

**POLITECNICO DI MILANO BOVISA**  
**FACOLTA' DI ARCHITETTURA CIVILE**  
**Corso di laurea in Architettura**



**TESI DI LAUREA**

**LUOGO, CLIMA, FUNZIONE  
E PROGETTO**

Relatrice: Costa Emilia Amabile

Candidati. Amit Kotler  
Cristina Zanfrini

LUGLIO 2010

## INDICE:

### 1- INTRODUZIONE

### 2- OBIETTIVI:

2-1-STORIA

2-2- SOSTENIBILITA'

2-4- CLIMA

2-3- DEMOGRAFIA

2-4- DESCRIZIONE SITO

2-5- PROGETTO

### 3- BIOARCHITETTURA:

3-1- SOLE

3-1-1-ORIENTAMENTO

3-1-2- SCHERMATURA SOLARE

3-1-3- PANNELLI

3-1-4-1-RICHIESTA TECNICA DA CONCORSO. SCHERMATURA SOLARE

3-1-4-2 RICHIESTA TECNICA DA CONCORSO. GUADAGNO E PERDITA DI CALORE

3-2- ACQUA

3-2-1- RACCOLTA ACQUE PIOVANE

3-2-2- FITODEPURAZIONE

3-3- VENTO

3-3-1- VENTILAZIONE NATURALE

3-3-2- IMPIANTO MICROEOLICO

3-4- MATERIALI COSTRUZIONE

3-4-1 STRUTTURA IN LEGNO

3-4-2 CELLULOSA

3-4-3- RICHIESTA TECNICA DA CONCORSO. EMBODIED ENERGY

### 4- RIFERIMENTI DI PROGETTO.

4-1- KENGO KUMA

4-2- YALE UNIVERSITY

### 5- LOGICHE PROGETTUALI: PERCORSO PROGETTUALE

### 6- TAVOLE

### 5- BIBLIOGRAFIA

# 1- INTRODUZIONE

Il progetto che portiamo in tesi è quello che abbiamo presentato alla Leading Edge Student Design Competition .

Il concorso si propone di approfondire lo studio delle pratiche di edilizia sostenibile ed efficienza energetica in architettura. Abbiamo esplorato l'utilizzo di nuovi materiali e strategie per la costruzione e l'integrazione di estetica e tecnologia per l'alta performance, architettura d'avanguardia che si avvicina l'obiettivo di utilizzare l'energia in modo zero-net.

Un edificio a zero energia-net genera abbastanza in loco di energia rinnovabile per uguale o superare la quantità di energia necessaria al funzionamento dell'edificio. Questo è noto anche come net-zero sito energetico. Dal momento che una percentuale significativa di utilizzo della nazione di combustibili fossili viene da riscaldamento e il raffreddamento degli edifici, la creazione di edifici zero-net è un modo importante per ridurre le emissioni di gas serra e combattere il riscaldamento globale.

La competizione si concentra sulla città costiera di Long Beach, California. Il tema del progetto è la progettazione di un energia zero-net Training Center Workforce; studenti

Il progetto è ubicato in un sito adiacente a Long Beach Boulevard.

## 2- Obiettivi

Gli obiettivi del concorso sono di incoraggiare e premiare l'eccellenza in architettura pianificazione e progettazione che integra le strategie di progettazione ambientale a reagire.

Gli aspetti che abbiamo cercato di perseguire durante tutte le fasi del progetto sono le seguenti:

- Esplorare l'efficienza energetica come uno standard di base della progettazione edilizia, e la fondazione del design zero-net.
- Includere principi della sostenibilità nella scelta dei materiali da costruzione, usare acqua e la progettazione degli edifici.
- Studiare nuovi materiali da costruzione e metodologie che contribuiscono a progettazione sostenibile o ad alta efficienza energetica.
- Comprendere l'impatto di orientamento solare, l'orientamento del vento, la costruzione volumetrie, i metodi di costruzione, e le scelte di materiale sulla costruzione di funzioni e consumo energetico.
- Sviluppare la consapevolezza di tecnologie appropriate per i tipi di costruzione particolare, clima regionale e la posizione del sito.
- cominciare a capire le esigenze e le implicazioni delle energie sostenibili generazione nei cantieri urbani.

The Edge 2009/2010 Leading Concorso, Zero-Net Ora, sarà nella costiera del sud città di Long Beach in California. La seconda città più grande zona di Los Angeles, Long Beach ha una popolazione di 474.294 (2006 est). Si trova nel sud-est angolo della contea di Los Angeles Il fronte d'acqua di Long Beach visto dal di fronte alla baia vicino alla Queen Mary Hotel. L'alta edifici di linea Ocean Boulevard, la cui attività principale arteria parallela alla spiaggia. I porti e lo sviluppo a sinistra del centro sono parte della convenzione Queensway Bay e centro di intrattenimento. Il blu bassa e edificio bianco appena a sinistra del Centro è l'Acquario del Pacifico.

## 2-1 Storia

Long Beach è situata tra le foci del Los Angeles e di San Gabriel Fiumi in una sezione est-ovest della costa. La spiaggia lunga otto chilometri, larga, di sabbia bianca tra le foci dei due fiumi dà il nome alla città descrittivo.

Prima dell'arrivo dei coloni europei, questa parte della California costa era una pianura paludosa.

Gli insediamenti di nativi americani tendevano ad essere nell'entroterra, su un terreno più alto e vicino a fonti permanenti di acqua dolce.

Quando gli esploratori spagnoli arrivarono, nel tardo 16° secolo, vi erano tre insediamenti della gente Tongva nella zona. Con l'esploratori spagnoli vennero i missionari cattolici i quali costruirono un sistema di centri missionari localizzati su tutta la California. Prima della metà del

1800 la maggior parte dei residenti Tongva era stato forzatamente spostato nella missione di San Gabriel a Los Angeles o erano morti da malattie portate dagli europei.

La spiaggia di sabbia bianca, ad est dal centro città, sono da sempre balneabili, è una delle aree di Long Beach dedicate al divertimento.

Come tutti gli esploratori una volta arrivati i coloni spagnoli le autorità hanno diviso il terreno. La zona di Long Beach è stato parte di Ranch dei Los Nietos, dinato a Manuel Nieto nel 1784. Il Ranch è stato un allevamento di bovini e ovini, un'attività redditizia, il terreno è stato ripartito tra gli eredi di Nieto e venduto ad altri investitori negli anni successivi. La residenza del Ranch Los Cerritos è stata mantenuta e si trova vicino all'area di progetto.

Nel 1880, Jotham Bixby, il proprietario del Ranch Los Cerritos, ha venduto 4.000 ettari della sua terra a William Willmore, che ha suddiviso il lotto in modo da creare un nuovo paese agricolo, Willmore City. Questo primo tentativo di creare una città non è riuscita, la terra fu in seguito acquistata da un gruppo di investitori di Los Angeles, che ha ribattezzato la città "Long Beach" e creato quindi la città nel 1888.

Long Beach è cresciuta come una località turistica balneare nel 20esimo secolo. Parecchie generazioni di grandi rulli di legno sottobicchieri sono stati realizzati al Pike, un centro di divertimento sulla spiaggia, e moltitudini di visitatori intrattenuto fino alla 1970.

Il 20° secolo ha visto anche la fioritura di industria a Long Beach. Nel 1911, il Porto di Long Beach è stato fondato alla foce del fiume di Los Angeles. Con l'arrivo delle ferrovie transcontinentali, il porto di Long Beach è diventato un luogo centrale per le spedizioni. Il porto ha continuato a crescere. Ora è il secondo porto di mare più trafficato negli States. Nel 2005, 6.7 milioni di container sono passati attraverso il porto.

Nel 1917, l'Unione Sportiva Marina Militare ha costruito una stazione di formazione presso la Long Beach Harbor. La stazione è stata sviluppata all'interno della Base Navale durante e dopo la seconda guerra mondiale, è stato costruito un cantiere navale, una zona rifornimento combustibile, un deposito di munizioni, un impianto di bacino, un campo d'aviazione e un ospedale della marina. Nel 1994, la base era costituita da 120 edifici occupati permanenti e 3.000 civili.

Fonti di petrolio sono stato scoperto a Signal Hill nel 1921. A causa dei pozzi di petrolio, con il tempo, sono stati perforati molti luoghi in città, in prossimità del porto e nel bagnoasciuga.

Inizialmente ci sono stati numerosi cedimenti, è stato un problema comune di molte aree, in particolare a il porto. Questo problema è stato risolto, e l'estrazione del petrolio continua ad essere una grande fonte di ricchezze.

Long Beach è inoltre sede della fabbrica McDonnell Douglas Corporation. Questa azienda produce aerei presso le strutture a Long Beach Airport. Anche dopo la fusione con la Boeing

Corporation e il ridimensionamento nel corso degli anni, l'industria aeronautica resta uno dei maggiori datori di lavoro a Long Beach.

Nel 1932 un terremoto di grandi dimensioni a Long Beach Inglewood, stimato di magnitudo 6.3, distrusse gran parte del centro di Long Beach e le regioni vicine. Più di 100 persone sono morte nel crollo degli edifici. Il centro di Long Beach è stata ricostruita quasi immediatamente. In risposta al numero di morti nelle scuole, lo stato della California ha approvato la legge di campo, che ha richiesto la costruzione antisismica per garantire la resistenza di tutte le scuole dello stato in caso di terremoto.

La Downtown Long Beach subì lo stesso problema nella maggior parte delle città nel corso del 1960 e 70. L'aumento di periferie, parchi, uffici e centri commerciali ha visto estendersi la città ea discapito del centro. Queste tendenze sono state aggravate dalla chiusura del Pike nel 1970, il declino e la chiusura della Base della Marina e perdita di posti di lavoro di produzione da McDonnell Douglas.

Tuttavia, la città di Long Beach ha lavorato sodo per rivitalizzare la comunità. Nel 1967 Long Beach ha riportato in vita la famosa imbarcazione transoceanica, la Maria Regina, al loro porto, dove è tutt'ora ancorata come hotel galleggiante.

Dopo chiusura del Pike il lungomare del centro della città ha iniziato una riqualificazione della zona. Grazie a una convenzione è stato costruito, e aperto nel 1998, il Center Aquarium of the Pacific. Questa costruzione di 150.000 s.f., disegnato dagli architetti HOK e EHDD, ospita un serbatoio principale di 350.000 gallone e molti altri display.

Il murales di balena, dal titolo "Planet Ocean", fu dipinto dal famoso marino artista Wyland ed è visibile dal largo. Recentemente è stato completato la ristrutturazione del Bay Queensway, area di grandi dimensioni nella zona litorale. Esso comprende: hotel, alberghi, porti turistici, gli sbarchi in barca e ristoranti. Adiacente al Queen Mary Hotel è l' Carnival Cruise Line Terminal, da dove partono le crociere verso destinazioni come la costa occidentale.

## 2-2 Sostenibilità

in prima linea nella campagna sulla sostenibilità e la promozione dello sviluppo di "verde" anche per creare nuovi posti di lavoro. Il Citywide prevede un Piano Strategico individuale "Diventare Città sostenibile". L'Ufficio di Sostenibilità delinea programmi sostenibili in sette settori: edifici e quartieri, spazi verdi, la riduzione dei rifiuti, acqua, energia, trasporti e prodotti Eco & servizi. L'ufficio ha elaborato un piano d'azione sostenibile della città, a partire dal 2009 è in calo il processo di revisione pubblica e l'approvazione. Il Comune ha inoltre pubblicato Politiche Green Building per edifici comunali e privati in modo da dare delle linee guida per la progettazione. Queste politiche richiedono l' incorporazione di principi della bioedilizia nella costruzione della città e adottare il LEED come sistema di classificazione del palazzo come standard di progettazione (LEED d'argento per edifici pubblici).

La città è anche monitorata per quanto riguarda le emissioni di gas a effetto serra ed è registrata come Azione per il clima Leader.

## 2-4- Demografia

La popolazione stimata di Long Beach nel 2006 era di 472.494. I dati demografici seguenti mettono a confronto il censimento entro cui si trova il sito con i dati complessivi per la città di Long Beach e lo Stato della California.

Si noti che i gruppi di minoranza comprendono una percentuale maggiore della popolazione Long Beach, California da quello di generale.

Ciò è coerente con la storia di Long Beach la quale è sempre stata abitata principalmente dalla classe operaia, legati alla produzione e alla base marina della città. La tendenza non è cambiata e la percentuale dei residenti membri di gruppi minoritari o razziali è in continuo aumento.

	Site Census tract	Long Beach	California
White	29.7%	45.2%	59.5%
African American	24.0%	14.9%	6.7%
Native American	0.9%	0.8%	1.0%
Asian	10.4%	12.0%	10.9%
Pacific Islander	2.7%	1.2%	0.3%
Other	27.1%	10.2%	16.9%
Mixed Race	5.2%	5.3%	4.7%
Hispanic or Latino (any race)	45.7%	35.8%	32.4%
Households where language other than English is spoken	52.4%	44.2%	39.5%
Median Household Income	\$32,565	\$37,270	\$47,493

### UTILITY FORNITORI

Potenza: Southern California Edison

Gas: Long Beach & Gas Oil Company

Solid Waste Recycling: SE Resource & Recovery Facility (80% dei rifiuti solidi)

Rifiuti solidi: Puente Hills sulle discariche (20% dei rifiuti solidi).

L'acqua è fornita dal Dipartimento di Long Beach acqua da una combinazione di terra pozzi d'acqua nelle montagne di San Gabriel e l'acqua dal Metropolitan regionale Water District della California meridionale. Metropolitan Water District acqua viene dall'Acquedotto del Colorado River e l'Acquedotto della California del Nord.

## 2-3- Clima

Il clima Long Beach è costituito dal classico clima mite mediterraneo che rende la California meridionale così attraente. Le giornate sono generalmente miti, con temperature estive influenzata dalla vicinanza al mare, il cielo nuvoloso la mattina e brezza oceaniche provenienti da ovest durante tutti l'arco della giornata. Le temperature medie d'estate le temperature si aggirano intorno ai 20°- 26° Celsius (70° o 80° Fahrenheit). Solo negli anni '40 le temperature sono scese sotto gli 0° C.

Le precipitazioni durante l'anno si aggirano intorno agli 11 centimetri totali, quasi tutti dovuti alle piogge invernali.

Figura 9. Il Paradiso Carnevale nel porto di Long Beach. La nave nera il diritto è la poppa della Regina Hotel Mary, ancorata adiacente alCarnevale Terminal.

Il nostro sito a Long Beach si trova nella Zona climatica 8 della California Energy Commission, ma abbastanza vicino al confine con il clima costiero della Zona 6. Le temperature in Zona 8 sono un po 'più calde in estate e fredde in inverno da quelle in Zona 6.

Il clima a Long Beach è moderato da brezze oceaniche.

I dati meteo riassunti qui di seguito è per la stazione meteo a Long Beach Airport.

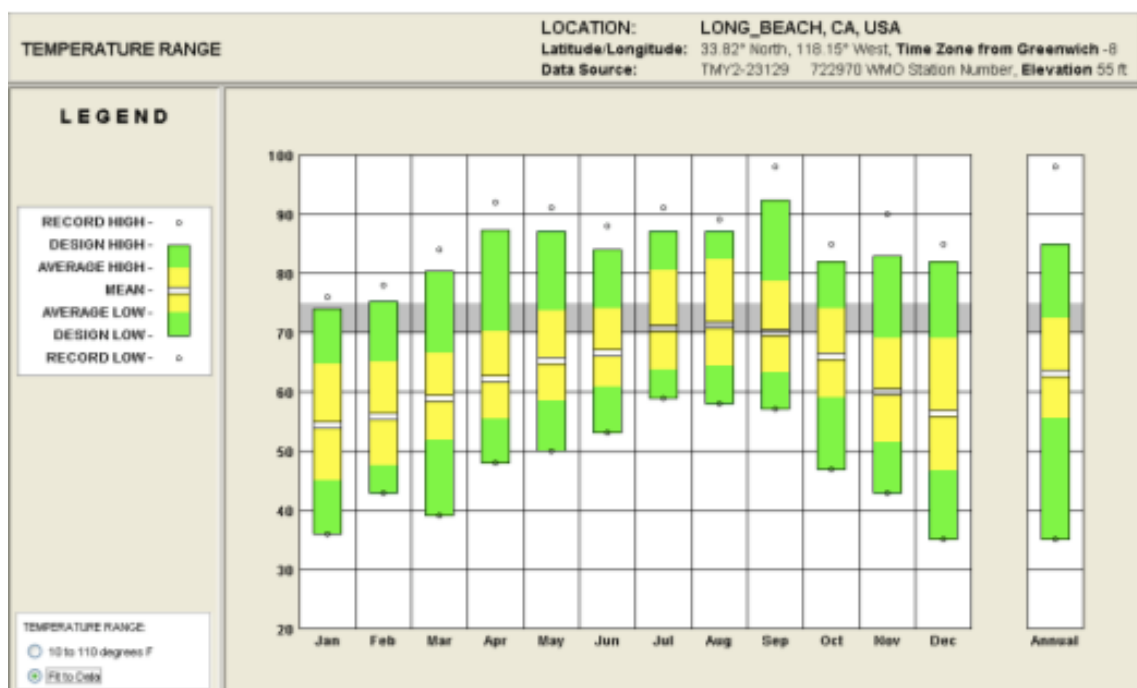
Tutte le temperature sono espresse in gradi Fahrenheit.

Latitudine 33 ° 50 '40 N

Longitudine 118 ° 11 '33 W

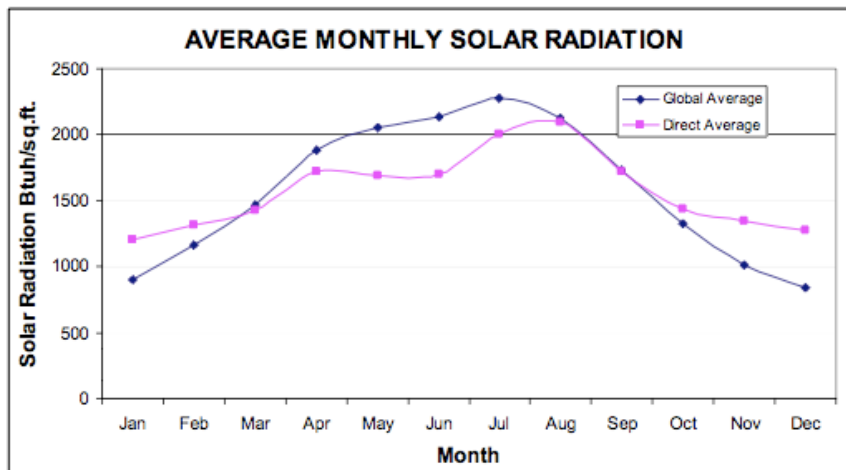
Altitudine 42 m

Media delle temperature mensili

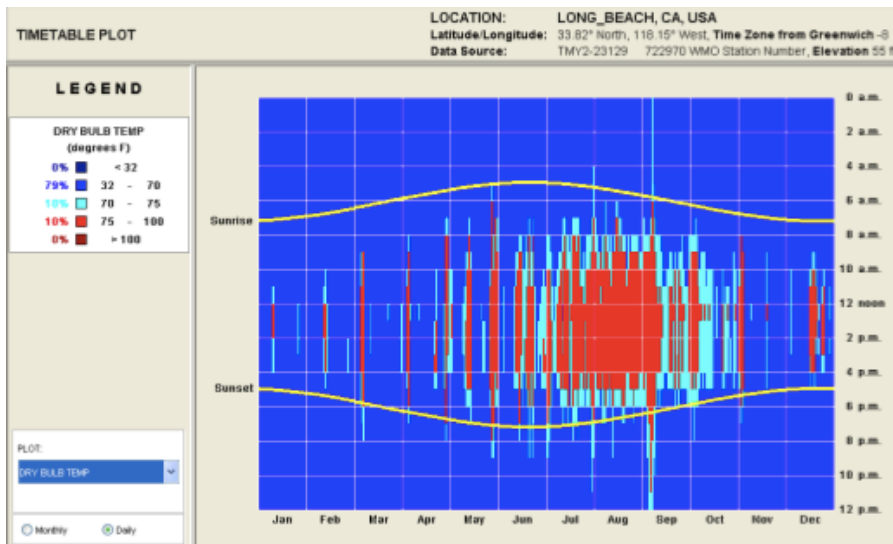




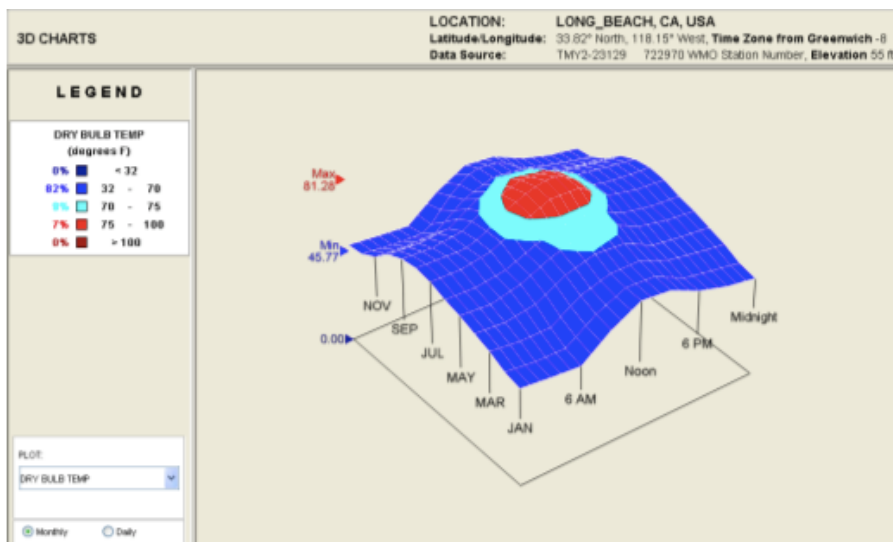
## Media mensile della radiazione solare



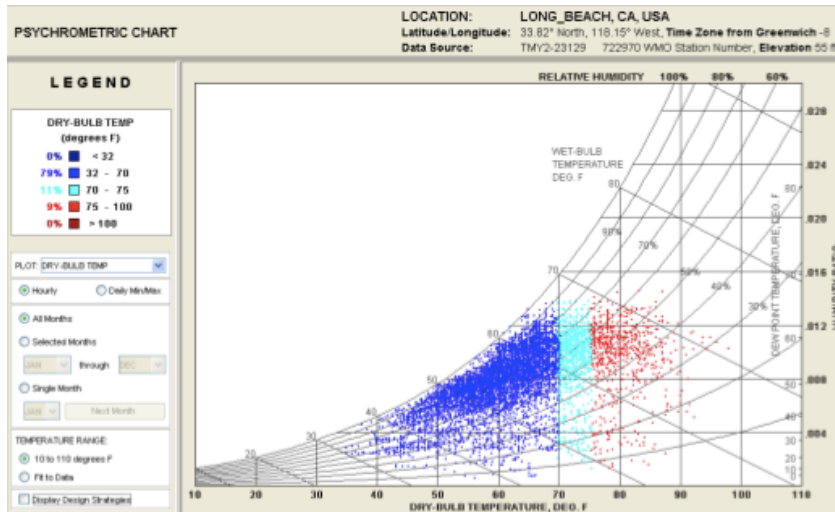
## Temperatura a bulbo asciutto nelle ore del giorno



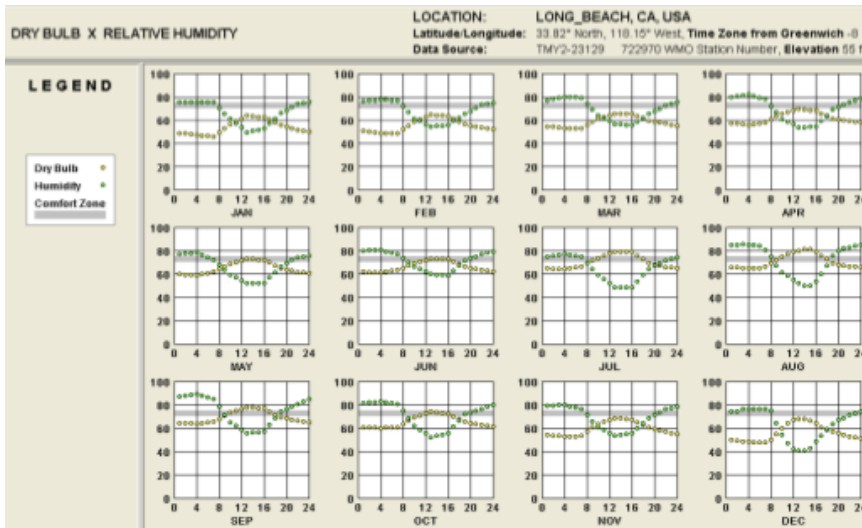
## Grafico 3D delle temperature, giorni e mese



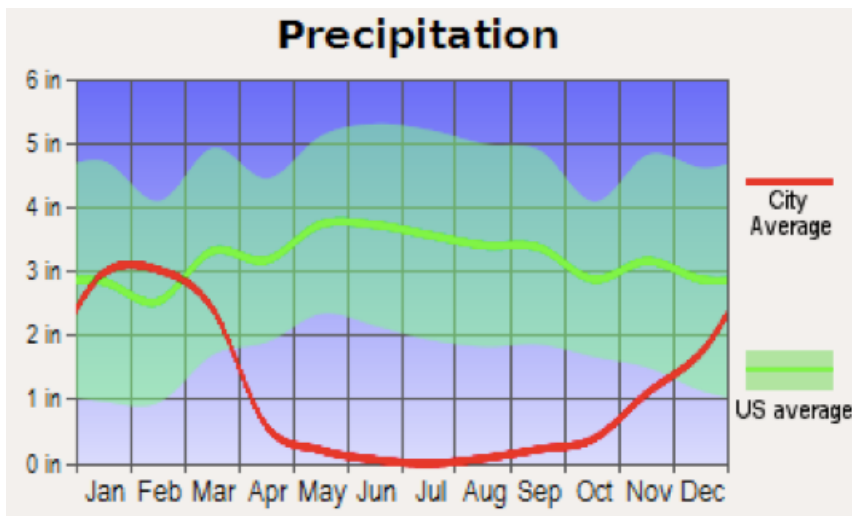
# Carta psicometrica



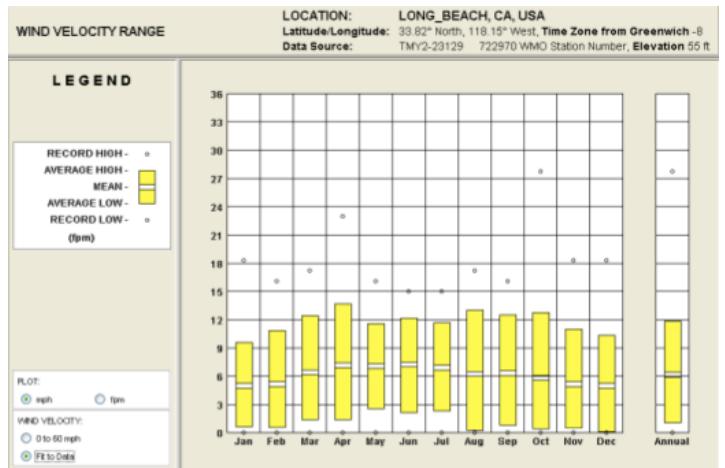
# Umidità relativa con temperature a bulbo secco



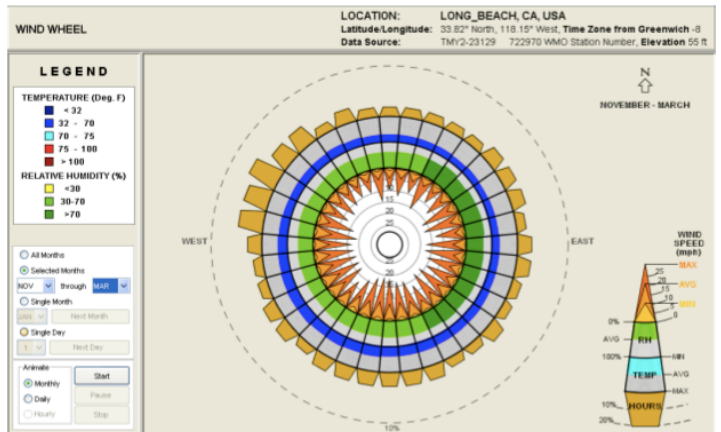
# precipitazioni



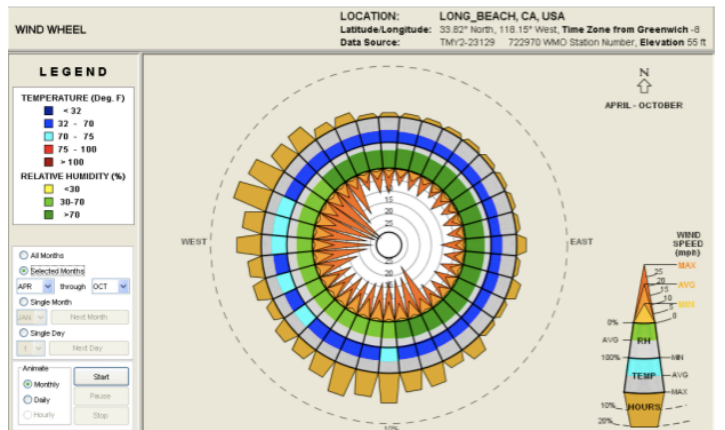
## Velocità media annuale del vento



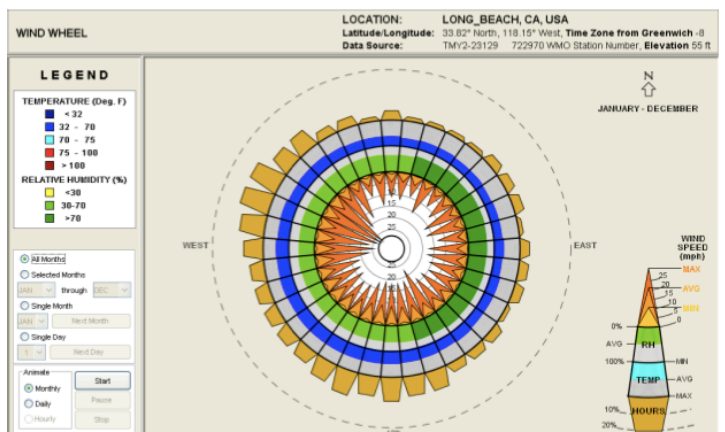
## Media della direzione del vento (annuale)



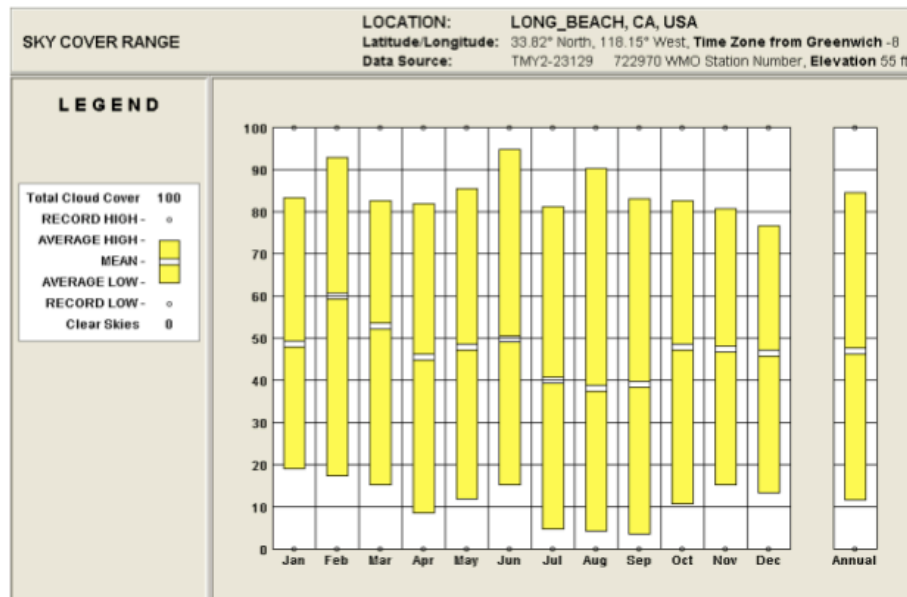
## Media della direzione del vento (Estate , aprile-ottobre)



## Media della direzione del vento (Inverno , novembre-marzo)



## Media della copertura del cielo



I dati provengono da ASHRAE, "Climatic Data per la Regione X - Arizona, California, Hawaii, e Nevada. Quinta edizione, maggio 1982. "

Raffreddamento Laurea dati Days nasce dalla climatici National Data Center:

<http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/online/ccd/nrmcdd.html>.

I dati di precipitazione viene da [www.city-data.com](http://www.city-data.com), <http://city-data.com/city/long-beach-california.html>.

Tutti gli altri grafici provengono direttamente dal consulente del clima 4.0 - Long Beach Airport.

<http://www2.aud.ucla.edu/energy-design-tools/>

-

## 2-5- Descrizione del sito:

Long Beach è una città di quartieri e di contrasti. Quest'anno il sito del concorso a 4.800-4.870 Long Beach Boulevard è al confine tra due quartieri diversi: Bixby Knolls a sud e a nord di Long Beach (o Northtown) a nord. A sud della ferrovia Union Pacific line, Bixby Knolls è uno dei quartieri più ricchi di Long Beach. Il Virginia Country Club, che ospita il Los Cerritos Ranch House, si trova a sud e ad ovest del sito. Bixby Knolls è anche la patria di alcune delle più antiche comunità recintate a Long Beach. North Long Beach, proprio di fronte alle piste di Bixby Knolls, è un quartiere della classe operaia, con una maggiore percentuale di ispanici e gli abitanti delle minoranze e il patrimonio immobiliare è molto più modesta.

Appena a sud del sito vi è il passaggio dei carri merci della Union Pacific Railroad. La ferrovia è sollevata su un argine consenta di ponte sul Long Beach Boulevard sopra grado. Il diritto di passaggio, mostrato sui piani sito del CAD, è recintata da parte del pubblico, e il terrapieno sono al di fuori del confine del sito. Il confine orientale e settentrionale del confine siti esistenti immobili residenziali. Entrambi i progetti di concorso devono essere sensibili ai quartieri residenziali adiacenti.

Long Beach Boulevard è suddivisa in zone per lo sviluppo commerciale per tutta la sua estensione. Il imprese esistenti adiacente al sito sono: la densità relativamente bassa, 1-2 storie, comprese le piccole motel, un asilo nido, un centro commerciale di piccola striscia a nord di West 49th Street, e una piccola scuola infermieristica un isolato a nord. Un certo numero di linee di autobus urbani corrono lungo Long Beach Boulevard.

Il Los Angeles River, e il 710 "Harbor" Freeway che collega Los Angeles a Long Spiaggia, sono meno di un km ad ovest del sito su Del Amo Boulevard.

# 3 BIOARCHITETTURA

Si definisce Bioarchitettura l'insieme delle discipline che attuano e presuppongono un atteggiamento ecologicamente corretto nei confronti dell'ecosistema antropico-ambientale. In una visione caratterizzata dalla più ampia interdisciplinarietà e da un utilizzo razionale e sostenibile delle risorse, la bioarchitettura tende alla conciliazione ed integrazione delle attività e dei comportamenti umani con le preesistenze ambientali ed i fenomeni naturali, al fine di realizzare un miglioramento della qualità della vita attuale e futura.

La bioarchitettura, pratica architettonica rispettosa dei principi della sostenibilità, ha l'obiettivo di instaurare un rapporto equilibrato tra l'ambiente ed il costruito, soddisfacendo i bisogni delle attuali generazioni senza compromettere, con il consumo indiscriminato delle risorse, quello delle generazioni future.

Alcuni dei principi progettuali alla base della bioarchitettura sono:

- ottimizzare il rapporto tra l'edificio ed il contesto nel quale viene inserito. Compito dell'architetto, come afferma Christian Norberg-Schulz, è creare luoghi significativi per aiutare l'uomo ad abitare, ciò attraverso la comprensione ed il rispetto del *genius loci* – lo spirito del sito;
- privilegiare la qualità della vita ed il benessere psico-fisico dell'uomo;
- salvaguardare l'ecosistema;
- impiegare le risorse naturali (acqua, vegetazione, clima);
- non causare emissioni dannose (fumi, gas, acque di scarico, rifiuti);
- concepire edifici flessibili ad eventuali rimozioni, sostituzioni o integrazioni degli impianti, e a possibili ampliamenti o cambiamenti di destinazione d'uso;
- prevedere un diffuso impiego di fonti energetiche rinnovabili;
- utilizzare materiali e tecniche ecocompatibili, preferibilmente appartenenti alla cultura materiale locale.

finché tali principi possano integrarsi coerentemente è necessaria una progettazione che si avvalga del contributo di numerosi specialisti. L'industria delle costruzioni ha un forte impatto ambientale a causa dell'altissimo consumo energetico, delle sue emissioni nell'atmosfera, dell'inarrestabile consumo del territorio e del diffuso utilizzo di materiali di origine petrolchimica che determinano gravi problemi di inquinamento durante tutto il loro ciclo di vita. Fine primaria della bioarchitettura è dare all'edilizia un nuovo indirizzo rivolto sia al rispetto delle esigenze dell'uomo che al rispetto dell'ambiente, ad esempio nelle fasi di progettazione, realizzazione e gestione di un *green building*.

In questo senso la così detta "casa passiva" riesce a raggiungere un impatto zero sull'ambiente, non richiedendo energia per riscaldare gli ambienti, ma attraverso un'attenta progettazione riesce a sfruttare l'energia proveniente dall'esterno (sole) e quella prodotta al suo interno da elettrodomestici e dalle stesse persone che vi abitano, rinunciando così alla presenza di impianti di riscaldamento.

Senza raggiungere progetti così sofisticati, la bioarchitettura si può avvalere delle energie rinnovabili per fornire l'energia termica ed elettrica necessaria. Per il riscaldamento si possono utilizzare i pannelli solari termici ( o collettori solari), gli impianti a biomassa o la geotermia a

bassa entalpia. Per fornire energia elettrica si possono utilizzare i pannelli fotovoltaici, oppure sfruttare l'energia eolica con impianti di mini o micro eolico o se disponibile un corso d'acqua con caratteristiche adeguate, si può pensare anche ad un impianto mini idroelettrico.

Queste tecnologie possono così agire positivamente nel ridurre le emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub> e di altri gas inquinanti. Grazie al loro utilizzo ed una progettazione attenta si può arrivare ad avere edifici energeticamente autosufficienti.

Per architettura bioclimatica si intende l'architettura finalizzata al raggiungimento del comfort ambientale interno, limitando al minimo l'intervento degli impianti che comportano consumi energetici da fonti convenzionali. Essa minimizza i consumi energetici necessari per la climatizzazione (riscaldamento, condizionamento estivo ed illuminazione diurna) e limita, di conseguenza, l'inquinamento dell'ambiente. Tale architettura affida in modo prevalente alla struttura, alla conformazione fisica dell'edificio, al suo orientamento ed al contesto climatico in cui viene realizzato, il compito di captare o rinviare le radiazioni solari e di sfruttare il microclima locale, ad esempio i venti prevalenti, per ottenere il comfort ambientale.

## 3-1 SOLE:

Uno degli scopi dell'architettura solare è il contenimento delle spese energetiche.

Il costruire ecologico dovrebbe utilizzare l'energia solare perché questa è pulita, economica e illimitata. Inoltre il calore solare non contiene CO<sub>2</sub> e per questo è assolutamente non inquinante.

Per architettura solare si intende un tipo di edilizia che utilizza la radiazione solare come fonte di energia per il riscaldamento e l'illuminazione.

I sistemi solari indicano l'insieme delle misure che permettono un utilizzo dei raggi solari per il miglioramento del bilancio energetico, anche attraverso la costruzione di edifici, senza però il considerevole impiego di macchinari e di energia convenzionale aggiunta.

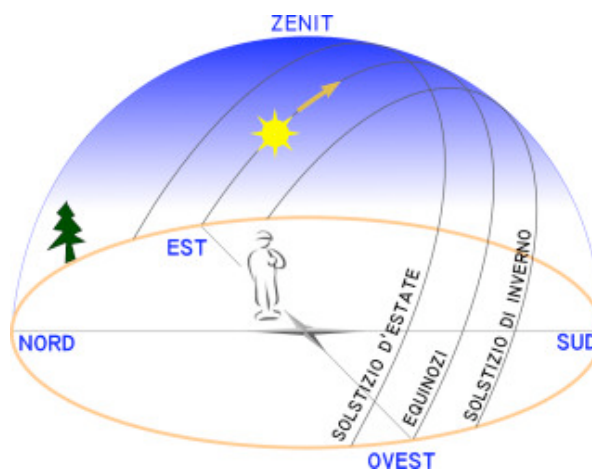
Il fine di questi provvedimenti è la riduzione dell'intero fabbisogno di energia del condizionamento degli ambienti interni durante tutto il giorno e durante tutto l'arco dell'anno, così come un massimo comfort termico. Questi provvedimenti riguardano anche la riduzione del surriscaldamento durante i mesi estivi.

### 3-1- Orientamento:

In estate il guadagno solare attraverso le finestre è indesiderato. Le masse di accumulo, come il cemento ed i mattoni, durante le notti estive si raffreddano e durante il giorno assorbono una parte del calore. Durante i giorni molto caldi, alle finestre più grandi è necessaria una protezione parasole, fissa o mobile.

Un altro aspetto, collegato alle superfici vetrate, sono le perdite di calore. L'orientamento delle stanze interne, l'orientamento delle finestre e la loro ampiezza influiscono sul mantenimento del calore di un edificio. La differenza di temperatura tra interno ed esterno provoca la perdita di calore per trasmissione indipendentemente dall'orientamento.

Il guadagno termico attraverso le finestre, nella maggior parte dei casi, è minore della



perdita di calore. In pratica, un buon, anzi, un ottimo guadagno termico si può ottenere durante il periodo in cui è necessario il riscaldamento degli ambienti solo attraverso le facciate rivolte verso sud (da sud-est a sud-ovest). Il bilancio energetico per gli altri orientamenti è neutro o negativo. Perciò si dovrebbero ridurre le dimensioni delle finestre verso nord ed aumentare quelle delle finestre rivolte a sud, prevedendo in quest'ultimo caso una protezione per il periodo estivo. Le nuove tecnologie offrono finestre con ottimi isolamenti termici che permettono di ottenere una produzione di energia anche con un orientamento non a sud. Accanto all'ottimizzazione dell'impiego delle finestre, esiste anche la possibilità di una copertura vetrata. Questa soluzione capta in modo efficace la luce diurna all'interno di grandi ambienti ed è perciò utilizzata di frequente, non solo negli edifici industriali, ma anche nelle abitazioni e in edifici pubblici. In questo modo si ottiene una temperatura gradevole ed anche una riduzione del fabbisogno di illuminazione artificiale.

La scelta della posizione di un edificio avviene in base a parametri tra i quali, ad esempio, l'approvvigionamento dell'energia del sole e del vento. E' quindi necessaria una buona conoscenza delle condizioni della localizzazione e del clima del sito. La scelta della posizione di un edificio è molto importante in quanto la temperatura, l'orientamento e la disposizione del terreno influenzano in modo decisivo sul consumo di energia. Il clima si forma attraverso l'interazione reciproca della terra, dell'acqua, della luce e dell'irradiazione solare ed esercita un influsso sia sul consumo di energia di un edificio, sia anche sul benessere termico, fisico e psicologico dell'abitante.

Oltre all'orientamento delle superfici finestrate, anche l'orientamento della facciata principale e quello degli ambienti interni riveste grande importanza. La facciata principale di un edificio dovrebbe essere rivolta verso il sole per ottimizzare l'utilizzo passivo dell'energia solare (senza l'aggiunta di impianti).

Gli ambienti interni maggiormente utilizzati per la vita quotidiana mantengono di più il calore del sole se sono rivolti a sud. Verso sud-est e verso sudovest vanno rivolte le stanze che richiedono illuminazione. Al contrario, quelle che non abbisognano di molta illuminazione, come gli ingressi, gli atri, le stanze da lavoro e quelle per gli hobby, i garage ed i servizi igienici, possono essere orientati verso nord. Le zone poste tra gli ambienti caldi e la facciata fredda rivolta a nord, possono fungere da "vani intercapedine".

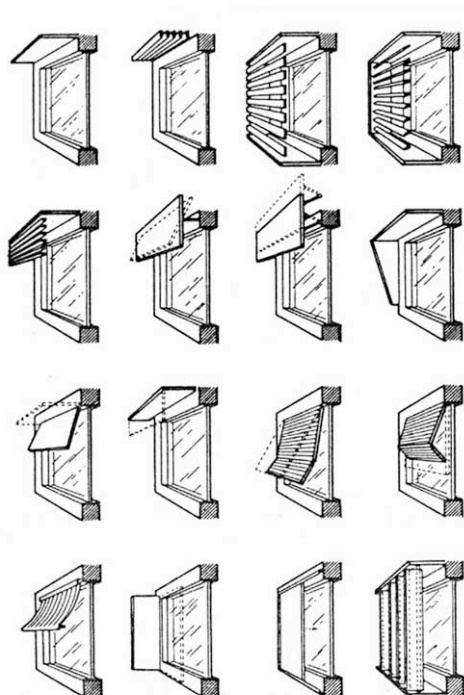
### 3-1-2 Schermature:

Le tecniche utilizzate per ridurre gli sprechi di energia sono :

- l'utilizzazione di materiali isolanti per la coibentazione delle strutture;
- il controllo delle infiltrazioni ed il recupero di calore dai ricambi dell'aria

(con l'eliminazione di fenomeni di condensa).

Innanzitutto il sistema solare passivo richiede che in inverno l'energia venga intrappolata, riducendo nel contempo le dispersioni di calore attraverso pareti, finestre, copertura a diretto contatto con l'esterno. In estate, invece è necessario che la casa venga protetta dal sole e che si riescano a sfruttare le correnti d'aria. Per evitare gli scambi di calore con l'esterno è dunque indispensabile utilizzare materiali isolanti termici nei tetti, nei muri e nei solai, che saranno abbinati all'uso di superfici vetrate orientate verso il sole e ad alta resistenza termica. Una





buona tenuta dei serramenti contribuirà inoltre a diminuire infiltrazioni di aria fredda. In estate invece sarà necessario proteggere la casa dal sole con elementi di ombreggiamento, quali ad esempio filari di alberi, dando nel contempo la possibilità di penetrare all'interno dell'edificio all'aria fresca della notte. Materiali isolanti trasparenti di nuova concezione permettono ai raggi del sole di riscaldare le pareti e l'ambiente interno e, allo stesso tempo, trattengono il calore che verrà immagazzinato nelle strutture e restituito durante la notte.

Per ridurre le dispersioni di calore possono essere utilizzati i seguenti sistemi:

1 vetrate a bassa conduttanza termica;

2 schermi isolanti mobili.

### Materiali trasparenti :

Il vetro è il materiale trasparente più comunemente usato. La maggior parte dei materiali trasparenti ha una bassa resistenza termica e il fattore più importante nel loro effetto di barriera termica è rappresentato dalla separazione tra aria interna ed esterna. L'obiettivo sarebbe di mantenere un'efficiente trasmittanza della energia solare con la riduzione delle dispersioni di calore. Le proprietà termiche e solari di un vetro singolo possono essere migliorate aggiungendo uno o più strati di vetro (così si migliorano le proprietà isolanti in quanto si creano strati di aria nell'intercapedine, anche se ciò riduce leggermente la trasmittanza solare). Inoltre l'intercapedine tra gli strati di materiale trasparente può essere riempita con gas pesante, come l'anidride carbonica, e una superficie selettiva può essere aggiunta al vetro. Il gas pesante riduce le dispersioni di calore per convezione, mentre la superficie selettiva, trasparente alle radiazioni luminose, riflette la radiazione termica. Si possono usare vetri a basso contenuto di ferro. Questi hanno una trasmittanza solare più alta dei vetri ordinari e sono solo leggermente più costosi. I materiali trasparenti riflettenti il calore, per evitare il surriscaldamento interno in estate, ammettono meno luce solare durante la stagione del riscaldamento. Si stanno sviluppando materiali trasparenti a trasmittanza variabile, denominati cromogenici, che possono cambiare la loro trasmittanza per effetto della luce (fotocromici), del calore (termocromici) e di campo elettrico (elettrocromici). Altri materiali possibili sono certi polimeri sotto forma di film trasparenti. Alcuni hanno una trasmittanza solare molto alta e possono essere utilizzati in strutture multistrato per dare un ottimo comportamento sia termico che solare. Ma molti sono trasparenti alle radiazioni termiche, non sono rigidi e i loro infissi sono quindi costosi

Anche gli infissi delle finestre giocano un ruolo importante nella dispersione del calore: Quelli di legno e di PVC hanno le migliori proprietà termiche. Gli infissi di alluminio sono confrontabili solo se dotati di barriera termica, anche in relazione ai problemi di condensazione.

I materiali trasparenti non sono le sole barriere termiche utilizzabili, anche degli schermi isolanti mobili possono essere usati quando viene a mancare la luce solare diretta, oppure di notte.

Lo schermo più semplice è la tenda. E' possibile migliorarne la resistenza termica aggiungendo strati a bassa emissività, usando speciali materiali isolanti o curando il dettaglio dei bordi.

Altri sistemi di isolamento interno per la notte sono gli scuretti isolanti come in figura:

Con gli isolamenti mobili interni può nascere il problema della condensa sui vetri. Se l'isolamento è applicato dietro la vetrata e non viene rimosso durante il periodo di soleggiamento è possibile che stress termici causino la rottura del vetro. Ciò dipende anche dal dettaglio di fissaggio dei bordi che può permettere o meno la dilatazione del vetro. Le intercapedini tra gli strati della vetrata possono essere usate per degli isolamenti mobili quali: drappi, fogli di materiale a bassa emissività, tendine avvolgibili e "beadwall", ossia un riempimento di perline di polistirene pompate con mezzi meccanici nell'intercapedine di notte e rimosse di giorno. I pannelli isolanti mobili da installare all'esterno sono un'altra possibilità, ma devono resistere alla pioggia, al vento, al ghiaccio e ai raggi ultravioletti.

L'importante principio che governa l'isolamento mobile è che lo strato isolante deve essere posto sulla superficie esterna del componente solare (per ridurre i problemi di condensazione e quelli dello stress estivo, rispetto all'applicazione interna) e deve creare una camera d'aria dai contorni ben sigillati (soprattutto in inverno) per ottenere un efficace isolamento. Il tempo richiesto all'utilizzatore per aprire e chiudere la maggior parte di questi sistemi è considerevole, fatta eccezione per quelli dotati di controllo meccanico. Inoltre i sistemi mobili sono efficaci solo quando sono operativi e quindi non possono ridurre le dispersioni di calore durante il giorno.

Per controllare il guadagno solare è necessario ricorrere a schermi solari, anche se il loro utilizzo durante la stagione del riscaldamento sarà in contrasto con la necessità di evitare ombreggiamenti.

In questo contesto saranno presi in considerazione i seguenti sistemi di mitigazione:

- 1 Schermi fissi;
- 2 Schermi mobili;
- 3 Vegetazione.

E' importante notare che quando si usa uno schermo orizzontale, l'orientamento a sud dell'edificio o dell'apertura solare è essenziale: basta una piccola deviazione (poco più di 8°) per ridurre l'efficacia.

### Schermi fissi :

La schermatura più efficace per una finestra rivolta a sud è quella orizzontale, mentre per le finestre rivolte ad est oppure ovest si devono usare schermi verticali. I dispositivi più semplici sono gli aggetti ed i frangisole. Il difetto principale degli schermi fissi è che l'entità della schermatura è determinata dalle stagioni solari, piuttosto che da quelle climatiche e ciò produce effetti schermanti anche in periodi in cui è richiesto un riscaldamento passivo. Gli schermi fissi tagliano sempre una parte della radiazione diffusa e quindi riducono l'illuminazione naturale.

### Schermi mobili :

Sopra è mostrata una selezione di schermi mobili quali le tende, gli schermi veri e propri, le persiane e gli scuretti. Gli schermi mobili dovrebbero essere progettati anche allo scopo di isolare di notte, durante la stagione del riscaldamento. Gli schermi interni sono meno efficaci in quanto la luce solare entra comunque nell'edificio e non può essere efficacemente riflessa all'indietro, ma comunque per questa ragione gli schermi interni devono avere una colorazione chiara. L'efficienza degli schermi esterni, in quanto dissipano all'aria l'energia solare assorbita, è del 30% superiore a quella degli schermi interni, anche se questi ultimi sono più economici e facili da manovrare manualmente. Il controllo degli schermi può essere sia manuale che meccanici. I controlli manuali sono realizzati tramite leve, aste, corde e catene, mentre i controlli meccanici fanno uso di energia elettrica e possono intervenire sia con il consenso manuale che con quello di un sensore fotoelettrico. Un particolare sistema è costituito dallo "skylid", nel quale un fluido di lavoro cambia la sua fase da liquida a vapore e la conseguente variazione di peso attiva un'azione meccanica.

### Vegetazione :

Una vegetazione decidua può essere usata come schermo, ma ciò comporta comunque una riduzione permanente della radiazione solare incidente e quindi questo sistema dovrebbe essere evitato, almeno in aree con limitata radiazione solare invernale.

## PERDITE DI CALORE

La forma e l'orientamento di un edificio, la modalità della sua costruzione ed il consumo di energia sono gli elementi fondamentali dell'architettura solare e rappresentano perciò le condi-

zioni per l'abitare confortevole, naturale e sano. Con la minimizzazione della superficie esterna, una costruzione compatta riduce le perdite di calore per trasmissione. Quanto più compatto è un edificio, quanto più piccola è la superficie in confronto al volume, quanto più riparata dal vento è la sua posizione, tanto più ridotte risultano le perdite di calore ed il fabbisogno energetico.

Buoni valori di isolamento termico degli elementi perimetrali della costruzione si ottengono grazie a materiali da costruzione leggeri ed ecologici. Costruzioni massicce (mattoni, cemento) hanno il vantaggio di una maggiore inerzia termica. Uno standard isolante buono per le muraure esterne è rappresentato da un coefficiente globale di trasmissione che si aggira intorno a  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Grosse perdite di calore si hanno durante l'apertura e la chiusura delle porte d'ingresso. Una bussola o un foyer possono essere considerati come un'ideale stanza chiusa da cui una porta dà all'interno e un'altra all'esterno. Se viene aperta la porta esterna, l'aria proveniente da fuori si ferma nella bussola. Solo una piccola parte dell'aria ambiente fuoriesce in questo modo attraverso la bussola. Quando viene chiusa la porta esterna ed aperta quella interna, solo una piccola quantità di aria calda può passare dall'ambiente alla bussola. In linea di massima, le bussole vengono riscaldate poco o niente e la loro temperatura rimane intermedia tra i valori di quella esterna e di quella interna.

Un'altra soluzione è la bussola verticale. Essendo l'aria calda più leggera di quella fredda, non scende, così come l'aria fredda non sale, e quindi il livello della temperatura all'ingresso rimane inferiore a quella delle stanze interne, riducendo così la perdita di calore durante l'apertura della porta verso l'esterno.

## 3-1-4 RICHIESTE TECNICHE:

### 3-1-4-1. Penetrazione e Controllo solare

Obiettivi: il rendimento termico e luminoso di tutti gli spazi saranno notevolmente colpiti da quanto bene il calore e la luce del sole, sono utilizzate e controllata. In questa indagine si dimostrerà l'utilizzo di sole e la luce nella residenza in diversi momenti dell'anno.

Compiti: 1. Utilizzare un LOF dom Calcolatrice o altro dispositivo per determinare la quota, azimut, e più importante l'angolo di profilo del sole alle ore 9, mezzogiorno e le 15:00 per il Solstizio d'Inverno (21 dicembre), il Primavera / Autunno equinozi (marzo / 21 settembre), e l'estate Solstizio (21 giugno).

2. Selezionare un rappresentante sud, est e ovest nella finestra edificio. Illustrare la penetrazione del sole / di controllo solare da:

- la creazione di sezioni semplici e chiari e / o diagrammi delle finestra, che illustra la penetrazione del sole / di controllo solare fornite dal apertura e dispositivi di ombreggiatura. In questo diagramma, mostra l'angolo solare altitudine e come la sbalzo o ombreggiature sfumature meccanismo della finestra.

3. Scrivi una chiara e concisa analisi e sintesi di questa inchiesta affrontando, come minimo, le seguenti questioni:

- Valutare la relazione tra i modelli sole e la tua

Le attività di costruzione. Come i vostri schemi dom specifico influenzare i requisiti di illuminazione naturale dell'edificio? Speculare su l'effetto dei modelli sole sulla necessità di edifici riscaldamento e raffreddamento.

- Il vostro disegno adeguatamente evitare o bloccare il sole caldo Weather e di ammettere nella stagione fredda?

- Sfida 1 entranti: Il vostro disegno di fornire riscontro luce del giorno per le aule, senza consentire fastidioso fascio di penetrazione diretta?

## 3-1-4-2 Gli utili e perdite di calore attraverso Windows

---

Obiettivo: studiare le questioni di calore guadagno e perdita, a causa della luce del sole colpisce

a sud di vetro (le prestazioni termiche dei vetri).

Panoramica • Applicare i concetti di U-valori,  $\Delta T$ , e  $T_a$ .

- Studiare la relazione tra posizione geografica / latitudine sul guadagno solare;
- Mostra come performance finestra si riferisce al tipo di finestra.

Compiti: Calore Guadagni:

1. Determinare guadagno di calore (Btu/ft<sup>2</sup>day) attraverso il sud di vetro Solar Insolazione Data. Utilizzare l'insolazione media in una verticale superficie di valore (VS) di gennaio, elencati in Appendice C, tabella C.15 (MEEB, pp. 1520-1525). "VS" è data come Btu/ft<sup>2</sup>day, quindi dovrete di moltiplicare questo numero per l'area della finestra. Dal momento che è Santa Barbara non inclusi nella tabella, utilizzare la voce per Santa Maria, CA.

Perdite di calore:

2. Determinare la perdita di calore (giorno Btu/ft<sup>2</sup>) attraverso il sud di vetro come segue:

La perdita di calore (giorno Btu/ft<sup>2</sup>) finestra  $U = (\text{Btu} / \text{hr ft}^2 \text{ oF}) \times 24$   
(Ore / giorno)  $\times \Delta T$  (oF)

(Questo vi darà la perdita di calore per piede quadrato di vetro sud che deve poi essere moltiplicata per la superficie finestra per determinare il calore perdita attraverso tutti i sud del vetro.)

Il valore U delle finestre si trovano in appendice tabella E.15 (pp. 1585-1586, MEEB)

$T_a$  (temperatura media giornaliera in gradi Fahrenheit) per Santa Barbara si trovano le informazioni meteo incluse nel Meteo e Clima Informazione sezione.

Determinare (o assumere) una temperatura media interna, nella vostra costruzione, per un tipico periodo di 24 ore nel mese di gennaio, poi calcolare  $\Delta T$  in gradi Fahrenheit dove:

$$\Delta T = (\text{media temp}) - (T_a)$$

Analisi e sintesi:

3. Scrivi una chiara e concisa analisi e sintesi di questa inchiesta affrontando, come minimo, per ciascuna delle seguenti questioni:

- Commento sul confronto tra guadagno di calore e la perdita di calore.  
In una giornata tipica di gennaio, c'è una perdita netta o un guadagno netto?
- Come finestre migliore (basso valore U) influenzano i risultati?
- speculare su come il sud finestre si esibirà nel estate.

## 3-2 ACQUA

Dal 1980 al 1998 la richiesta di acqua è raddoppiata, alcuni stimano che dall'inizio del XX secolo ad oggi il consumo di acqua dolce sia aumentato di sette volte. Le cause del calo sono molteplici e possono essere così sintetizzate:

- Crescita demografica; considerato che i consumi sono direttamente proporzionali alla crescita della popolazione mondiale (negli ultimi cento anni i consumi sono cresciuti ad una velocità doppia dell'incremento demografico) si prevede, con questi tassi di crescita, che dopo il 2025 i consumi mondiali non potranno essere soddisfatti dalle attuali risorse; in aggiunta a ciò i paesi a più alto tasso di crescita demografica (Africa, Cina e India) sono proprio quelli che si trovano nelle peggiori situazioni di approvvigionamento.
- Inquinamento; esistono tre modalità di azione degli inquinanti prodotti dall'uomo: l'inquinamento diretto delle falde tramite la penetrazione nel sottosuolo di sostanze tossiche (pesticidi e nitrati impiegati nell'agricoltura, metalli e altre sostanze di sintesi impiegate dall'industria); l'eutrofizzazione a causa del massiccio uso di fertilizzanti azotati; l'inquinamento dell'aria che produce all'ormai noto effetto serra, con innalzamento delle temperature e aumentata evaporazione delle acque, il risultato è l'incremento della percentuale di vapore acqueo presente nell'atmosfera che corrisponde alla siccità nelle terre più esposte (il fenomeno della desertificazione viene implementato dal buco nell'ozono che lascia passare dosi eccessive di ultravioletti con effetti distruttivi sulla flora) e rovinosi uragani.
- Alterazione degli ecosistemi; la costruzione di dighe per lo sfruttamento idroelettrico e la deviazione di corsi d'acqua a scopo irriguo (si parla di oltre 36.000 dighe con invasi superiori ai 15 metri di altezza, distribuite su tutto il pianeta), hanno portato alla distruzione di importanti ecosistemi con sparizioni di zone umide ed aree di piena, insabbiamento degli estuari, reflussi di acqua salata e salinizzazione delle falde.
- Sprechi; la distribuzione delle risorse idriche non è omogenea e avvantaggia pochi paesi, mentre praticamente in tutta l'Asia ed in Medio Oriente si assiste al progressivo esaurimento delle falde; gli sprechi delle acque irrigue e degli impianti di distribuzione rendono inutilizzabili enormi quantità del prezioso liquido. Già da svariati anni la Bioarchitettura propone soluzioni allo spreco d'acqua operando due distinguo: recupero delle acque piovane e recupero delle acque d'uso domestico.

### 3-2-1 Il recupero delle acque piovane

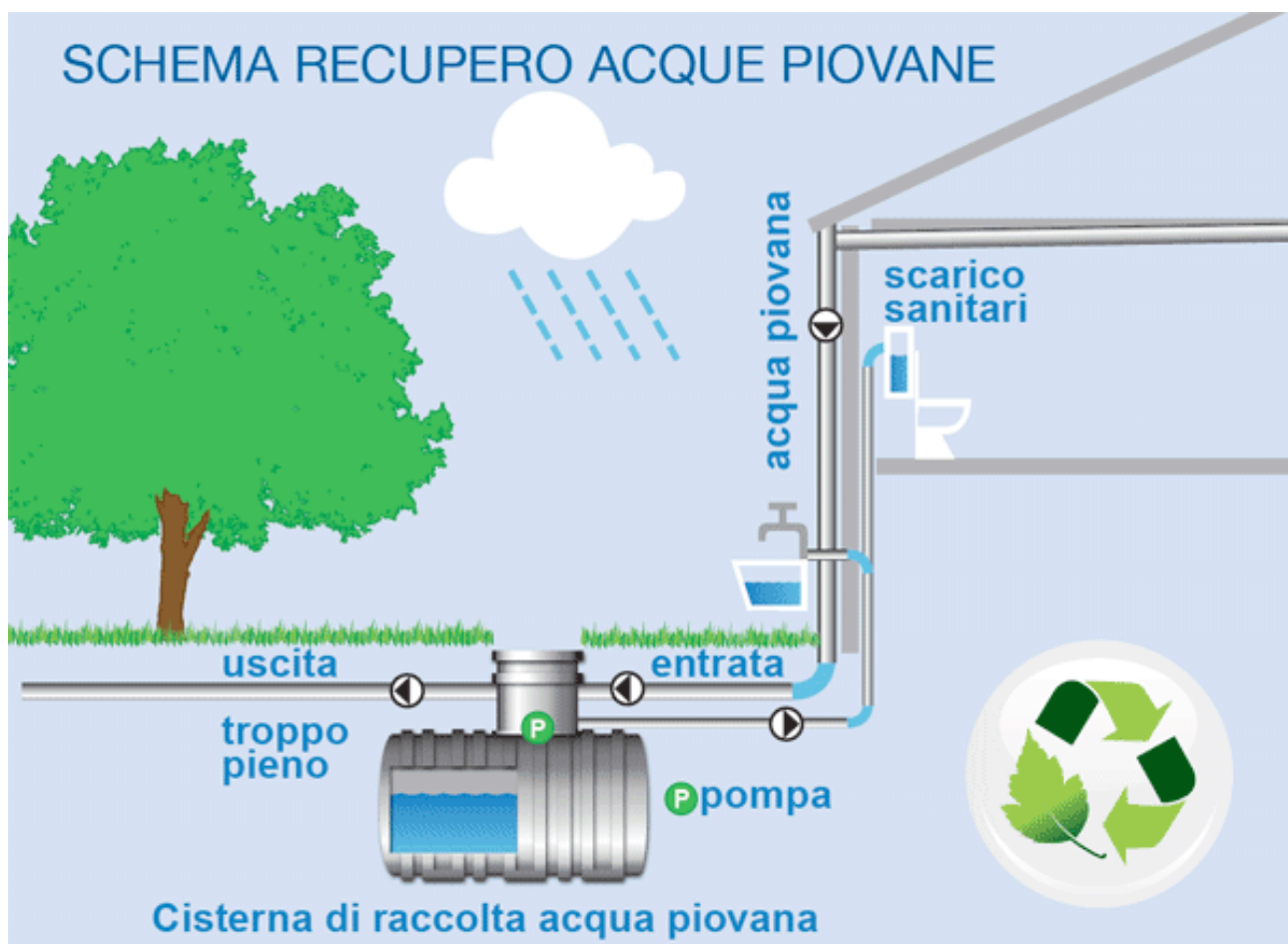
L'acqua meteorica su tali superfici "corre" via e non va ad infiltrarsi nel terreno, molte volte viene incanalata e "gettata" in caditoie, fognature, comunque dispersa senza essere adeguatamente sfruttata. L'acqua così raccolta non arricchisce il terreno su cui sarebbe dovuta cadere ma ne viene prontamente allontanata senza alcuna discriminazione, mescolata ad altre acque, va a confluire in canalizzazioni che rapidamente la dirottano verso corsi d'acqua più grandi. Non a caso nelle nostre città, in seguito a violenti nubifragi, si formano rapidamente ingorghi e rigurgiti della rete fognaria, i pochi corsi d'acqua tracimano e si può assistere alla comparsa di microalluvioni, le strade in pendenza diventano torrenti e spesso le zone più basse diventano bacini alluvionali. Superfici molto vaste, poste al di sotto delle aree urbane, non trattengono più l'acqua meteorica; il terreno, che naturalmente avrebbe un effetto "spugna", non riesce a trattenere la poca acqua con cui entra in contatto. Una risorsa preziosa viene sprecata senza scopo.

La proposta è relativamente semplice: aumento delle superfici permeabili e raccolta delle acque piovane per il riuso attraverso condutture specifiche, dedicate all'acqua non potabile, rivolte all'alimentazione degli elettrodomestici (lavatrici, lavastoviglie) e degli sciacquoni dei gabinetti; l'acqua raccolta può essere anche usata per annaffiare i giardini.

Un impianto di recupero delle acque meteoriche permette il riutilizzo dell'acqua piovana per l'irrigazione dei giardini, per lo scarico d'acqua dei W.C., per i bucati, per il lavaggio dell'auto o ancora come acqua di raffreddamento degli impianti di climatizzazione.

In tali sistemi, normalmente, il tetto dell'edificio funge da superficie di raccolta e l'acqua piovana, attraverso appositi pluviali, viene convogliata in un serbatoio di riserva inserendo dei filtri per eliminare il materiale in sospensione (foglie, detriti, polline, sabbia...) trasportato dalle acque captate. Questo materiale infatti sedimenterebbe nel serbatoio, portando ad un deterioramento delle qualità dell'acqua ed al rischio di intasamento delle condotte e del sistema di pompaggio.

Innanzitutto il sistema sarà costituito dalla cisterna che può trovarsi in cantina, nei pressi della stazione di pompaggio, così come interrato o esterno in giardino, mentre il filtro potrà trovarsi in un pozzetto a parte apposito oppure all'interno del serbatoio. L'acqua immagazzinata viene poi convogliata attraverso un'apposita pompa ed un sistema di tubature, separato da quello dell'acqua potabile, agli impianti di consumo quali scarico del water, lavatrice o irrigazione del giardino. Infine il sistema viene completato da accorgimenti impiantistici quali la dispersione e il ritegno delle acque meteoriche che arrivano dallo scarico di troppo pieno.





### 3-2-2 Fitodepurazione

La fitodepurazione è un sistema di depurazione naturale delle acque reflue domestiche e agro-industriali che utilizza il principio di autodepurazione tipico degli ambienti acquatici. La depurazione si attua attraverso specifiche interazioni tra suolo, batteri e piante.

Lo schema di trattamento delle acque reflue domestiche più comunemente utilizzato lo si suddivide in due tipologie:

- Sistema a flusso sommerso orizzontale:
  - vasca di sedimentazione primaria (es. fossa Imhoff o tricamerale )
  - sezione filtrante mediante pozzetto con filtro (facoltativo)
  - impianto di depurazione mediante sistema a flusso sommerso orizzontale
- Sistema a flusso sommerso verticale:
  - vasca di sedimentazione primaria (es. fossa Imhoff o tricamerale)
  - vasca di accumulo delle portate giornaliere con pompa di distribuzione o distribuzione meccanica
  - impianto di depurazione mediante sistema a flusso sommerso verticale

La costruzione degli impianti di fitodepurazione consiste nello scavo di vasche impermeabilizzate con teli in vari materiali riempite con substrato permeabile (generalmente ghiaia/sabbia di diversa granulometria). Sono altresì disponibili sul mercato delle vasche impermeabili in vetroresina normalmente usate per piccole utenze. Sulle superfici così ottenute vengono posizionati i tubi per la distribuzione del refluo e messe a dimora le piante acquatiche.

Per quanto riguarda il dimensionamento la superficie richiesta varia a seconda delle caratteristiche a cui si deve far pervenire il refluo in uscita (scarico su corso d'acqua, scarico su suolo, riutilizzo a fini irrigui o reintegro cassette wc, ecc.). Generalmente, per uno scarico di tipo domestico, la superficie per ogni abitante equivalente è di 4 - 5 m<sup>2</sup>.

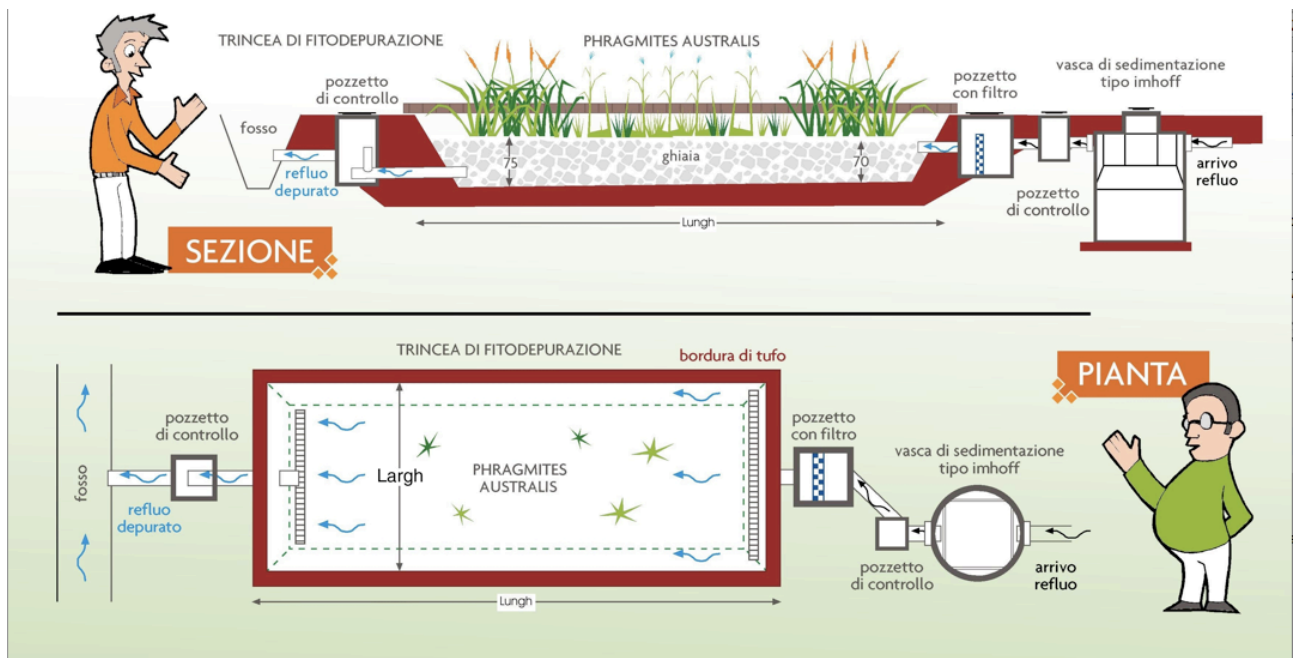
Le due tipologie di impianto, orizzontale e verticale, si possono normalmente utilizzare accoppiate per una migliore riuscita depurativa in particolare per la riduzione dell'azoto.

Esistono poi i sistemi a flusso libero, nei quali il refluo scorre in bacini progettati in modo da aumentare i tempi di residenza e ridurre cortocircuiti idraulici e in cui vengono messe a dimora piante acquatiche. Necessitano di una superficie maggiore rispetto ai sistemi a flusso sommerso e per questo motivo vengono utilizzati in Italia come stadio terziario di finissaggio.

Gli impianti di fitodepurazione sono sistemi biologici secondari che necessitano di un trattamento primario con la funzione di sedimentazione dei solidi grossolani (fossa Imhoff o fossa settica). I meccanismi di rimozione degli inquinanti (sostanza organica, azoto fosforo e patogeni) sono di tipo fisico, chimico e biologico. In particolare il principio di funzionamento di un trattamento di fitodepurazione a flusso sommerso è assimilabile a quelli a biomassa adesa di tipo aerobico. Le elofite messe a dimora sul letto di fitodepurazione hanno la naturale capacità di trasportare l'ossigeno e condurlo, attraverso il fusto, ai rizomi. La superficie di queste, già dopo pochi mesi dall'avviamento dell'impianto, si rivestirà di un film batterico di microrganismi, i reali responsabili del processo depurativo. A seconda del medium (riempimento di sabbia/ghiaia) utilizzato, e degli accorgimenti tecnici utilizzati, questo riuscirà ad ossigenarsi naturalmente per cui il film batterico si estenderà anche sul substrato stesso.

Le piante più utilizzate in questo tipo di sistemi sono macrofite (piante superiori) acquatiche. In particolare nei sistemi a flusso sommerso si utilizza in tutta Europa *Phragmites Australis* un elofita che ha la caratteristica di trasportare l'ossigeno fino in profondità nel medium di riempimento grazie ai suoi lunghi rizomi creando microzone ossidate che vengono colonizzate da batteri aerobici. Nei sistemi a flusso superficiale, utilizzati come finissaggio per sistemi di fitodepurazione a flusso sommerso o come ecosistemi - filtro a valle di depuratori a fanghi attivi, si possono

utilizzare tutte le specie di macrofite acquatiche che ben tollerano livelli di trofia ed inquinamento elevati (*Carex* spp, *Scirpus* spp, *Shoenoplectus* spp, *Caltha palustris*, *Alisma - plantago* acquatica, *Lithrum salicaria*, *Ceratophyllum demersum*, *Miriophyllum spicatum*, ecc.)



## 3-3 VENTO

L'avanzata incessante del progresso ha portato alla convinzione che l'uomo può con la propria tecnologia cambiare e modificare tutto ciò che gli è intorno, compreso il clima. In effetti, il clima l'ha modificato, non intenzionalmente, bensì come conseguenza di un'eccessiva modificazione dell'ambiente naturale. Il clima indoor risente dei fattori climatici esterni, ma anche e soprattutto dalla morfologia di un'architettura. Sin dai tempi più remoti i progettisti, prima di realizzare qualsiasi edificio, ponevano grande attenzione al luogo, onde capirne le caratteristiche sia negative che positive, cercando di mitigare le prime per esaltarne le seconde. Oggi questo approccio consapevole alla progettazione è del tutto saltato. È demandato poi alla tecnologia impiantistica, come la climatizzazione, la risoluzione del problema del caldo e del freddo, presenti in un'abitazione non progettata con efficienza. Sviluppare una cura per sanare un deficit creato consapevolmente, non è il massimo della sostenibilità. Nella fattispecie risolvere il problema del benessere indoor di un appartamento non può avvenire solo in fase ultima della progettazione posizionando una serie di condizionatori nei vari ambienti. È assurdo! È come cercare di riempire d'acqua un recipiente pieno di buchi..... Si può, ma si fa una fatica enorme con un dispendio di energia non commisurata all'attività svolta. L'architettura sostenibile, invece, cerca di evitare tutto ciò, non inventandosi nulla, ma applicando tecniche antiche con la tecnologia moderna, orientando le scelte nell'ottica del risparmio energetico. In questo articolo parleremo della ventilazione naturale, cercando di capire il funzionamento con delle applicazioni concrete sugli edifici, senza entrare troppo nei concetti tecnico-scientifico.

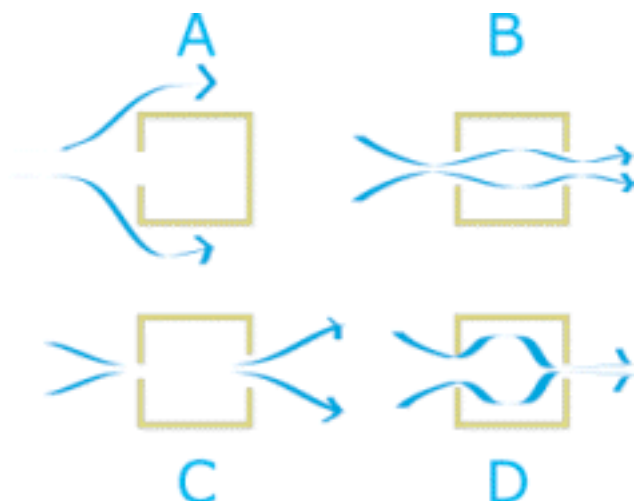
### 3-3-1 La ventilazione naturale

Prima di iniziare la trattazione tecnica dell'argomento si ricorda che l'aria si sposta per un principio fisico per differenza di pressione. In più è da ricordare che nei nostri ambienti ci sono una serie di corpi che emettono calore questi vanno dai vari apparecchi elettrici ed elettronici come il computer o le lampade sino ad arrivare agli occupanti dell'abitazione che tramite la temperatura del corpo di 37°C sono dei corpi scaldanti viventi. Tutti questi fattori peggiorano le condizioni climatiche dei nostri appartamenti. Una buona distribuzione degli ambienti all'interno di un appartamento può essere il primo passo per migliorare il microclima interno. La ventilazione naturale, senza l'ausilio di mezzi meccanici, permetterà di avere un abbassamento della temperatura interna scaturita dalla libera circolazione dei flussi d'aria al proprio interno. Questo movimento di masse d'aria non solo permetterà un abbassamento della temperatura ma, immetterà in ambiente anche dell'aria di rinnovo atta a diluire le concentrazioni di inquinanti presenti come la stessa anidride carbonica che il nostro organismo produce con la respirazione. Di seguito vedremo alcuni esempi per generare fenomeni di flussi d'aria.

#### La cross ventilation (ventilazione incrociata)

Si genera quando vi è la presenza di due aperture contrapposte per esposizione rispetto al sole ed ai venti. La massa d'aria si sposta per differenza di temperatura e pressione tra le due superficie delle facciate. Di seguito si riportano degli esempi:

- a) La sola presenza di un'apertura su di un lato annulla la cross ventilation;
- b) due grandi aperture di uguale di-

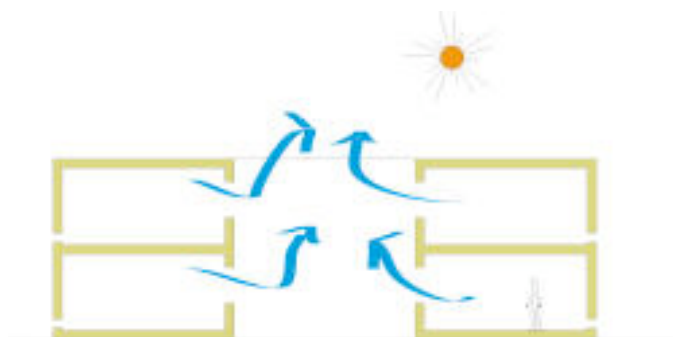


- mensione generano la massima ventilazione;
- c) una grande apertura di entrata ed una piccola di uscita vanificano l'effetto di ventilazione;
- d) una piccola apertura di entrata ed una grande apertura di uscita sono adatte ad una ventilazione naturale.

Quindi la disposizione di alloggi con aperture tutte da un lato non generano fenomeni di cross ventilation. Per tale soluzione occorre sapere la direzione dei venti e/o brezze estive fresche.

## Il camino solare

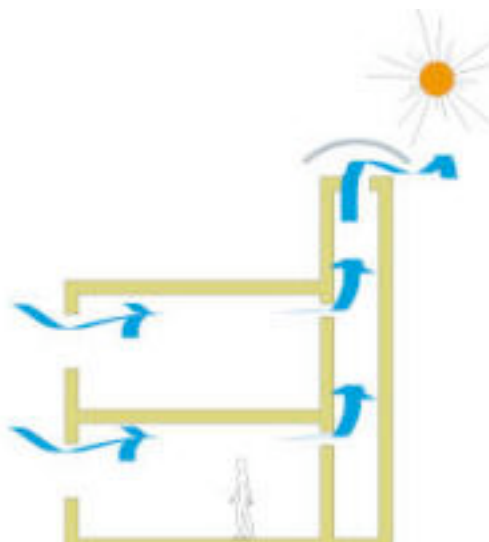
L'aria calda interna ad un ambiente tenderà a stratificarsi nella parte superiore per la sua minore densità. Creando un'apertura nella parte alta dell'ambiente, tale aria uscirà, facendo entrare in ambiente aria esterna, mettendo così in moto un ciclo di ventilazione. Progettare un condotto verticale simile ad un camino è un'ottima soluzione. Si provvederà a dotare il condotto con un capolino preferibilmente in metallo in modo che sotto l'azione dei raggi solari estivi si riscalderà molto velocemente, in modo da creare una depressione ottimale, così da innescare un ciclo di ventilazione. Ovviamente sulla parete opposta si predisporrà un'apertura bassa, in modo da far entrare aria fresca. Nella stagione invernale si prevedranno delle chiusure, in modo da non permettere l'ingresso di aria fredda all'interno.



La presenza di un atrio tra due corpi di fabbrica può essere di grande aiuto per un raffrescamento naturale. Tramite aperture nei due edifici, l'atrio tende a risucchiare l'aria, generando un movimento ascensionale. Gli ambienti, non direttamente prospicienti e confinanti con l'atrio, possono essere messi in comunicazione con dei condotti appositamente progettati. Questa tecnica è molto usata nelle abitazioni insulari del nostro paese. Le piccole viuzze delle nostre isole sono ideali per il raffrescamento naturale.

## Torri di ventilazione

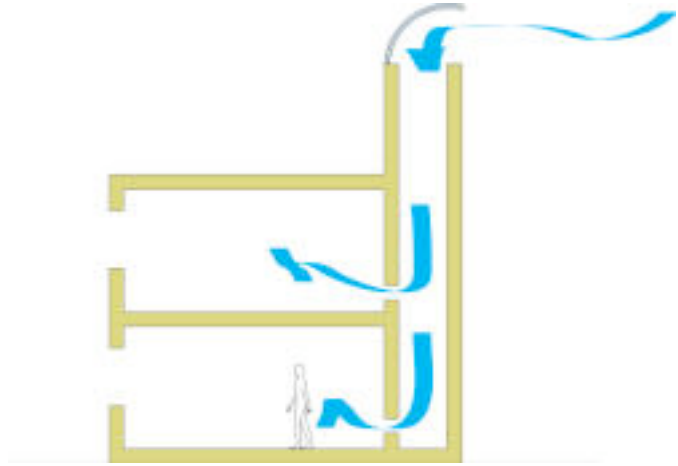
Hanno un funzionamento simile agli atri aspiranti. Il sistema funziona prevedendo una torre centrale su cui si affacciano le abitazioni. All'esterno dell'edificio viene progettato un altro torrino, molto più piccolo, messo in collegamento con la torre di ventilazione tramite dei condotti sotterranei. Questi condotti sono il cuore del sistema. Infatti, l'aria risucchiata dal piccolo torrino esterno, viene incanalata all'interno dei condotti sotterranei che tendono a raffreddare l'aria, in quanto la temperatura geotermica è costante per tutto l'anno e si aggira intorno ai 18°C. Questa aria viene immessa nella torre di ventilazione e distribuita negli ambienti ad essa prospicienti. Gli ambienti saran-



no dotati di due aperture, un'inferiore ed un'altra superiore che costituiranno la ripresa e mandata del sistema. Tale sistema funziona anche d'inverno, in quanto una temperatura di 18°C è utilissima per riscaldare gli ambienti in tale periodo.

## Le torri del vento

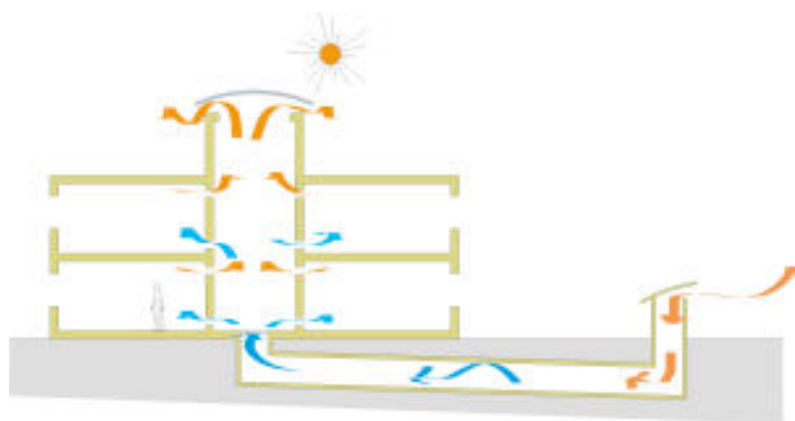
Come anticipa il nome, questa tecnica viene utilizzata solo in presenza di forti venti e brezze estive e dove le aperture sono di dimensioni molto ridotte, in quanto il clima e le temperature esterne sono molto alte. Questo sistema è molto diffuso nei paesi mediterranei e medio-orientali. Il funzionamento è molto semplice quanto funzionale ed efficacemente. Costruzioni a torre molto alte vengono posizionate con l'apertura in direzione dei venti prevalenti estivi, in modo da convogliare i venti all'interno degli ambienti. Piccole finestre, poste nella parte alta di quest'ultimi, consentono all'aria riscaldata di fuoriuscire in maniera naturale. Questi captatori, se realizzati in muratura, quindi con grosse masse, hanno



un ottimo funzionamento anche in assenza di vento. Le torri se staccate dall'edificio possono essere collegate con dei canali sotterranei che aumentano l'efficienza. Questo sistema può essere ampliato con l'inserimento negli ambienti comuni di specchi d'acqua e/o fontane che aumentano l'efficienza. Le torri sono state realizzate, con alcune varianti, nell'ambito di culture ed epoche diverse. Gli egiziani realizzavano tradizionalmente (e ancora realizzano) i qa'a, dove l'elemento di captazione del vento è il malkaf, un'apertura posta sopravento e possibilmente orientata a nord, mentre l'apertura di estrazione è rappresentata da un lanterino collocato alla sommità di un locale denominato dorka'a: sia il malkaf che il lanterino sono entrambi integrati nei locali da raffrescare. Altro esempio sono le "torri del vento" iraniane: l'elemento di captazione (la "torre") è generalmente separato dai locali da raffrescare ed è collegato a questi ultimi da un canale sotterraneo che raffredda ulteriormente l'aria fresca in ingresso.

## Camini eolici

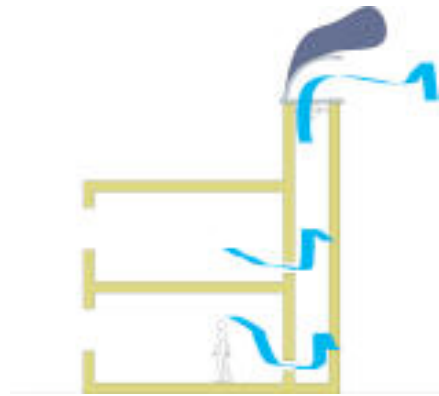
Hanno un capolino girevole in modo da porre l'apertura sempre sottovento. Anche in questo caso il capolino girevole viene realizzato in materiale metallico, in modo da riscaldarsi facilmente, facendo aumentare l'aria alla sommità del condotto. In questo modo l'effetto di estrazione dell'aria viene amplificato. Delle chiusure a lamelle coibentate consentono l'isolamento nella stagione invernale.



## Sistemi di nebulizzazione

Utilizzando apparecchi di nebulizzazione si creano effetti di raffrescamento molto interessanti. Le piccolissime particelle di acqua, immerse in ambiente, evaporano molto velocemente, raffreddando l'aria. L'aria resa più pesante dalle particelle d'acqua tende a precipitare, permettendo un movimento discendente che genera un moto convettivo. L'acqua ha un ruolo molto importante non solo dal punto di vista sensoriale ed emotivo, ma anche migliorativo della qualità dell'aria. Spazi comuni come atri e cortili, con la presenza di vasche d'acqua oppure fontane e giochi d'acqua, migliorano sensibilmente l'aria in ingresso. Questa aria poi può essere utilizzata per raffrescare gli ambienti confinanti con il cortile.

Dopo aver fatto questa panoramica sulle tecniche di raffrescamento naturale, viene spontaneo chiederci : come fare nelle nostre città, possiamo mai costruire tante torri di ventilazione accanto ai nostri edifici? Non siamo più nel medio evo dove si costruivano torri!!! Eppure le nostre abitazioni, specialmente nelle città maggiormente antropizzate, sono piene di torri nascoste che funzionerebbero benissimo con piccoli accorgimenti! Sono le tantissime trombe delle scale dei tantissimi edifici delle nostre città. È il concetto fisico che è interessante e da applicare, poi al bioarchitetto spetta plasmare la morfologia. Dopo questi piccoli schemi funzionali alleghiamo una serie di costruzioni moderne dove si utilizzano queste tecniche di raffrescamento, senza che gli stessi occupanti sappiano come funzionano, conferendo all'edificio un'alta valenza energetica.



## 3-4- MATERIALE LEGNO

### 3-4-1 LEGNO LAMELLARE:

Il legno lamellare è un materiale strutturale prodotto dall'uomo con l'incollaggio di tavole di legno a loro volta già classificate per uso strutturale.

È quindi un materiale composito, costituito essenzialmente di legno naturale di cui mantiene i pregi (tra i principali ricordiamo l'elevato rapporto tra resistenza meccanica e peso ed il buon comportamento in caso di incendio), ma è anche un prodotto nuovo, realizzato su scala industriale, che attraverso un procedimento tecnologico di incollaggio a pressione riduce i difetti propri del legno massiccio.

Le fasi della produzione consistono nella riduzione del tronco in assicelle - dette per l'appunto lamelle - generalmente di larghezza non superiore ai 20 cm (per prevenire eccessive deformazioni causate dal fenomeno del ritiro) e nella loro ricomposizione tramite incollaggio.

È possibile produrre elementi di forma e dimensione volute, senza i limiti derivanti dalla dimensione dell'albero, inoltre il limite in lunghezza di una trave in legno lamellare è dato principalmente dalla possibilità di trasporto e messa in opera della stessa.

Pur essendo realizzate con un materiale combustibile, le strutture in legno lamellare possono avere una resistenza al fuoco pari o superiore a quella di strutture in acciaio o in calcestruzzo armato. Infatti, nel legno lamellare la combustione avviene lentamente grazie al buon isolamento termico realizzato dallo strato superficiale carbonizzato. Ad un aumento molto lento della temperatura corrisponde una variazione quasi trascurabile della resistenza meccanica delle fibre di legno della sezione non carbonizzata e la struttura cede o crolla solo quando la parte della sezione non ancora carbonizzata è talmente diminuita da non riuscire più ad assolvere alla sua funzione portante. La resistenza al fuoco di un elemento strutturale in legno lamellare dipende dalla velocità di carbonizzazione che è possibile calcolare sperimentalmente o analitico inferiore ai 500 chilogrammi al metro cubo, contro, ad esempio, i 2.200-2.500 del cemento armato e i 7.800 dell'acciaio.

Di aspetto gradevole, perché il materiale viene selezionato anche sotto l'aspetto estetico per essere presentato, in tutta la sua naturalezza, compatto e privo di difetti.

Facilmente lavorabile: tanto in stabilimento quanto in cantiere, può essere forato, tagliato, fresato e piallato con grande semplicità

Curvabile: durante l'incollaggio le lamelle possono essere curvate ed ottenere forme moderne e gradevoli

Assemblabile a secco: le giunzioni della struttura in legno lamellare si realizzano quasi sempre a secco; in questo modo la posa in opera, oltre a garantire pulizia del cantiere, consente anche di risparmiare

Per quanto riguarda i metodi di calcolo analitico è possibile far riferimento alle seguenti normative tecniche:

- UNI 9504 "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di legno"
- UNI ENV 1995-1-2 "Eurocodice 5 - progettazione di strutture di legno - parte 1-2 progettazione strutturale contro l'incendio"

**Materiale naturale e rinnovabile:** Il legno utilizzato proviene solo da coltivazione di materia prima (legno di abete e di larice) e ciò aiuta il nostro pianeta. Infatti sono proprio le piante più giovani quelle che trasformano più anidride carbonica in ossigeno.

**Basso contenuto di energia di produzione** confrontandolo con materiali metallici, plastici o cementizi, gli elementi strutturali in legno richiedono poca energia primaria per essere prodotti.

**Biodegradabile e riciclabile:** nel ciclo completo di vita di una costruzione, lo smaltimento di una struttura in legno costituisce un onere minore rispetto ad altre tecnologie costruttive, se non addirittura una risorsa, laddove è possibile riutilizzarlo o riciclarlo in altre forme.

Tra i più importanti progettisti italiani di strutture in legno lamellare ricordiamo Giovanni Spatì, Franco Laner, Attilio Marchetti Rossi, Angelo Micheletti, Luigi Tomassini e Cosimo Zaccagnino. Un ruolo fondamentale per la diffusione dell'impiego del legno lamellare in Italia spetta alle imprese produttrici di questo materiale da costruzione, i cui uffici tecnici spesso progettano le strutture che producono.



## 3-4-1 Embodied Energy Calcolo

---

Obiettivo: Conoscenza di energia incorporata nei materiali da costruzione (il loro di estrazione o di raccolta, produzione e trasporto) è un sempre più parte importante della progettazione sostenibile. Al fine di utilizzare materiali che hanno il più basso impatto ambientale, i progettisti deve apprezzare l'energia incorporata in tutti i materiali utilizzati, e i divari regionali di questi valori. L'obiettivo di questo esercizio è quello di quantificare l'energia incorporata nella busta edificio si dispone scelto per il tuo progetto.

Panoramica Calcolare la quantità di energia incorporata in parete e soffitto sezioni della costruzione.

Formato disegni e calcoli che si adattano all'interno di un "8-1/2 x 11" spazio

Riferimenti: Altri riferimenti per Embodied calcoli di energia:

L'American Institute of Architects. AIA delle risorse ambientali Guida, 1996, John Wiley & Sons. New York.

Hannon B., Stein, R., Segal, B., e Serber, D. fabbisogno di energia per Edilizia. 1977. Centro per le Scienze Computazionali Avanzate, Univ. dell'Illinois. Champaign-Urbana, IL.

Compiti: calcolare l'energia incorporata "nella busta edificio

1. Visualizza la costruzione di ogni parte dell'involucro edilizio di un dimora tipica unità in una sezione di identificare tutti i materiali nella involucro dell'edificio.
2. Tabulate l'energia incorporata di ogni componente del palazzo busta per piede quadrato di superficie. Utilizzare i valori in tabella 2.4 pagina di 34-35 MEEB.
3. Utilizzando i valori di energia incorporata per piede quadrato di ogni sezione busta, calcolare l'energia totale incarnato (BTU) per la edificio busta.
4. Scrivi una concisa analisi e la sintesi di questa indagine affrontare l'impatto delle diverse scelte di materiali busta sulla totale di energia incorporata nella busta edificio. Discuti busta materiali si è scelto, in termini di performance di efficienza energetica nei l'edificio rispetto alla energia incorporata che serve per estrarre e lavorazione del materiale. Stai facendo una buona scelta dei materiali?

## 5- LOGICHE PROGETTUALI

Il concorso prevede la progettazione di un centro di formazione professionale, che si occupa anche di coordinare incontri tra studenti e possibili datori di lavoro.

Il centro si occuperà sia della formazione in aula teorica nozionistica e pratica con esperienze di laboratorio e stage presso aziende sponsorizzate nella zona. Il Centro sarà sia un luogo di formazione in aula che per l'occupazione e la consulenza in rete con potenziali datori di lavoro. Alcuni degli impianti che sono presenti nel centro sono: la tecnologia fotovoltaica, collettori solari, fitodepurazione, recupero acque e turbine eoliche. La tecnologia, le procedure di risparmio energetico riguardano anche la tecnologia di climatizzazione; la metodologia di costruzione e paesaggio progettazione e una costruzione sostenibile. L'edificio dovrebbe servire da dimostrazione di come gli strumenti per l'efficienza energetica, le tecnologie sostenibili, le fonti rinnovabili di energia in loco e il design possono convivere e dare risultati stupefacenti.

Il centro si compone di due elementi: l'area istruzione e quella legata all'occupazione lavorativa.

Vi sono altri spazi comuni che sono: zona consulenza, snack bar, sala studenti e area per le funzioni amministrative.

L'area didattica comprende una sala conferenze, aule standard, aule laboratorio per lavori manuali sulla formazione tecnica. L'area di lavoro di consulenza

avrà un ufficio, due aule di lavoro di consulenza, un lavoro di ricerca di stanza

con i computer e le stanze degli interrogatori diversi. Il snack bar o rosticceria è incluso per gli studenti a comprare il cibo durante il giorno, e l'area lounge per gli studenti sarà da mangiare,

relax e studio.

Un programma più dettagliato delle richieste in piedi quadrati per il Centro è il seguente:

Program Element	s.f. (each)	s.f. (total)
<b>Training Center</b>		
1 Entrance Lobby w/ display space	1,000	1,000
1 Lecture Hall	1,500	1,500
4 Classrooms	1,000	4,000
5 Shop Classrooms	1,000	5,000
1 Shop Storage and Prep Room	500	500
1 Computer Lab/Library	1,000	1,000
10 Faculty/Instructor Offices	150	1,500
Employment Counseling Office	250	250
3 Employment Counselor offices	150	450
2 Employment Counseling Classrooms	500	1,000
3 Interview Rooms	100	300
1 Interview waiting room	200	200
1 Employment Search Library	600	600
Center Administration Area: Reception, Director's office, Administration office, Conference room, Copy Room	1,200	1,200
1 Snack Bar or Deli	500	500
1 Student Lounge (adjacent to the snack bar)	1,500	1,500
4 Restrooms (1 of each type for each floor)	350	1,400
1 Receiving Area/Delivery Entrance	500	500
Subtotal Interior space		22,400
Plus 40% for circulation		8,960
<b>Total Interior Space</b>		<b>31,360 s.f.</b>

Il limite di altezza per il nuovo edificio è di 45 piedi (14 mt). L'edificio deve essere distante dal confine minimo di 6 mt. Su tutti i lati tranne che sul fronte che dà sulla Long Beach Boulevard quindi sul prospetto ovest. Parte della struttura, comprese le scale, rampe o sporgenze del tetto, non possono estendersi al di là del confine del terreno.

Circa il 50% della superficie complessiva del sito dovrebbe essere usato come area di sosta esterno con attenzione alla valenza paesaggistica.

Questa area esterna comprende una piazza all'aperto di ritrovo per gli studenti che arrivano sul sito esterno con la disposizione di posti a sedere per gli studenti in modo da permettere agli utenti di studiare o rilassarsi tra una lezione e l'altra. Queste funzioni sono integrate con impianti per il risparmio energetico nello spazio aperto.

Abbiamo verificato l'ecosostenibilità di tutti gli elementi che vanno a comporre il nostro progetto, anche per gli ambienti esterni pavimentazioni, arredi e rastrelliere sono di materiali eco-compatibili e permettono lo sfruttamento dell'ambiente esterno anche nei mesi estivi in quanto la loro disposizione è curata seguendo la rotazione solare e le piantumazioni sono state scelte considerando il volume delle foglie e quanta ombra potessero creare.

Abbiamo integrato una nuova fermata del bus lungo la Long Beach Boulevard in prossimità del Centro in modo da incoraggiare lo spostamento con mezzi pubblici.

L'uso del parcheggio non è richiesto.

Per progettare un edificio il cui consumo energia è pari a zero abbiamo fatto attenzione alla corretta progettazione dei materiali dell'edificio. Abbiamo quindi selezionato pacchetti per solette e pareti che rispondessero alle nostre esigenze di efficienza termica e isolamento acustico. In secondo luogo, a causa del clima della California del Sud, abbiamo prestato attenzione all'accumulo di calore all'interno degli edifici. In particolare, abbiamo tenuto presente che le classi sono costantemente frequentate dagli utenti, dobbiamo quindi tenere conto dell'apporto termico degli utenti che rende le temperature interne ancora più elevate. Pertanto, altre fonti di calore, come ad esempio il guadagno di calore solare attraverso finestre o lucernari progettati impropriamente, sono stati evitati. La luce naturale sfruttabile durante le ore diurne con appropriati sistemi di ventilazione passiva sono essenziali per ridurre il fabbisogno di raffreddamento interno. Ridurre la quantità di luce elettrica (e l'accumulo di calore concomitante), tramite la luce naturale e la ventilazione passiva dello spazio riducono significativamente i costi energetici. Al progetto, sviluppato seguendo le basi della bioarchitettura, sono stati poi affiancati impianti per la produzione di energia tramite fonti rinnovabili come il sole (pannelli fotovoltaici e collettori solari), il vento (impianti eolici) e l'acqua (fitodepurazione e recupero acque piovane).

# Bibliografia:

## BIOARCHITETTURA

BENEDETTI Cristina

Manuale di architettura bioclimatica, MAGGIOLI Editore, Rimini 1993.

BERTAGNIN Mauro

Bioedilizia. Progettare e costruire in modo ecologicamente consapevole, GB Edizioni, 1998.

BOTTERO M., ROSSI G., SCUDO G., SILVESTRINI G.

Architettura solare, Edizioni CLUP, 1985.

BOTTERO M.

Progetto ambiente, Maggioli Editore, 2008

OLGYAY Victor

Progettare con il clima, FRANCO MUZZIO Editore, Padova 1990.

PRESS G., SILVER S.

Introduzione alle scienze della terra, ZANICHELLI Editore, Milano 1985.

## FITODEPURAZIONE E RECUPERO DELLE ACQUE:

C. Barrella, N. G. Grillo,

L'evapotraspirazione, Geva, 2006

G. Conte,

Nuvole e sciacquoni, Edizioni Ambiente, 2008

N. G. Grillo,

La fitodepurazione, Geva, 2003

E. Trevisiol, Parancola,

Manuale di fitodepurazione, Edicom, 2003

R. Vismara,

Depurazione biologica -Teoria e processi, Hoepli, 1998

E. Pensa,

Fitodepurazione, una risposta alla sostenibilità ambientale, M. Bottero, L.M.F.Fabris (a cura di), blu+verde, Atti del Congresso „Acqua e vegetazione risorse per l'ambiente costruito", Clup, 2006.

E. Pensa,

Water sustainable management in urban green spaces, in Conference Reader -URBAN GREEN SPACES, a key for sustainable cities, GreenKeysProject 2008 e IOER, 2008.

E. Pensa,  
L'acqua nei nuovi paesaggi urbani, in Atti del 3° Convegno Nazionale di Idraulica Urbana  
"Acqua e città", Milano, 2009.

E. Pensa, Water scenarios in the future of Milano, in 1st International Symposium "Water,  
Climate Change and Architecture", IUAV, Venezia 24/27 settembre 2009.

E. Pensa,  
Gestione sostenibile dell'acqua nei nuovi paesaggi urbani, in Atti del Convegno Internazionale  
"Civiltà delle acque, Valorizzazione e risparmio della risorsa acqua nell'architettura e  
nell'ambiente", Napoli, 2009.

E. Pensa,  
Il risparmio idrico in alcuni quartieri ecologici europei, in A. Delera (a cura di), Ri-Pensare  
l'abitare, Hoepli, 2009, in corso di pubblicazione.

E. Pensa,  
Blu: progettare ecologicamente con l'acqua, Maggioli, 2009.

## MATERIALI:

### LEGNO:

#### NUTSCH WOLFGANG

MANUALE TECNICO DEL LEGNO Guida pratica per l'edilizia e gli interni. Progettazione e  
costruzione, materiali e tecniche di lavorazione, HOEPLY 2006

AA. VV.,  
Future materials for architecture & design, Materia, Rotterdam 2002.

Giordano G.,  
1997. Antologia del legno. Consorzio Legnolegno, Reggio Emilia

Giordano G.,  
1962. Dizionario enciclopedico agricolo-forestale e delle industrie del legno. Ceschina, Milano.

Nardi Berti R.,  
1979. La struttura anatomica del legno ed il riconoscimento dei legnami italiani di più corrente  
impiego. Contributi scientifico-pratici per una migliore conoscenza ed utilizzazione del legno n°  
XXIV, Firenze

Autori Vari  
Atlante del legno. Guida ai legnami del mondo, Hoepli 2006

