natura e architettura** sono state adottate numerose varianti di tetti d'erba e di pareti verdi. Queste tipologie possono svolgere numerosi usi e funzioni, soprattutto all'interno degli spazi urbani.

### Aspetti tecnologici

La realizzazione di rinverdimenti sui tetti e sulle facciate può migliorare le condizioni climatiche dentro l'edificio e può determinare una buona conservazione delle opere edili. Infatti attraverso l'opera di intercettazione dei raggi solari, i tetti verdi permettono un migliore isolamento termico dell'edificio. Tale isolamento mediante coperture sormontate da terra è caratteristico delle costruzioni "bioclimatiche". I tetti verdi quindi hanno un ruolo importante anche nella salvaguardia della tenuta dello stato impermeabilizzante, che spesso va incontro a processi fotochimici causati dagli agenti atmosferici con conseguente invecchiamento e decomposizione dei materiali. L'impermeabilizzazione è soggetta anche a fenomeni di contrazione durante i periodi di siccità e a fenomeni di dilatazione e successiva contrazione a causa degli sbalzi termici. Con la realizzazione dei rinverdimenti questi fenomeni di degrado sono limitati permettendo un allungamento della vita dello stato impermeabilizzante, azzerandone i costi di manutenzione.

Le coperture verdi possono svolgere un'importante funzione coibentante sull'edificio in quanto rendono possibile la diminuzione degli sbalzi termici.

L'effetto di isolamento del tetto verde è dovuto sia al complesso piante-substrato di coltura che, soprattutto, ai prodotti utilizzati per il drenaggio.



4.9 Facciata verde in una Villa in Lombardia

Questo fenomeno permette un miglioramento delle temperature dentro le abitazioni ed una diminuzione dei costi energetici; infatti le dispersioni di calore nei mesi invernali e quindi le spese di riscaldamento possono essere limitate del 50%. Invece in estate, grazie all'ombreggiamento ed al meccanismo dell'evapotraspirazione è possibile avere una diminuzione di 3-4°C rispetto alla temperatura dell'aria esterna (25-30°C).



4.10 Fitta vegetazione del giardino sul fronte sud di un Villaggio in Australia



4.11 Pareti fiorite di villa Rambaudi di Santrè a Cuneo

4.12 Giardino d'inverno a Hokkaido Giappone.





#### **4.4 Il giardino pensile**

I giardini pensili sono separati dal terreno naturale da una struttura artificiale e possono essere situati a qualsiasi livello dal suolo. Spesso l'uso di balconi, terrazzi, coperture piane degli edifici come aree verdi di riposo, rappresenta l'unica nota verde nell'affollato ambiente urbano e costituisce una potenziale risorsa di grande valore.

Il loro impiego può creare più spazio per il tempo libero e ridurre la sensazione di isolamento che si viene a determinare negli abitanti di palazzi molto alti; quindi i giardini verdi rappresentano un mezzo del rapporto con l'esterno. Alcune volte la vegetazione ricopre la casa che l'ospita, creando una completa armonia tra l'architettura ed il suo ambiente.

I giardini pensili hanno avuto un ruolo importante soprattutto nell'organizzazione della parte superiore della casa, permettendo la sua integrazione con la terrazza.

Sono state fatte numerose ricerche da parte degli architetti più importanti (Le Corbusier, Suavage, Sant'Elia, Adolf Loos, Jean Renaudie) sulle teorie del "tetto-giardino" e sono state create soluzioni originali di sovrapposizione verticale dei terreni artificiali o di terrazzi sfalsati.

L'uso del giardino pensile è intimamente connesso alle funzioni che vengono svolte a livello del suolo; tuttavia in essi è importante percepire un senso di intimità, sistemandoli in modo da creare un ambiente confortevole e riparato. Essi sono progettati in modo da schermare o da evidenziare particolari visuali esterne, oppure per motivi estetici o come protezione dal vento e dal rumore.

La caratterizzazione del giardino oltre che per la composizione di base (colore, forma, trama) si evidenzia anche con l'uso di tutta una serie di elementi che la possono ulteriormente arricchire.

Molto importante è l'ubicazione del giardino: è fondamentale cercare di integrare il più possibile la composizione con il contesto in cui è collocata.

Anche l'esposizione è uno dei fattori più condizionanti per la scelta delle piante in quanto ogni specie richiede una diversa sistemazione in base alla quantità di luce di cui necessita.

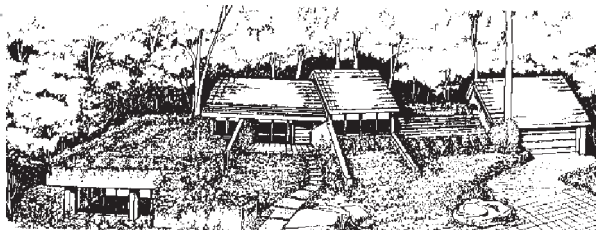
I giardini pensili sono spesso molto esposti ai venti, per cui è necessario proteggerli al fine di renderli il più possibile utilizzabili ed impedire danni alla vegetazione.

I ripari possono essere di vario tipo: schermi artificiali come muri, pareti vetrate, coperture mobili, portici, tralicci e pareti grigliate, oppure ripari naturali realizzati con piante di specie resistenti con fogliame molto fitto. È necessario comunque non ostacolare il vento in maniera troppo radicale in quanto esso passerebbe sopra l'ostacolo creando perturbazioni accresciute da un fenomeno di corrente; è consigliabile quindi, usare schermi semi-permeabili e studiare il loro posizionamento in funzione all'orientamento dei venti dominanti.

I giardini pensili richiedono particolari accorgimenti, dovendo garantire la stabilità della copertura; prima di trasformare un tetto, un terrazzo, un balcone in giardino è necessario che il fondo sia ben impermeabilizzato, isolato termicamente e con strutture adatte a sostenere qualsiasi peso aggiuntivo.

Le piante dovranno essere sistemate in contenitori stabili, costruiti con un opportuno sistema di drenaggio e spazio sufficiente per le radici.

Quando si scelgono le caratteristiche di un terreno artificiale per un giardino pensile vengono considerate, come guida, le proprietà di un terreno naturale. Ricostruire un suolo significa garantire un adeguato drenaggio che permetta lo scorrimento delle acque in eccesso, evitando così la stagnazione a livello delle radici.



4.13 Residenza a Castle hill in Australia

I giardini pensili sono per definizione isolati dal suolo e perciò non possono beneficiare dell'umidità delle falde sotterranee. I bisogni d'acqua variano secondo le specie scelte, la natura del terreno e il clima. È di grande utilità e di notevole efficacia l'uso di irrigazione del tipo:

- mini-aspersione: ha il vantaggio di pulire i fogliami dal pulviscolo atmosferico, la cui deposizione è particolarmente elevata nelle grandi città. Questo tipo di irrigazione è sensibile al vento ma presenta buone prestazioni agronomiche, anche se consuma più acqua;
- micro-irrigazione: il principio è di porre, al piede di ogni pianta, un gocciolatore. Questa tecnica permette di limitare lo sviluppo delle eventuali erbacce, in quanto è molto localizzata. Essa consuma meno quantità d'acqua rispetto agli aspersioni perché limita l'evaporazione. La micro-irrigazione è il sistema più adatto per le piante poste nei contenitori o nei vasi difficilmente irrigabili;
- irrigazione sotterranea con tubi porosi: si tratta di interrare tra 20 e 30 cm di profondità una rete di tubi di materiale tale da permettere il passaggio dell'acqua solo quando il tubo è sotto pressione;
- irrigazione-drenaggio: il vantaggio è di permettere una padronanza ed un'economia ottimale dell'acqua nella stagione asciutta, creando vasche a tenuta stagna che permettono di immagazzinare le acque di drenaggio.

4.14 Villaggio Nakano a Tone-gun, Giappone





#### 4.5 Le coperture verdi

Tra i giardini pensili, assume particolare importanza la qualità e la tipologia della copertura, elemento strutturale sul quale impostare le successive “soluzioni verdi”.

Le coperture hanno quale compito principale la protezione dagli agenti atmosferici; esse sono costituite dall'ossatura portante e dal manto di copertura, che rappresenta la superficie esterna del tetto. Le coperture si possono suddividere in coperture a falde inclinate (con pendenza superiore al 5%) e coperture piane. Tra queste ultime si distinguono le coperture praticabili o a terrazza con inclinazioni che non superano il 2-3%, consentendo un'agevole percorrenza.

L'inclinazione del tetto ha un'importanza tecnico-costruttiva e tecnico-vegetativa e rappresenta un fattore determinante da considerare per la scelta del metodo di piantagione e del tipo di vegetazione da impiegare per il sistema a verde.

Il tetto senza inclinazione è da classificare come caso particolarmente adatto per i metodi di sistemazione a verde con irrigazione per risalita capillare nell'ambito di sistemazioni intensive; questo tipo di coperture deve essere dotato di un efficace sistema per lo smaltimento delle acque.

Per quanto riguarda la struttura delle coperture a terrazzo, vanno previsti gli eventuali effetti dovuti a fenomeni di “strappo” nel manto di copertura, effetti legati a fenomeni di ritiro, di variazione termica e di assestamento agli appoggi.

La tipologia delle soluzioni costruttive si caratterizza per alcune prestazioni: quelle relative all'aspetto igrometrico-energetico e all'aspetto meccanico-statico.

Le prime vengono affrontate sviluppando modelli articolati su sequenze di strati funzionali, collegati e interessati alla gestione delle acque ed al controllo della resistenza termica globale della copertura.

Le seconde vengono risolte mediante sequenze di altri strati funzionali orientati a controllare le tensioni interne e l'equilibrio complessivo.

Quindi una prima fase progettuale tende ad individuare i modelli funzionali, orientati a raggiungere e sviluppare le prestazioni dell'obiettivo, mentre una seconda fase è mirata a selezionare quei materiali atti a sviluppare le funzioni primarie richieste.

Le coperture verdi apportano all'edificio vantaggi notevoli a causa della loro elevata valenza ecologica. La creazione di spazi verdi funzionali alla città ed agli individui, l'intercettazione di sostanze inquinanti, realizzazione di aree verdi per la sopravvivenza di flora e fauna, maggiore isolamento termico pertanto riduzione del riscaldamento, fonte di inquinamento ed infine regimazione delle acque meteoriche.

Isolamento termico aggiuntivo



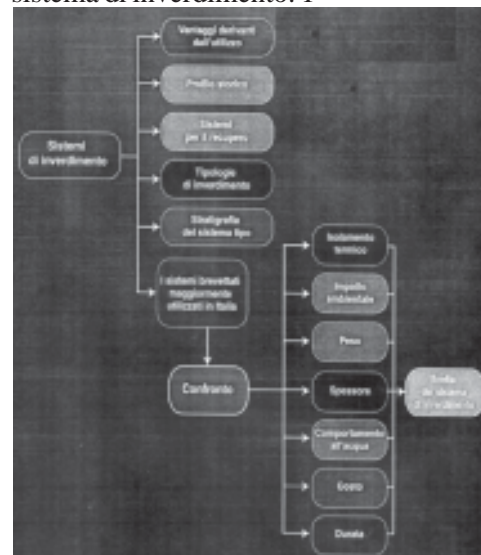
Superfici fruibili



Ambiente di vita per animali e piante



4.15 Schema delle voci componenti un sistema di inverdimento. 1



1. (Beatrice Bongiovanni, Tecnica Ospedaliera Dicembre 1998)

#### 4.6 Tipologie di verde pensile

Notevoli sono i vantaggi nell'uso di una copertura vegetale rispetto alle coperture tradizionali, in particolare il miglioramento delle condizioni climatiche all'interno dell'edificio oltre che di percezione visiva.

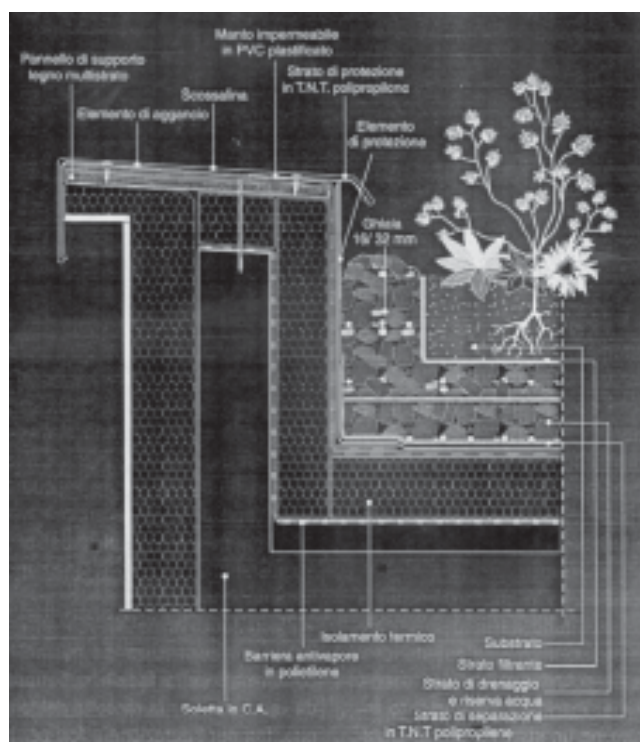
Un sistema di inverdimento per coperture generalmente è composto dai seguenti elementi:

1. un foglio impermeabilizzante antiradice
2. un telo divisorio e protettivo del manto di tenuta
3. uno strato drenante
4. uno strato filtrante, che impedisce il passaggio delle particelle fini di substrato trasportate dall'acqua, per evitare l'intasarsi degli scarichi
5. il substrato: composto da inerti (perlite, ardesia espansa, argilla ecc...) e sostanze organiche (terricci)
6. vegetazione

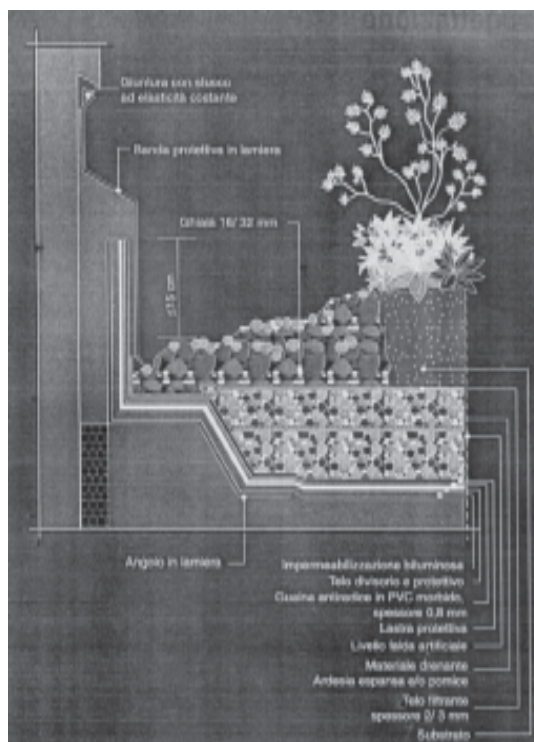
Il generale le tipologie di inverdimento sono due:

1. Inverdimento estensivo o tetto verde
2. Inverdimento intensivo o giardino pensile (semplice)
3. Inverdimento intensivo o giardino pensile (complesso)

4.16 Copertura piana a sistema intensivo, raccordo con gli elementi verticali



4.17 Raccordo della guaina antiradice in PVC a elementi verticali



Tra i tipi di rinverdimento delle coperture e delle facciate degli edifici si possono individuare tre categorie:

#### - rinverdimento estensivo

Questa tipologia si basa sul fatto che richiede un basso onere di manutenzione e un minor costo di impianto; spesso viene assimilato al paesaggio naturale, anche se viene espresso da associazioni vegetali che in realtà non esistono. Può essere realizzato sia su coperture piane che su quelle inclinate in quanto richiede spessori di substrato di coltivazione alquanto limitati (10 cm); il peso degli strati destinati alla coltivazione delle piante è mediamente di 50-100 kg/m<sup>2</sup>.

Il campo di impiego dei rinverdimenti estensivi è quello delle superfici pensili preesistenti anche di ampie dimensioni, quali garages sotterranei, autosilos, edifici commerciali e industriali.

Per quanto riguarda la scelta delle specie vengono privilegiate soprattutto le piante erbacee caratterizzate da basse esigenze nutritive, elevata resistenza agli stress termici ed idrici, elevata capacità di rigenerazione, assenza dei fenomeni di allelopatia. Quindi le specie utilizzate sono quelle appartenenti al genere Sedum, muschi e felci, bulbose, graminacee e piante aromatiche.

Una volta realizzato il rinverdimento estensivo può essere in grado di accogliere la flora caratteristica del posto, senza però che questa prenda il sopravvento su quella di impianto. Questo tipo di rinverdimento segue la stessa evoluzione del paesaggio naturale, con il tipico mutare stagionale.

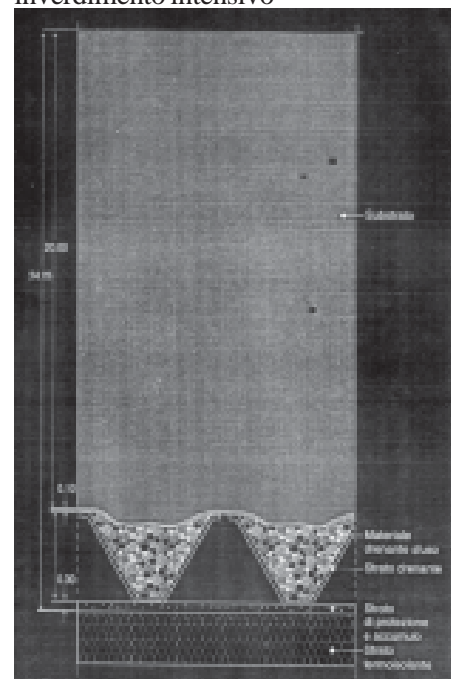
Gli oneri di manutenzione sono generalmente molto ridotti in quanto le cure necessarie sono costituite da asportazione sommaria delle piante appassite e dall'eliminazione di specie non desiderate o sviluppatesi oltre misura. Sono esclusi comunque interventi di concimazione e quelli di irrigazione.

#### - rinverdimento intensivo semplice

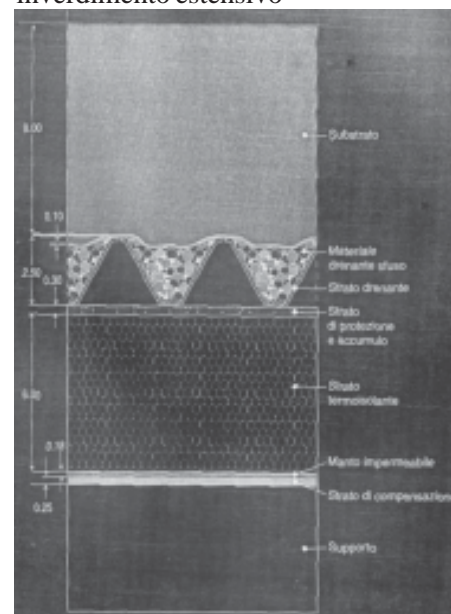
Con questa tipologia si identifica l'impianto di verde pensile che necessita maggiori cure ed è caratterizzato da piante con più esigenze di manutenzione e di impianto. Lo spessore necessario per la coltivazione è maggiore del precedente ed il peso è superiore ai 100 kg/m<sup>2</sup>.

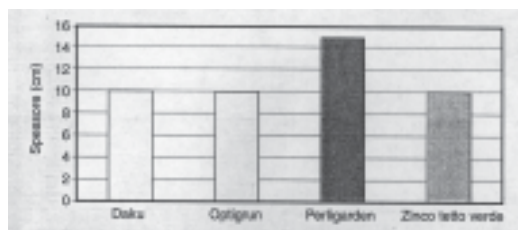
La scelta della specie è meno limitata e possono essere utilizzate sia piante erbacee che arbustive; in particolare sono adatte molte

4.18 Stratigrafia del sistema di rinverdimento intensivo



4.19 Stratigrafia del sistema di rinverdimento estensivo





4. 20 Spessore del sistema di inverdimento intensivo

specie perenni, le graminacee e gli arbusti a portamento tappezzante o che si sviluppano in modo limitato in altezza. Sono da prediligere le sempre verdi e quelle piante che formano abbastanza rapidamente gruppi fitti di vegetazione. Una caratteristica da tener presente è la resistenza agli sbalzi. La scelta fioristica deve essere inoltre effettuata in modo da avere impianti più stabili possibili nel tempo.

Le sistemazioni a verde intensivo semplice devono essere effettuate facendo attenzione alla distribuzione delle piante e alla composizione d'insieme, alla caratterizzazione dei colori e delle altezze e all'entità dei gruppi di ogni singola specie. Questa tipologia ha necessità di irrigazione, concimazione e taglio per garantire la conservazione delle opere verdi.

Anche questo tipo di rinverdimento è particolarmente adatto a coperture piane con limitata capacità di carico; esso può essere realizzato con successo anche su coperture a falda.

- rinverdimento intensivo complesso: **rappresentano la tipologia** di verde pensile più evoluta e con più ampio impiego di tecnologie e di materiali. È caratterizzato da un maggiore costo dell'impianto e dall'esigenza di un programma di cure periodiche. Si presta alla realizzazione di ambienti vivibili e sono utilizzate sui tetti piani con una buona capacità di carico.

Lo spessore del pacchetto destinato alla coltivazione delle piante può essere compreso tra 15 e 60 cm, mentre il peso varia da 150 a 600 kg/m<sup>2</sup>.

L'unico vincolo nella scelta floristica è rappresentato dalle condizioni climatiche che contraddistinguono la zona dove viene realizzato l'impianto.

Con questa tecnica possono essere realizzati impianti a verde caratterizzati da prati, aiuole fiorite, siepi, arbusti, alberi e rampicanti.

Negli edifici a più piani possono essere piantati e coltivati alberi, arbusti e prati, mentre le facciate possono essere ricoperte da piante rampicanti o ricadenti dall'alto.

Le cure necessarie per il mantenimento di questa tipologia sono decisamente maggiori rispetto alle precedenti; in particolare devono essere curate le irrigazioni, le concimazioni e la gestione degli infestanti. In questo caso è consigliabile sviluppare fin dal momento della progettazione un piano di manutenzione proiettato a lungo termine, in modo da assicurare all'impianto uno sviluppo equilibrato e duraturo.

Un'ulteriore classificazione del verde pensile può essere effettuata in base al criterio di diffusione ed estensione del rinverdimento, individuando queste categorie:

- verde continuo
- verde localizzato (fioriere)

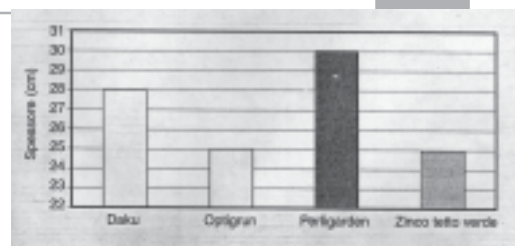
Ogni rinverdimento può essere effettuato con diverse tecniche d'impianto, basandosi su differenti configurazioni vegetali e su criteri di tipo funzionale e compositivo.

Le piante impegnate sono di solito muschi, erbacee perenni, arbusti e piccoli alberi; la scelta è limitata alle specie idonee a vivere sui tetti e a quelle più adatte alle condizioni climatiche, geografiche della copertura in questione.

A seconda delle finalità del giardino pensile e delle variabili compositive e funzionali, si possono impiegare diverse forme di verde:

- tappeto erboso con funzione decorativa e ricreativa;
- gruppi di erbacee perenni e di arbusti bassi;

### Le schermature per esterno



4.21 Spessore del sistema di inverdimento intensivo

- gruppi di erbacee perenni o di arbusti più alti;
- piccoli alberi a gruppi o solitari;
- rinverdimenti con piante rampicanti.

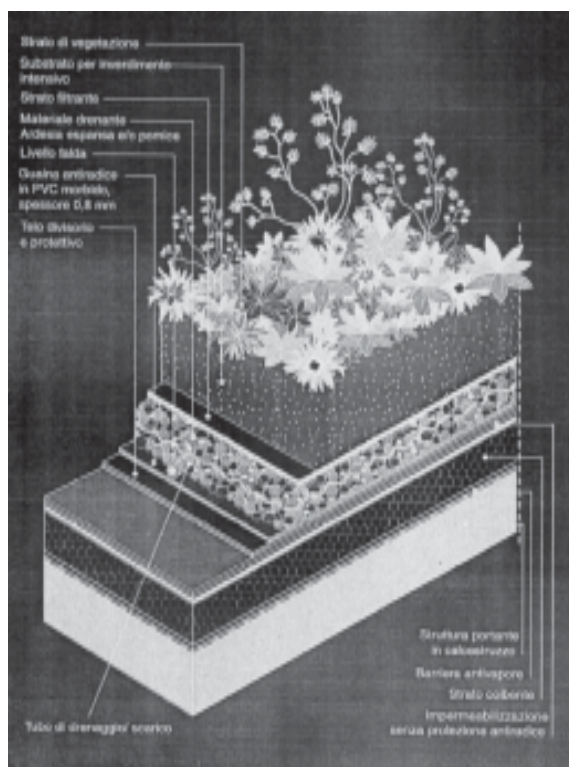
Il dimensionamento del pacchetto degli strati di un rinverdimento dipende soprattutto dalle caratteristiche costruttive del solaio e quindi dalla sua capacità di carico, dall'esposizione, dalle condizioni climatiche e dalle esigenze della vegetazione.

### Sistemi di inverdimento brevettati

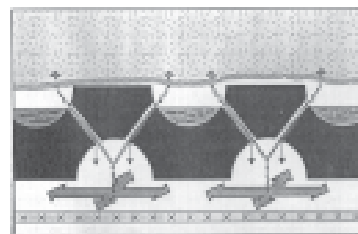
Elemento che caratterizza maggiormente i vari sistemi è il tipo di drenaggio che viene utilizzato. Nella produzione corrente è possibile trovare quattro sistemi con caratteristiche drenanti differenti:

1. DAKU
2. OPTGRUN
3. PERLIGARDEN
4. ZINCO TETTO VERDE

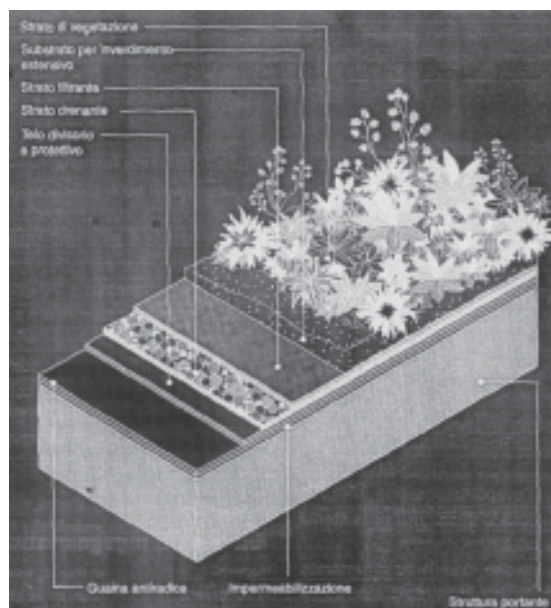
#### 4.22 Sistema Optigrun, inverdimento intensivo



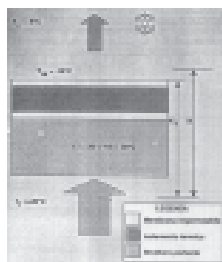
#### 4.23 Sistema Zinco Tetto Verde, sezione pannello



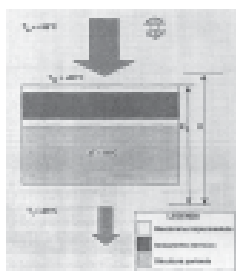
#### 4.24 Sistema Zinco Tetto Verde inverdimento estensivo, stratigrafia



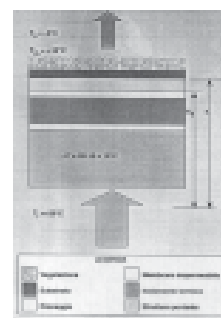
4.25 Flusso termico uscente in una copertura con membrana impermeabilizzante esposta all'atmosfera



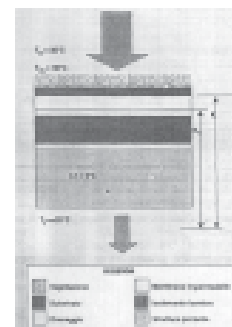
4.27 Flusso termico entrante in una copertura con membrana impermeabilizzante esposta all'atmosfera



4.26 Flusso termico uscente in una copertura con membrana impermeabilizzante coperta da un giardino pensile



4.28 Flusso termico entrante in una copertura con membrana impermeabilizzante coperta da un giardino pensile



DAKU- lo strato drenante è composto da pannelli in polistirene, con camere idriche sul lato superiore e fori per lo smaltimento dell'acqua in eccesso.

OPTGRUN - lo strato drenante è a falda con ardesia espansa e acqua. Il sistema estensivo provvede all'irrigazione attraverso l'acqua piovana mentre quello intensivo è provvisto di condotti e pozzetti di scarico per il controllo del livello dell'acqua.

PERLIGARDEN - lo strato drenante è composto da pannelli in polistirene espanso e perlite espansa. L'acqua eccedente drena attraverso le forature dei pannelli, l'umidità viene inglobata dai granuli di perlite e poi lentamente rilasciata nel terreno per capillarità.

ZINCO TETTO VERDE - il suo strato drenante è costituito da speciali vaschette per la raccolta dell'acqua, fori per l'aerazione e fori per il drenaggio. Le vaschette vengono riempite con del materiale drenante sfuso. Il sistema di inverdimento su posato su di una copertura consente di aumentare l'isolamento termico dell'edificio a causa della presenza della vegetazione e ai prodotti costituenti lo strato di drenaggio, specialmente se si è in presenza di materiali espansi dall'alto effetto coibente.

Nella costruzione di una copertura verde è necessario rispettare alcune norme e direttive l'impermeabilizzazione, l'isolamento, il drenaggio e durata del sistema.

### Aspetti ecologici

Con l'inverdimento delle coperture e la presenza di varie specie di vegetazione si incrementano gli spazi verdi a disposizione degli abitanti migliorando il microclima e influenzando due parametri climatici di comfort essenziali, la temperatura e l'umidità presente nell'aria.

Ci sono alcune specie vegetali che consentono di migliorare la qualità dell'aria per la propria caratteristica di assorbire sostanze inquinanti.

La tecnologia dei tetti pensili consente inoltre di ottenere superfici a verde ove la cementificazione non aveva previsto superfici verdi, aumentando, anche se in piccolissima quantità, la presenza di ossigeno nell'aria.

Le coperture verdi hanno anche proprietà fonoassorbenti pertanto contribuiscono a limitare i rumori della città provenienti in particolare del traffico.

La realizzazione di coperture verdi apportano vantaggi notevoli per l'isolamento termico intercettando i raggi solari ed utilizzando materiali isolanti per la loro realizzazione.

Il manto impermeabile è inoltre totalmente protetto dalla copertura verde, in quanto funge non solo da protezione meccanica e zavorramento ma consente una protezione termica che garantisce vita più lunga al sistema di impermeabilizzazione.

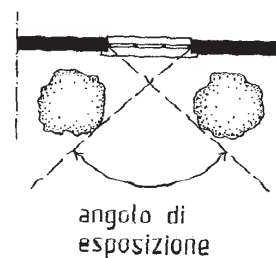
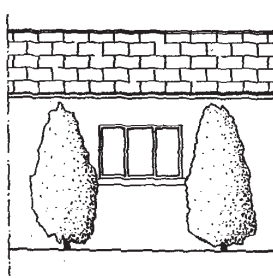




4.29 Realizzazione di un grande giardino sulla copertura del Centro delle Arti a Niigata in Giappone.



4.30 I piccoli alberi se addossati all'edificio si comportano come i setti orizzontali nelle facciate est e ovest



## 4.7 Le alberature

Il rapporto che c'è fra l'architettura del paesaggio o comunque l'architettura in genere, e la vegetazione intesa come quinta va al di là dei fatti specifici riguardanti le competenze e la pratica professionale e che richiama avvenimenti storici e significati simbolici.

vegetali. Le quinte oggi, però, sono diventate nella pratica professionale corrente come uno specifico capitolo dotato di sperimentate suddivisioni specialistiche, di quinte infatti ce ne sono di vari tipi diversi per genere e per destinazione funzionale, quelle che più ci interessano per la nostre valutazioni in campo energetico riguardano:

- 1) quinte frangivento;
- 2) ombreggiamento.

### L' Ombreggiamento

Non tutta la vegetazione, intesa in senso lato, evidentemente produce effetti di ombreggiamento. Alcune "aree verdi" come i prati e pascoli, le colture agrarie e, in una certa misura, anche gli alberi da frutto e il ceduo non producono alcun effetto, oppure producono effetti molto moderati.

Di contro, gli alberi ad alto fusto proiettano ombra sul suolo o sugli edifici, in misura maggiore o minore a seconda della forma della chioma e, naturalmente, a seconda dell'altezza del sole.

In generale, l'effetto di ombreggiamento sul suolo è modesto per le chiome a forma fusiforme ed ovoidale, mentre è sensibile per quelle con altre forme. Di contro sulle pareti verticali degli edifici, l'ombreggiamento può essere rilevante in relazione alla "densità" degli alberi. Un filare di alberi, disposti a distanza molto ravvicinata fra loro, può produrre effetti di ombreggiamento molto sensibili anche se la forma della loro chioma è fusiforme od ovoidale.

L'ombreggiamento provocato dagli alberi sul suolo o sulle pareti degli edifici può costituire un elemento favorevole o sfavorevole a seconda delle stagioni.

In particolare, le alberature producono un effetto positivo in estate

#### sul suolo

- proteggono le colture a terra, impedendo una eccessiva traspirazione: ciò è particolarmente importante nei terreni aridi o comunque dove è difficile una frequente irrigazione o innaffiamento
- possono determinare luoghi di sosta ombreggiate (per gioco, riposo, svago, ecc.) oppure percorsi pedonali protetti dai raggi caldi del sole

#### sulle pareti degli edifici

- impediscono il surriscaldamento delle pareti opache, migliorando il comfort termico degli ambienti
- impediscono un eccessivo soleggiamento dei sistemi solari passivi (finestre solari, muri Trombe, serre addossate), riducendo la necessità di schermature mobili artificiali.

Le alberature producono effetti negativi in inverno

**sul suolo:**

- ostacolando l'evaporazione dell'acqua dovuta alle precipitazioni atmosferiche, possono dare luogo a zone eccessivamente umide poco adatte a determinati tipi di colture
- con temperature esterne fredde (inferiori a 0° C), impediscono lo scioglimento di eventuali croste di ghiaccio formatesi durante le ore notturne sulle sedi stradali o sui percorsi pedonali, con evidenti pericoli per la circolazione

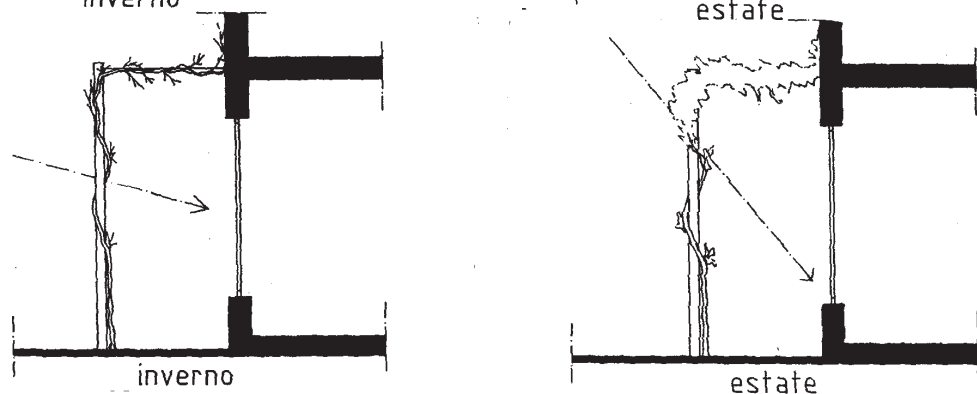
**sulle pareti degli edifici**

- impediscono il guadagno termico dovuto al soleggiamento sia per le pareti opache, sia per i sistemi solari passivi, la cui efficacia può essere seriamente compromessa
- mantenendo fredde le pareti stesse, possono facilitare fenomeni di condensa all'interno degli ambienti. Dalle precedenti considerazioni emerge l'opportunità di usare alberature a foglia caduca disposte in direzione sud rispetto all'edificio considerato. In tal modo vengono mantenuti gli effetti positivi durante la stagione calda e vengono annullati (o fortemente ridotti) gli effetti negativi durante la stagione fredda.
- Per quanto riguarda la determinazione dell'entità quantitativa delle ombre portate, nelle varie stagioni, e la sua durata durante l'arco della giornata, la chioma del singolo albero o di un insieme di alberi può essere assimilata, con soddisfacente approssimazione, ad un solido geometrico.

2.31 Alberi a foglia caduca



2.32 Pergole



#### 4.8 Uso della vegetazione per il risparmio energetico

Sono stati compiuti numerosi studi sulla possibilità di utilizzare le piante per ottenere un risparmio energetico nelle spese di condizionamento e di riscaldamento delle abitazioni: la sistemazione a verde di un sito non ha infatti solamente effetti positivi sul comfort termico degli spazi esterni, bensì contribuisce in modo significativo a ridurre il carico termico degli edifici localizzati nel sito stesso.

Tale risparmio può essere ottenuto conoscendo bene gli scambi di energia che le abitazioni hanno con l'ambiente esterno.

Questi scambi energetici possono essere positivi o negativi a seconda delle stagioni e possono avvenire principalmente attraverso:

- il movimento di masse d'aria: perfino con finestre e porte chiuse si possono avere scambi energetici dall'interno verso l'esterno (durante l'inverno) e dall'esterno verso l'interno (durante l'estate). Questi movimenti d'aria sono dovuti soprattutto alla presenza di micro-aperture, difficilmente controllabili, nei muri e nei serramenti;

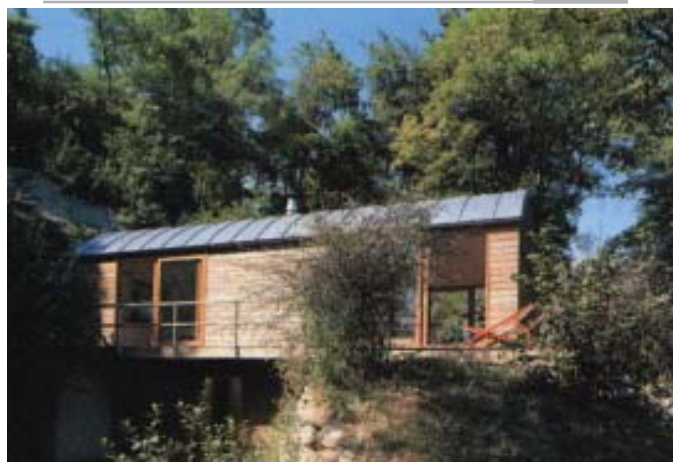
- la conduzione: è il passaggio di calore da molecola a molecola attraverso le strutture degli edifici da una sezione calda ad una fredda. Un altro fattore che può incrementare questo scambio è il vento, che ricambiando completamente l'aria intorno ai muri della casa, impedisce la formazione di uno strato morto di aria più calda che avrebbe funzione coibentante;

- la radiazione: una grossa quantità di energia può essere apportata dal sole i cui raggi possono penetrare dentro l'edificio attraverso le superfici vetrate. L'incidenza di questo apporto è elevata soprattutto nelle prime e nelle ultime ore della giornata, quando i raggi colpiscono perpendicolarmente i vetri delle finestre e li attraversano, limitando al minimo i fenomeni di riflessione. Per questo motivo è importante conoscere il **diagramma solare**, sia durante la giornata che nelle singole stagioni dell'anno, per il posizionamento degli edifici e per la dislocazione delle finestre.

Tramite queste ricerche, la vegetazione può essere validamente utilizzata per controllare due fattori, che sono alla base degli scambi energetici delle abitazioni:

- la radiazione del sole: la vegetazione può esercitare il controllo della temperatura, rendendo più confortevoli le abitazioni e limitando le spese di climatizzazione. Questo controllo viene esercitato influenzando sulla quantità e sulla qualità della radiazione solare che può colpire gli edifici; la chioma degli alberi può assorbire, riflettere o irradiare a sua volta l'energia che riceve dal sole. L'assorbimento è in funzione della densità e delle caratteristiche specifiche della chioma: le conifere e le latifoglie (con una vegetazione densa ed intricata) possono assorbire fino al 75-90% della radiazione solare mentre le piante con la chioma rada assorbono fino al 60%. Per quanto riguarda il controllo delle radiazioni solari gli alberi sono utili soprattutto nel periodo estivo in quanto con le loro ombre possono proteggere gli edifici e limitare il costo del condizionamento, con un incremento di efficienza del 10%.

L'ombra prodotta deve essere massima nei periodi estivi e minima in quelli invernali. Per questo motivo gli alberi lungo il lato sud delle abitazioni (soprattutto le conifere e i sempre verdi) non devono essere alti più della metà della loro distanza dall'edificio in modo che si possa beneficiare del riscaldamento solare durante l'inverno. In questo modo il sole può fornire un terzo del calore per il riscaldamento, con indubbio risparmio energetico.



4.33 Edificio residenziale in Francia immerso ombreggiato dalla vegetazione

- attraverso la vegetazione è possibile controllare anche il vento, fattore influente sul bilancio energetico delle abitazioni. Con una disposizione ragionata delle piante è possibile smorzare l'intensità del vento o deviare e convogliare il suo flusso. Un frangivento formato da alberi e da arbusti può garantire sottovento, la formazione di una zona di parziale quiete pari a circa dieci volte l'altezza della vegetazione. Limitando la pressione del vento sulle abitazioni si diminuiscono le perdite per scambio di masse d'aria e per conduzione.

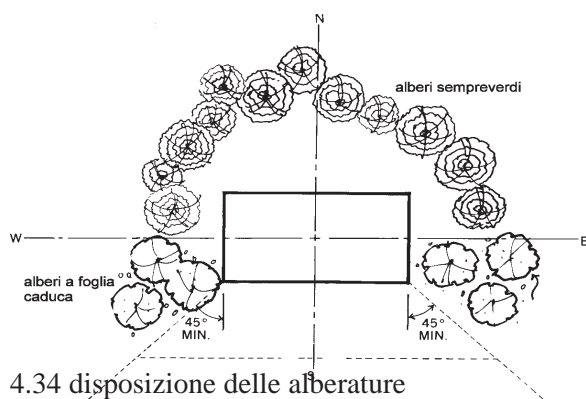
Le caratteristiche di un frangivento devono essere le seguenti:

- orientamento rispetto ai venti dominanti ed all'edificio;
- altezza delle piante e distanza dall'edificio;
- lunghezza del frangivento;
- densità di impianto;
- caratteristica delle piante impiegate.

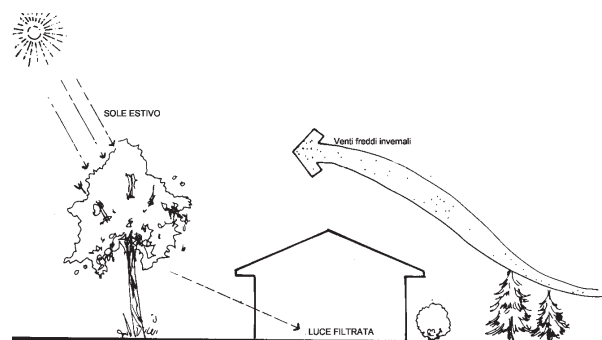
Il frangivento deve essere piantato perpendicolarmente rispetto alla direzione dei venti invernali apportatori di aria fredda; inoltre è importante che la vegetazione sia omogenea per tutta l'altezza della chioma, altrimenti l'efficacia del frangivento potrebbe essere ridotta.

Anche le alberature stradali urbane rappresentano un elemento importante, che con il tempo migliora il valore estetico ed ecologico dell'ambiente.

Le piante in città migliorano le condizioni ambientali in quanto hanno diverse funzioni sia salutari che funzionali. Le barriere vegetali antifaro sono elementi utilizzati per impedire che le luci dei veicoli disturbino il comfort di coloro che abitano nei pressi della strada o di coloro che guidano in senso opposto.

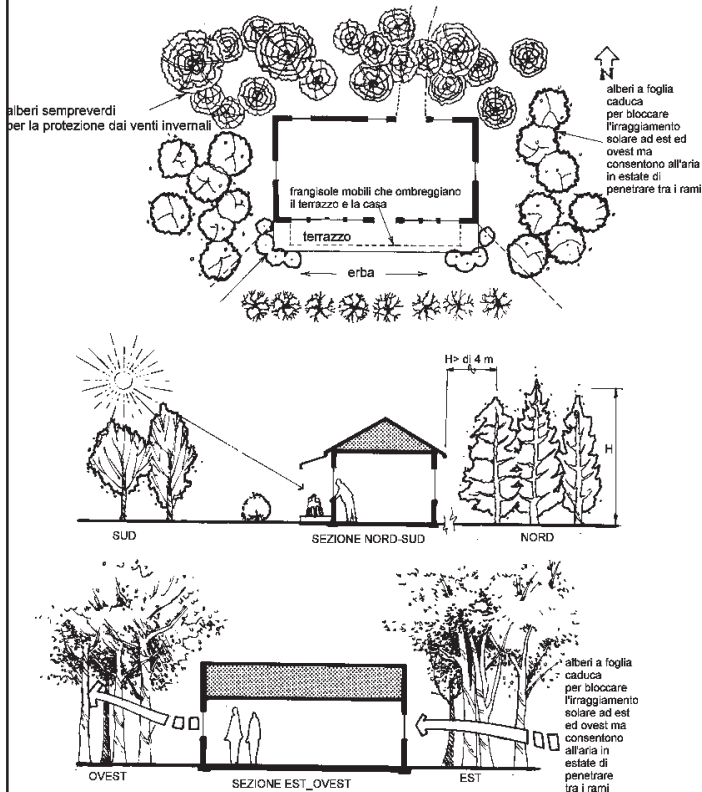


4.34 disposizione delle alberature

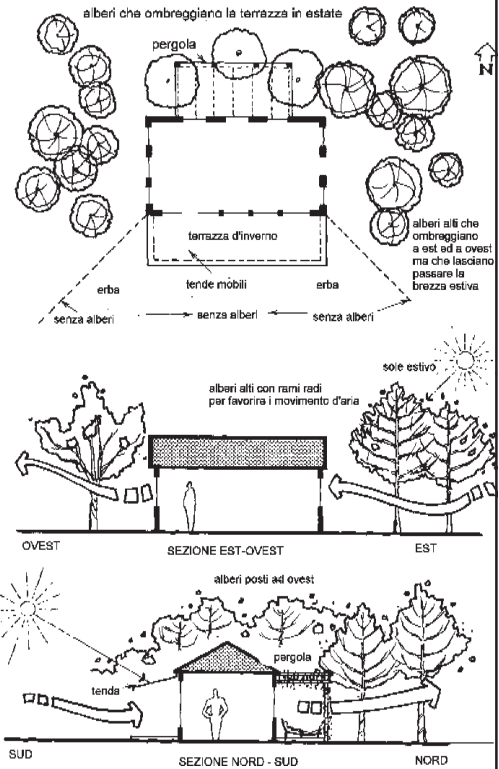


4.35 Le piante proteggono in estate ed in inverno

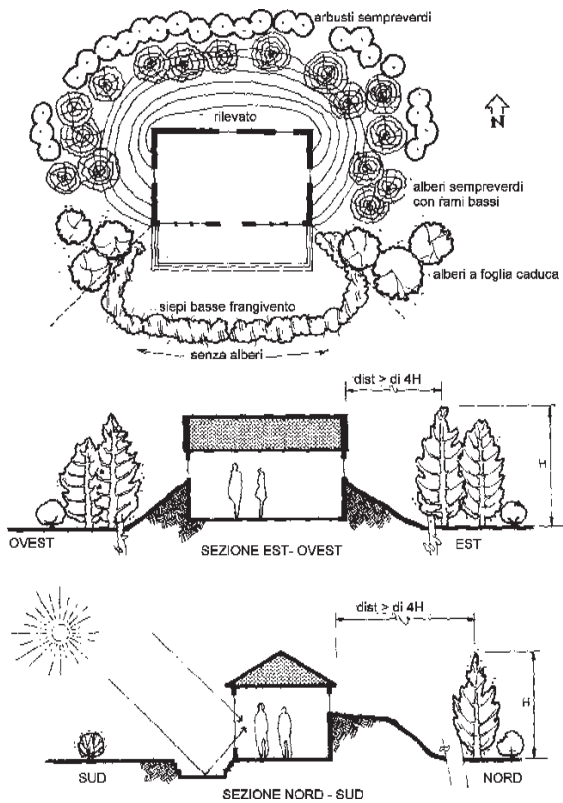
Le schermature per esterno



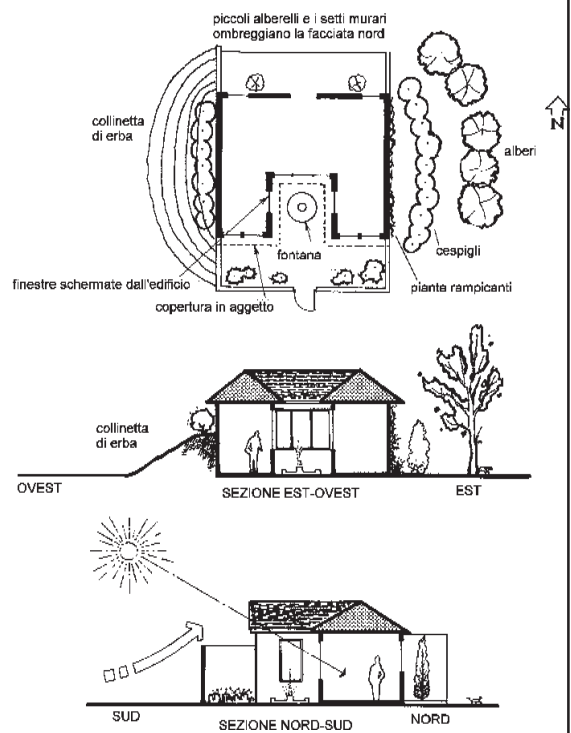
4.36 Tecniche paesaggistiche per climi temperati



4.37 Tecniche paesaggistiche per climi caldo umidi



4.38 Tecniche paesaggistiche per climi molto freddo



4.39 Tecniche paesaggistiche per climi caldo asciutto

**Negozi e uffici****Nodaya-cho, Okayama, GIAPPONE, 1982****Autore: Architects, Osamu Ishii, Biken A.D.O.****SV  
4.1**

L'intera copertura di questo edificio è disposta a gradoni, con piante che si alternano a superfici vetrate tali da conferire alla struttura nel suo complesso, soprattutto per chi la osserva dall'interno, l'aspetto di una serra. Le superfici vetrate dei gradoni, sia orizzontali che verticali, sono costituite da vetri stratificati e dalle elevate prestazioni energetiche in termini di assorbimento della radiazione termica. Nei casseri delle piante, sono sistemate specie a foglie caduche in modo tale che esse risultino chiomose in estate, per dare adeguata schermatura alle radiazioni solare in entrata, e spoglie in inverno, per consentire alla radiazione medesima di trasmettersi all'interno. Sebbene l'uso in questo edificio di sistemi meccanici per il controllo delle condizioni climatiche interne risulta parzialmente inevitabile, ma diverse aree dalle condizioni naturali confortevoli non si sarebbero potuti ottenere senza tenere in debito conto l'uso dei contributi del sole, del vento, dell'acqua, della terra e delle piante.

**CARATTERISTICHE**

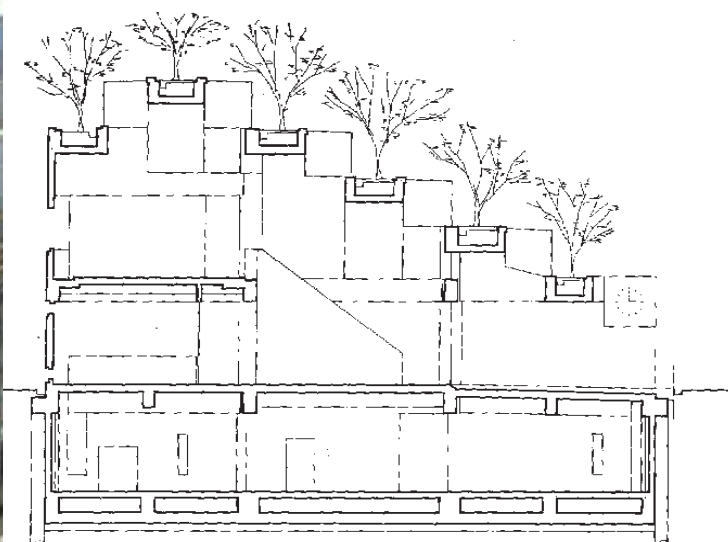
\***Riscaldamento:** Isolamento, Massa termica, vetri solari

\***Raffrescamento:** Isolamento, Massa termica,

**SCHEMATURA:** Ad elementi vegetali decidui sistemati in casseri strutturali di copertura disposta a gradoni.

1. *Veduta esterna delle piante caducifoglie disposte sui gradoni.*



*Le schermature per esterno*

2. *Vista esterna*
3. *sezione*
4. *Vista dall'interno*





**Uffici governativi****Nogo, Nago-shi, Okinawa, GIAPPONE, 1981****Autore: Team ZOO, Atelier Mobile****SV  
4.2**

L'intero complesso di uffici utilizza grigliati realizzati in blocchi di due colori differenti, la policromia strutturale viene poi mantenuta nelle numerose coperture grigliate, che formano giochi di luci ed ombre schermando costantemente l'edificio.

Le fioriere disposte sulle coperture grigliate del primo piano, formano dei porticati fioriti che riducono l'impatto visivo tra interno ed esterno della costruzione.

**CARATTERISTICHE \***

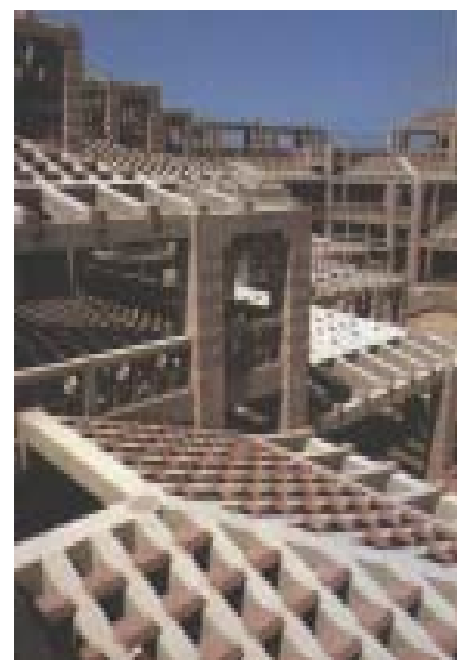
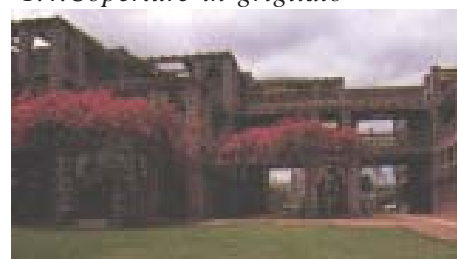
**\*Raffrescamento:** Ventilazione trasversale

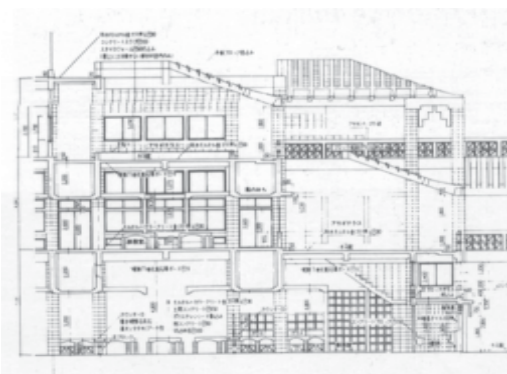
**SCHEMATURA:** Pensiline con fioriere disposte su grigliati in laterizio



*2.3. Veduta esterna dei porticati coperti dalla vegetazione*

*1.4. Coperture in grigliato*





5.7 Viste esterne  
6. sezione



**Casa di pietra**  
**Uehara, Naga-shi, Okinawa, GIAPPONE, 1981**  
**Autore: Kazuo Akamine**

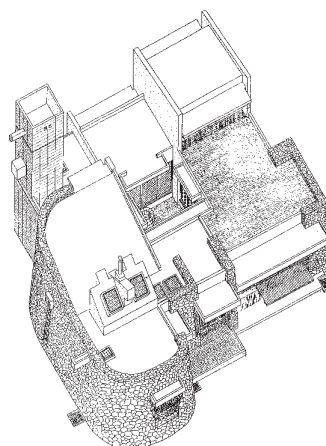
**SV**  
**4.3**

L'edificio è stato realizzato in pietra al fine di rievocare l'architettura tradizionale del luogo e contemporaneamente utilizzare grossi spessori murari come massa termica per un maggiore isolamento dell'edificio. La ventilazione trasversale è garantita dalla presenza di una corte centrale illuminata da un pozzo di luce. Le facciate maggiormente esposte al soleggiamento sono state ricoperte di vegetazione caducifoglie in modo da non permettere il surriscaldamento delle facciate in estate.

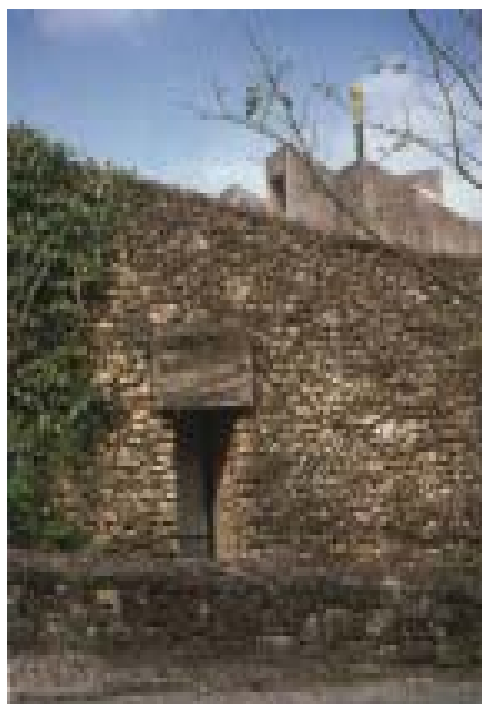
**CARATTERISTICHE \***

**\*Raffrescamento:** Ventilazione trasversale, massa, acqua nebulizzata

**SCHEMATURA:** Vegetazione rampicante caducifoglie, coperture aggettanti



1. Vista dell'ingresso principale ombreggiato da copertura e piante
2. Assonometria
3. Situazione invernale
4. Situazione estiva



**Residence Lagomarsino**  
**Visalia, California, USA**  
**Autore: David Wright**

**SV**  
**4.4**

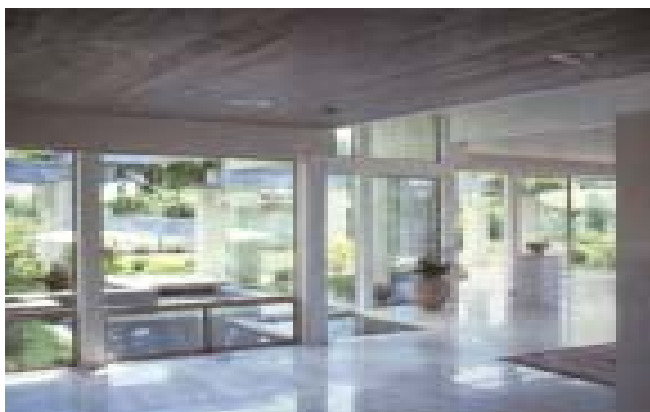
Il fronte sud è caratterizzato da grandi vetrate ed esternamente ad esse lungo il prospetto sud corrono dei portici realizzati con pergole con vegetazione rampicante che offrono un continuo e costante livello di ombreggiamento lungo tutta la facciata. L'interno e l'esterno sono in continuo contatto, sia per la presenza di vegetazione che per l'uso di vasche di acqua che sono dislocate internamente ed esternamente.

**CARATTERISTICHE \***

**\*Riscaldamento:** Isolamento, massa

**\*Raffrescamento:** Ventilazione trasversale, isolamento e massa, vache di acqua

**SCHEMATURA:** Pergole con vegetazione rampicante

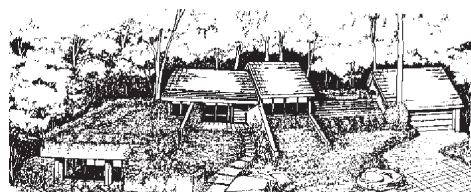


1. Vista dall'interno  
 2. pergole con vegetazione



**Residence****Castle Hill e Mc Masters beach, AUSTRALIA****Autore: ECA space design****SV  
4.5**

Entrambi gli edifici utilizzano la massa del terreno come sistema di isolamento dell'edificio. I sistemi di schermatura sono stati realizzati nel primo caso, Castle Hill, con giardini pensili e setti murari verticali con vegetazione caducifolia, nell'altro caso la forte valenza di edificio interrato crea architetture in luce ed ombra.

**CARATTERISTICHE \*****\*Riscaldamento:** massa**\*Raffrescamento:** Ventilazione trasversale, massa,**SCHEMATURA:** Giardini pensili, vegetazione cadente

1.2.3. Residence Castle Hill

4.5. MCMasters beach

