



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II**

**DIPARTIMENTO DI PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA E AMBIENTALE "TEORIE E METODOLOGIE"**

**DOTTORATO DI RICERCA IN PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA E  
TECNOLOGIE INNOVATIVE PER LA SOSTENIBILITA' AMBIENTALE**

**PROGETTO DI RICERCA**

***"CRITERI DI SOSTENIBILITA' NELLA PROGETTAZIONE DI EDIFICI:  
DESCRIZIONE – INDIVIDUAZIONE DI TECNOLOGIE ATTIVE E PASSIVE  
IN ALCUNI ESEMPI DI ARCHITETTURE"***

**Coord.: Prof.arch. Rolando SCARANO**

**Tutor: Prof.arch. Giancarlo PRIORI**

***Dottorando: Pietrantonio Zazzarino***

**Ottobre 2011**

## **INDICE DEL PROGETTO DI RICERCA**

### **Premessa**

- Le problematiche ambientali
- Il protocollo di Kyoto

### **CAPITOLO 1 : Lo sviluppo sostenibile come soluzione delle problematiche ambientali**

- 1.1 Ambiente e sviluppo sostenibile
- 1.2 La gestione delle risorse idriche
- 1.3 Relazione tra crescita urbana e dinamiche demografiche
- 1.4 Il consumo energetico degli edifici

### **CAPITOLO 2 : Le fonti energetiche rinnovabili**

- 2.1 Eolico
- 2.2 Geodermia
- 2.3 Cogenerazione
- 2.4 Biomasse
- 2.5 Fotovoltaico
- 2.6 Solare termico
- 2.7 Solare termodinamico

### **CAPITOLO 3 : Elementi costruttivi per una progettazione sostenibile**

- 3.1 Edifici costanti termicamente
- 3.2 Strumenti di certificazione energetica
- 3.3 Facciate ventilate
- 3.4 Tetti verdi
- 3.5 L'architettura del vetro
- 3.6 Sistema a cappotto

### **CAPITOLO 4 : Dove va la sostenibilità**

- 4.1 Edilizia sostenibile un processo in continuo sviluppo
- 4.2 Le prospettive di crescita – dalla scala urbana all'edificio
  - Friburgo – Vauban Am Schlierberg
  - Karsruhe
  - Malmoe – Bo01 Maolmoe
  - Hannover – Kronsberg
  - Copenaghen – Egebjerggard a Ballerup Copenaghen
  - Helsinki – Ecoboulevard

**Helsinki – Ecoboulevard**

**Londra – Brownfields**

**Londra – BedZed a Sutton**

## **CAPITOLO 5 : Schede tecniche**

(Segue un numero di schede riferite ad alcuni interventi riferiti in particolare alla Spagna, Inghilterra e Danimarca, infine alcuni esempi in Asia ed Oceania)

## **RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

## PREMESSA

### LE PROBLEMATICHE AMBIENTALI

#### ***Terra***

Si valuta che sulla Terra esistano 14 milioni di specie. Di queste, 10 milioni sono specie animali, 1,5 milioni sono funghi e 300.000 sono vegetali. Il rimanente è composto da alghe, batteri e microrganismi (fonte: Global Biodiversity Outlook, Convention on biological Diversity, UNEP, 2002).

La distruzione degli habitat naturali e la caccia ad animali per il loro valore commerciale costituiscono una minaccia di estinzione per le specie. La flora e la fauna terrestri sono in serio pericolo anche a causa dell'inquinamento del suolo, dell'aria e dell'acqua.

Se una specie scompare, come è avvenuto per la ritina di Steller o il passero di mare bruno, non riapparirà mai più. Nel 2000, si riteneva che il 24% dei mammiferi (1.130 specie) e il 12% degli uccelli (1.183 specie) fossero a rischio di estinzione globale (fonte: Global Biodiversity Outlook, Convention on biological Diversity, UNEP, 2002).

Ogni anno, sulla Terra nascono 77 milioni di bambini (fonte: WorldWatch Institute, 2002). L'11% della superficie terrestre viene utilizzato per l'agricoltura (fonte: Global Biodiversity Outlook, Convention on biological Diversity, UNEP, 2002).

Per sviluppare terreno agricolo coltivabile, occorrono secoli. Bastano invece pochi anni per distruggere questa preziosa risorsa. Per preservare il terreno agricolo, sono vitali la rotazione delle colture, l'irrigazione, il miglioramento genetico delle sementi ed efficienti metodi e attrezzature per la coltivazione.

Nei paesi sviluppati, gli agricoltori impiegano metodi di questo genere, unitamente a fertilizzanti chimici e pesticidi. La produttività del raccolto aumenta, ma i prodotti chimici filtrano nella falda freatica sotterranea, inquinando sia il suolo che l'acqua.

L'azione erosiva di venti e piogge priva gli agricoltori di tutto il mondo di prezioso terreno superficiale. L'eccessivo utilizzo come pascolo, la deforestazione, l'agricoltura e lo sfruttamento degradano la terra. Si stima che il 10-20% del terreno coltivato nel mondo abbia subito vari livelli di degrado (WorldWatch Institute, 2002).

Spesso dopo un raccolto i campi vengono lasciati improduttivi, esposti alla siccità e alle inondazioni, provocando la perdita del prezioso strato superficiale del terreno. Nelle zone aride del mondo, la degradazione della terra conduce alla desertificazione, cioè alla creazione di nuovi deserti. La mancanza di terreno coltivabile costringe gli agricoltori ad abbandonare i campi e a spostarsi nelle aree urbane.

La cattiva gestione delle foreste determina la creazione di terreno sterile a causa della deforestazione. Alle popolazioni indigene gli alberi forniscono una fonte energetica, materiali da costruzione, cibo, foraggio, medicinali e fibra. Se gli alberi non vengono ripiantati, il terreno si inaridisce.

Gli alberi sono un componente importante della vita sulla Terra: attraverso le foglie riciclano l'umidità, assorbono il calore del sole e assimilano l'anidride carbonica. L'anidride carbonica nell'atmosfera aumenta in conseguenza alla deforestazione.

Nei paesi in via di sviluppo, il legno di alberi esotici viene tagliato per il suo valore commerciale. In tal modo si costituisce una notevole base economica, ma allo stesso tempo il taglio degli alberi distrugge il delicato equilibrio tra l'ecosistema vegetale e animale. Per conservare l'equilibrio, è necessario procedere al rimboschimento.

Le foreste costituiscono l'habitat naturale di due terzi delle specie mondiali. Il National Cancer Institute degli Stati Uniti ha identificato proprietà anticancro in molte piante che si trovano esclusivamente nell'ecosistema della foresta pluviale.

Gli ecosistemi umidi (paludi, mangrovie, estuari a basso fondale e aree marine) rischiano di scomparire a causa delle esigenze economiche. In alcuni paesi, il governo offre incentivi ai contadini che si impegnano a utilizzare come nuovo terreno agricolo le zone bonificate. Se la coltivazione non riesce, spesso la terra diventa terreno da pascolo per bovini.

Il 26% delle distese di terra del mondo serve a produrre carne bovina e derivati. Parte del terreno agricolo della terra è coltivato a grano per l'alimentazione di bovini, ovini, suini e pollame.

Dopo essere stata preparata per il consumo umano, la carne viene confezionata per la distribuzione. Le confezioni dei prodotti aggravano il problema globale dello smaltimento dei rifiuti. Le discariche stanno raggiungendo in tutto il mondo il massimo livello di capienza. Se le discariche non sono più in grado di accettare i rifiuti, aumentano i rischi di malattie. Le sostanze inquinanti filtrano nella terra e nella falda freatica sotterranea.

Si sono verificate perdite di rifiuti chimici pericolosi attraverso i terreni delle discariche non provviste di uno strato protettivo sotterraneo. La città di Love Canal (New York, USA) è stata costruita sopra una discarica di rifiuti tossici che è stata operativa per 25 anni. Nella falda freatica della città si è verificata una contaminazione radioattiva. Situazioni simili si verificano in tutto il mondo.

Nel mondo si producono annualmente da 300 a 500 milioni di tonnellate di rifiuti pericolosi (fonte: WorldWatch Institute, 2002). In tutto il mondo, il problema dello smaltimento in sicurezza di rifiuti ad alto livello di radioattività non è stato ancora risolto: le scorie nucleari prodotte al termine del primo esperimento nucleare del fisico Enrico Fermi nel 1942 sono ancora intatte.

Un'altra pressione sull'ambiente è esercitata dal turismo. Si tratta del settore che genera più occupazione al mondo: si prevede che nel 2010 impiegherà 328 milioni di persone. L'industria del turismo (con un fatturato di 4.400 bilioni USD) crea per i propri clienti strutture che spesso distruggono ecosistemi locali (fonte: World Bank, 2002).

L'ecoturismo mira a conservare le bellezze naturali e la cultura indigena della zona e consente ai visitatori di esplorare la natura senza incidere negativamente sull'ambiente.

## **Aria**

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, Pechino, Città del Messico, Giacarta, Teheran, Bangkok, Manila, Sofia e Santiago sono tra le città più inquinate della Terra. All'inquinamento atmosferico contribuiscono

auto, industrie, reattori nucleari, stufe a legna, eruzioni vulcaniche e così via.

Nei paesi in via di sviluppo, la maggior parte dei residui emessi nell'aria è il risultato della combustione di carbone, legna e carbonella utilizzati come fonti energetiche. I paesi sviluppati inquinano l'aria con emissioni di anidride solforosa (proveniente dall'industria e dalle centrali elettriche), ossido di azoto (proveniente dalle centrali elettriche, dalle industrie e dalle auto) e monossido di carbonio (dalle auto).

La miscela di anidride solforosa, ossido di azoto e acqua ritorna al suolo quando piove o nevicata. Si tratta del noto fenomeno della pioggia acida, composta di sostanze chimiche che danneggiano la vegetazione, gli edifici e i monumenti.

Gli scienziati sanno che i clorofluorocarburi (CFC) sono i responsabili dell'assottigliamento dello strato di ozono che sovrasta il nostro pianeta. I CFC si trovano nei frigoriferi e nei condizionatori, nei gas propellenti di spray aerosol, nella schiuma di polistirene, nell'halon usato negli estintori e nei solventi impiegati nella produzione di schiume per l'edilizia e per l'imballaggio.

Con un tempo di degradazione tra i 50 ed i 160 anni, i CFC emessi nell'aria 30 anni fa stanno raggiungendo oggi la stratosfera. Lo strato di ozono della stratosfera si trova tra 15 e 50 km sopra la superficie terrestre. L'ozono schermo il pianeta dalle radiazioni UV-B e senza la sua protezione si moltiplicheranno i casi di cancro alla pelle, cataratta e cecità.

Lo scambio di gas a effetto serra è un fenomeno naturale caratteristico della nostra atmosfera. L'anidride carbonica e il vapore acqueo agiscono insieme per mantenere l'umidità, come in una serra. In questo modo la temperatura atmosferica della Terra si mantiene a livelli accettabili. La deforestazione e l'inquinamento influiscono sullo scambio naturale dei gas protettivi a effetto serra. Se lo scambio non avviene, si verificherà un aumento della temperatura terrestre.

Dal 1990, la temperatura media sulla superficie terrestre è aumentata di 0,6 °C. Ogni decennio, il livello del mare sale di un centimetro. Negli ultimi 40 anni, lo spessore del ghiaccio del mare artico si è ridotto del 40%.

I più importanti ghiacciai del mondo si stanno ritirando (fonte: UN World Summit on Sustainable Development, 2002).

Se il ghiaccio polare si scioglie, l'aumento del livello del mare avrà conseguenze sulle zone a basso fondale, i monsoni estivi si intensificheranno e le malattie trasmesse da insetti vettori, ad esempio la malaria, si sposteranno più a nord dalle zone in cui sono endemiche.

Anche eventi naturali, come l'emissione di materiale eruttivo dai vulcani, influiscono sull'atmosfera e sulla temperatura terrestre. Analogamente, gli incidenti a reattori nucleari e gli stabilimenti industriali diffondono particolato nell'atmosfera.

Anche l'inquinamento dell'aria all'interno degli edifici rappresenta un problema per la salute. Il fumo passivo costituisce una forma di inquinamento interno dell'aria. Nei paesi in via di sviluppo, il fumo proveniente da combustione di biomassa (legna da ardere, residui di raccolto o escrementi animali) provoca spesso infezioni respiratorie acute. Più di due milioni di donne e bambini muoiono ogni anno per

aver respirato questo tipo di particolato (fonte: UN World Summit on Sustainable Development, 2002).

Nei paesi sviluppati, le sostanze chimiche impiegate per materiali edili, arredamenti in cartone compresso, carte da parati, stoffe antimacchia e fibre sintetiche di tappeti e tende determinano un eccesso di elementi tossici all'interno degli edifici. Questo tipo di inquinamento dell'aria viene definito malattia ambientale.

## **Acqua**

Dato: Il 71% della superficie terrestre è composto da acqua.

Dato: Il 94% dell'acqua sulla Terra è salata.

Dato: Il 99% della riserva di acqua potabile sulla Terra è congelata nei ghiacciai, giace nelle calotte di ghiaccio polari oppure è nascosta sottoterra.

Dato: L'acqua è essenziale per la vita sulla Terra.

Dato: L'acqua avvelenata dagli abitanti di un paese produce effetti su piante e animali dei paesi confinanti.

Negli ultimi 50 anni la temperatura globale è aumentata costantemente. Le misurazioni terrestri e oceaniche rivelano che il 2001 è stato il secondo anno più caldo registrato dalla fine del 19° secolo.

La maggior parte (il 69%) della limitata riserva terrestre di acqua potabile viene utilizzata per la produzione di cibo. Il 23% dell'acqua potabile viene utilizzata dall'industria (in alcuni paesi sviluppati, le industrie usano acqua riciclata). L'8% serve per usi domestici. 1,3 miliardi di persone non hanno accesso all'acqua potabile.

Laddove una nazione utilizza la sua riserva di acqua per lo smaltimento dei rifiuti umani, è possibile che i suoi vicini si servano della stessa risorsa idrica come acqua potabile. Circa il 40% della popolazione della Terra si affida a fonti di acqua condivise.

Nel 1991, acqua e cibo contaminati, scarsa igiene e impianti sanitari carenti hanno causato la morte di 1,7 milioni di bambini di età inferiore a cinque anni (fonte: UN World Summit on Sustainable Development, 2002). Suolo agricolo dilavato, pesticidi, altri prodotti chimici, rifiuti e liquami finiscono nei corsi d'acqua. Le sostanze inquinanti scorrono dalle acque interne verso gli oceani. Molti inquinanti restano intrappolati vicino alla costa, avvelenando la vita marina, che costituisce un'importante fonte di cibo.

Con l'aumento della popolazione, l'ulteriore inquinamento idrico prodotto da turismo, inquinamento petrolifero, rifiuti industriali, fertilizzanti e pesticidi determina la proliferazione di alghe conosciuta come marea rossa. Questa proliferazione esaurisce l'ossigeno presente nell'acqua, senza il quale si formano zone morte nell'oceano.

Dilavamento di terra contaminata, rifiuti delle imbarcazioni, scarico di rifiuti continentali, attività estrattive off-shore e produzione di petrolio costituiscono le cause principali di inquinamento del mare. Inoltre, si verificano fuoriuscite (accidentali o meno) di petrolio dalle navi.

Un'altra fonte di inquinamento marino è costituita dalla fuoriuscita di isotopi radioattivi da sottomarini nucleari.

## ***Il Protocollo di Kyoto***

La Convenzione Quadro sui cambiamenti climatici (nota anche come Convenzione di Rio), ratificata anche dal Parlamento italiano nel 1994,

prevede appositi strumenti di attuazione per poter diventare operativa. Il primo di questi strumenti è il Protocollo di Kyoto, approvato nella Conferenza tenutasi nel dicembre 1997, che focalizza l'attenzione soprattutto sulla limitazione delle cause dei cambiamenti climatici originate dalle attività umane e che si rivolge prevalentemente ai paesi industrializzati. Ulteriori protocolli saranno probabilmente necessari per completare e rendere pienamente operativa la Convenzione di Rio.

Il Protocollo di Kyoto impegna i paesi industrializzati e quelli ad economia in transizione (i paesi dell'Est europeo), raccolti in un apposito elenco di 38 paesi (Annesso B del Protocollo di Kyoto), a ridurre le loro emissioni totali di gas serra del 5% entro il periodo compreso fra il 2008 e il 2012. Come già visto nel primo capitolo i gas serra individuati sono: anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), idrofluorocarburi (Hfc), per fluorocarburi (Pcf), esafloruro di zolfo (SF<sub>6</sub>).

L'anno rispetto al quale misurare la riduzione delle emissioni dei primi tre gas è il 1990, mentre per i rimanenti tre è possibile scegliere tra il 1990 e il 1995.

La riduzione complessiva del 5% è ripartita in maniera diversa tra i diversi paesi. Per l'Ue, nel suo insieme, la riduzione è dell'8%, per gli Stati Uniti la riduzione prevista sarebbe del 7% e per il Giappone del 6%. Per la Federazione Russa, l'Ucraina e la Nuova Zelanda non è prevista alcuna riduzione, ma solo una stabilizzazione. Possono, invece, aumentare le loro emissioni fino all'1% la Norvegia, fino all'8% l'Australia e fino al 10% l'Islanda.

Nessun tipo di limitazione alle emissioni di gas ad effetto serra è previsto per i paesi in via di sviluppo (Pvs).

Il Protocollo individua alcuni settori prioritari per la riduzione delle emissioni:

- *Energia*, intesa come settore di utilizzo di combustibili fossili nella produzione e nell'impiego dell'energia (impianti energetici, industria, trasporti), che include anche le emissioni non controllate di fonti energetiche di origine fossile (carbone, metano, petrolio e suoi derivati);

- *Processi industriali*, intesi come quelli esistenti nell'industria chimica, nell'industria metallurgica, nell'estrazione di prodotti minerali, di idrocarburi alogeni, di esafloruro di zolfo, nella produzione e uso di solventi;
- *Agricoltura*, che include zootecnia e fermentazione enterica, uso di terreni agricoli, coltivazione di riso, combustione di residui agricoli;
- *Rifiuti*, intesi come discariche sul territorio, gestione di rifiuti liquidi, impianti di trattamento ed incremento.

Ai fini dell'attuazione degli impegni sulla limitazione delle emissioni dei gas ad effetto serra, il Protocollo di Kyoto prescrive che i paesi sviluppati e quelli ad economia in transizione, anche nell'ottica dello sviluppo sostenibile, debbano mettere a punto, elaborare ed attuare politiche e azioni operative, quali:

- Incrementare l'efficienza energetica nei più rilevanti settori dell'economia e aumentare le capacità di assorbimento dei gas ad effetto serra rilasciati in atmosfera (ad esempio, azioni di riforestazione ed afforestazione);
- Eliminare i fattori di distorsione dei mercati (ad esempio, incentivi fiscali, tassazioni, sussidi) che rendendo più conveniente l'uso dei combustibili fossili favoriscono le emissioni di gas ad effetto serra, e incoraggiar, invece, riforme politico-economiche finalizzate, viceversa, alla riduzione delle emissioni di gas –serra;
- Predisporre misure settoriali nel campo dell'agricoltura e delle fonti rinnovabili di energia, per promuovere sia forme di gestione sostenibile di produzione agricola sia la ricerca, lo sviluppo e l'uso e di fonti di energia rinnovabile;
- Predisporre misure specifiche per ridurre:
  - a) le emissioni di gas ad effetto serra provenienti dal settore trasporti;

- b) le emissioni di metano provenienti dalle discariche di rifiuti e dalle perdite dei metanodotti;
- le emissioni di quei gas ad effetto serra lesivi anche dell'ozono stratosferico che provengono dal traffico aereo e dal traffico marittimo.

Inoltre, le misure nazionali dei paesi dell'Annesso B, a cui il Protocollo si rivolge, possono essere integrate da programmi di cooperazione fra paesi sviluppati e paesi ad economia in transizione, che, pertanto, sono tanto più sollecitati a cooperare per rendere efficaci ed effettivi gli sforzi compiuti nella messa in atto delle misure e delle azioni previste dal Protocollo. In particolare, la cooperazione dovrà riguardare prioritariamente lo scambio delle esperienze realizzate, delle informazioni e delle conoscenze acquisite nell'attuazione delle rispettive politiche e misure operative.

Per l'attuazione del Protocollo, le forme di cooperazione all'interno dei paesi sviluppati (paesi dell'Annesso B) e tra paesi sviluppati e Psv possono svolgersi attraverso alcune modalità, anche note come meccanismi flessibili.

I meccanismi flessibili includono progetti di protezione del clima in altri paesi sviluppati (Joint implementation, Ji), oppure in paesi in via di sviluppo (Clean development mechanism, Cdm), nonché il commercio internazionale dei diritti d'emissione (International emissions trading, Iet). Con questi meccanismi, il Protocollo di Kyoto permette a ogni paese di farsi accreditare le riduzioni di emissioni conseguite con progetti di protezione del clima realizzati all'estero.

I 15 paesi membri dell'Ue preallargamento, il Giappone e il Brasile sono alcuni tra i maggiori paesi che, dopo la firma del 1997 nell'antica capitale nipponica, hanno accettato gli obblighi derivanti dal Protocollo, con la successiva ratifica. Con l'insediamento della nuova amministrazione gli Stati Uniti d'America, invece, hanno rifiutato, nel 2001, la ratifica, e sono stati seguiti l'anno successivo dall'Australia. Ciò nonostante, il Protocollo potrebbe entrare in vigore, è infatti necessario che il Protocollo di Kyoto soddisfi due condizioni:

- a) sia ratificato da almeno 55 paesi firmatari della Convenzione Quadro sui cambiamenti climatici;
- b) siano rappresentate, tra i paesi industrializzati e ad economia in transizione che ratificano il Protocollo, almeno il 55% delle emissioni complessive di anidrite carbonica.

Dopo il rifiuto degli Stati Uniti, la ratifica del Protocollo da parte della Federazione Russa è diventata essenziale.

Attualmente, infatti, già 104 paesi hanno ratificato il Protocollo, per cui la prima condizione è ampiamente soddisfatta. Le emissioni rappresentate sono però solo il 44%. Con la ratifica della Federazione Russa il 55% sarebbe superato e il Protocollo diventerebbe vincolante.

Al di là delle questioni tuttora aperte, l'intesa raggiunta a Kyoto rappresenta un evento la cui importanza supera, probabilmente, la materia stessa dell'accordo. Il Protocollo di Kyoto rappresenta, infatti, un tentativo del tutto originale di governare lo sviluppo del sistema energetico mondiale, orientandolo verso la sostenibilità, attraverso un processo di formazione del consenso fra le nazioni.

Come abbiamo visto, le politiche e le misure di governo della transizione energetica, previste nel Protocollo, sottolineano l'importanza di un utilizzo più efficiente dell'energia nei settori dell'industria, dei trasporti, del residenziale e del terziario, ed insistono sul miglioramento dell'offerta di energia, ponendo, in particolare, grande enfasi sulla maggiore diffusione delle energie rinnovabili.

## **Capitolo 1**

# **SVILUPPO SOSTENIBILE COME SOLUZIONE DELLE PROBLEMATICHE AMBIENTALI**

## **1.1 AMBIENTE E SVILUPPO SOSTENIBILE**

Il nostro modo di vivere, di consumare, di comportarsi, decide la velocità del degrado entropico (misura dello stato del disordine di un sistema), la velocità con cui viene dissipata l'energia utile e il periodo di sopravvivenza della specie umana. Si arriva così al concetto di sostenibilità, intesa come l'insieme di relazioni tra le attività umane la loro dinamica e la biosfera, con le sue dinamiche, generalmente più lente.

Queste relazioni devono essere tali di permettere alla vita umana di continuare, agli individui di soddisfare i loro bisogni e alle diverse culture umane di svilupparsi, ma in modo tale che le variazioni apportate alla natura dalle attività umane stiano entro certi limiti così da non da non distruggere il contesto biofisico globale.

I progetti di sviluppo sostenibile definiti a livello internazionale sono riuniti nell' "Agenda 21", documento di propositi ed obiettivi programmatici su ambiente, economia e società sottoscritto da oltre 170 paesi di tutto il mondo durante la Conferenza su Ambiente e Sviluppo (UNCED) svoltasi a Rio de Janeiro nel giugno 1992.

In Italia l'"Agenda 21" si concretizza dopo la Conferenza di Aalborg in Danimarca del 1994, dal cui ambito nasce la "Campagna Europea Città Sostenibili". Le numerose amministrazioni che firmarono la Carta di Aalborg e aderirono alla campagna europea delle città sostenibili stanno promuovendo attualmente processi di Agenda 21 locale sul proprio territorio.

Un ulteriore impulso determinante in questa direzione si concretizzò con la nascita del "Coordinamento Nazionale Agende 21 locali", avvenuta nel 1999 a Ferrara, con il proposito di diffondere, valorizzare e monitorare le esperienze di "Agenda 21 locale" attualmente in corso e nel favorire la partnership e lo scambio di informazioni tra gli enti

locali.

L'Agenda 21 internazionale è costituita da una piattaforma programmatica di 800 pagine in cui, partendo dai problemi globali che investono la Terra, viene indicato un programma operativo per una transizione verso uno sviluppo sostenibile, includendo obiettivi, responsabilità e stima dei costi. I temi più importanti possono essere schematizzati a grandi linee nel modo seguente:

1) the Prospering World: come armonizzare lo sviluppo economico del Sud con la sostenibilità ambientale

2) the Just World: come affrontare i problemi demografici e la povertà

3) the Habitable World: come affrontare i grandi problemi degli insediamenti urbani

4) the Desert Fertile World: come combattere l'erosione del suolo

5) the Shared World: come affrontare i problemi del cambiamento globale

6) the Clean World: come gestire nella maniera migliore il problema dei rifiuti tossici e dei prodotti radioattivi

7) the People's World: come combattere l'analfabetismo, come affrontare il ruolo delle Minoranze Secondo l'Agenda 21 i paesi industrializzati del Nord dovrebbero dare ai paesi in via di sviluppo del Sud 125 miliardi di dollari aggiuntivi all'anno per uno sviluppo sostenibile.

Molti paesi in via di sviluppo sono ricchi in risorse naturali, da cui spesso dipendono gran parte delle loro attività produttive e delle loro possibilità di sviluppo. Nello stesso tempo questi paesi vivono spesso grandi e molteplici problemi ambientali.

La degradazione delle risorse naturali è frequentemente coinvolta in un intreccio complesso assieme ad altri fattori di sottosviluppo, come la povertà, la rapida crescita demografica, le disuguaglianze economiche e sociali, ecc. In altri casi, uno sviluppo accelerato, non adatto, in breve non sostenibile causa esso stesso una rapida degradazione dell'ambiente e la drammatica distruzione di preziose risorse naturali.

I problemi ambientali, anche quelli globali, sono innanzitutto problemi locali, con cause, effetti ed implicazioni spesso molto specifiche. La ricerca delle soluzioni deve perciò necessariamente basarsi sulla comprensione dei problemi locali (ambientali, sociali ed economici), sul coinvolgimento dei vari attori sociali locali, sulle conoscenze tradizionali, sul rafforzamento delle risorse umane, sullo sviluppo di capacità tecniche ed economiche sostenibili.

Da ricordare anche il protocollo di Kyōto che è un trattato internazionale in materia ambientale riguardante il riscaldamento globale sottoscritto nella città giapponese di Kyōto l'11 dicembre 1997 da più di 160 paesi in occasione della Conferenza COP3 della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC). Il trattato è entrato in vigore il 16 febbraio 2005, dopo la ratifica anche da parte della Russia.

Al suddetto Trattato non hanno aderito paesi importanti nello scenario internazionale come gli Stati Uniti, la Cina e l'India.

## ***LO SVILUPPO SOSTENIBILE***

L'esigenza di perseguire uno sviluppo sostenibile sta determinando dei profondi cambiamenti nelle politiche pubbliche; per le imprese diventa necessario concepire e gestire la variabile ambientale in un'ottica del tutto nuova.

Il concetto di sviluppo sostenibile è stato lanciato per la prima volta all'attenzione dell'opinione pubblica e degli studiosi nel rapporto della Commissione Mondiale per l'Ambiente e lo Sviluppo nel 1987

(Rapporto Brundtland, Nazioni Unite, 1987). Dopo la Conferenza di Rio de Janeiro del 1992 (Conferenza delle Nazioni Unite riunitasi a Rio de Janeiro dal 3 al 14 giugno 1992), lo sviluppo sostenibile è divenuto un obiettivo dichiarato delle politiche economiche e ambientali dei vari Paesi e degli accordi internazionali aventi per oggetto materie ambientali.

Secondo la definizione data nel rapporto Brundtland, lo sviluppo per essere sostenibile, deve venire incontro ai bisogni delle generazioni presenti senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni.

La qualità dell'ambiente va considerata come una caratteristica essenziale della qualità della vita in una società e quindi come una caratteristica essenziale della qualità dello sviluppo economico.

Le variazioni apportate alla natura dalle attività umane devono mantenersi entro limiti tali da non danneggiare irrimediabilmente il contesto biofisico globale e permettere alla vita umana di continuare a svilupparsi. Ciò significa fare in modo che il tasso di inquinamento e di sfruttamento delle risorse ambientali rimanga nei limiti della capacità di assorbimento dell'ambiente ricettore e delle possibilità di rigenerazione delle risorse, secondo quanto consentito dai cicli della natura, per evitare la crescita dello stock di inquinamento nel tempo.

Naturalmente ci si può chiedere come è possibile sfruttare l'ambiente ed al tempo stesso preservarlo, visto in particolare che lo sviluppo economico comporta anche una crescita nel tempo della produzione di beni e servizi, e diventa quindi difficile non solo diminuire ma addirittura mantenere costante il flusso di sfruttamento delle risorse ambientali.

La risposta è principalmente nel progresso tecnologico che può consentire di ridurre i coefficienti di sfruttamento dell'ambiente per unità di prodotto o servizio. Ciò attraverso l'introduzione e la diffusione di tecnologie più pulite, che applicate a monte dei processi produttivi ne riducono l'intensità di inquinamento, attraverso tecnologie più efficienti di abbattimento dell'inquinamento a valle,

aumentando le attività di recupero dei rifiuti e dei residui, riducendo i consumi di energia, ottimizzando l'utilizzo delle risorse, ecc..

Il problema allora diventa quello di valutare se il progresso tecnologico, necessario per una continua riduzione del coefficiente unitario di sfruttamento dell'ambiente, sia un risultato spontaneo del processo di accumulazione, implicito nello sviluppo economico, e di conseguenza se si possa avere nel tempo una riduzione dell'impiego del fattore produttivo ambiente come è avvenuto per il fattore produttivo lavoro.

L'evidenza empirica e la riflessione teorica sono concordi nel ritenere che siano in atto, soprattutto nelle economie avanzate, tendenze spontanee nella direzione della sostenibilità, ma che queste si manifestino in modo parziale e non siano sufficienti. Quindi, non essendo lo sviluppo sostenibile qualcosa di automatico e spontaneo, sono necessarie delle appropriate politiche pubbliche per favorire investimenti specifici nelle tecnologie ambientali da parte delle imprese, al fine della riduzione del loro impatto ambientale.

Infatti queste ultime non sempre ricevono adeguati stimoli dal mercato ad effettuare investimenti in prevenzione ambientale e di conseguenza è compito della politica economica supplire alla carenza del mercato nel segnalare i prezzi d'uso appropriati per l'ambiente.

La quota di capitale investita nella riduzione del coefficiente di sfruttamento dell'ambiente per unità di prodotto è ovviamente funzione crescente del prezzo imposto per lo sfruttamento dell'ambiente o dei vantaggi conseguibili attraverso il miglioramento continuo delle prestazioni ambientali.

Per questo motivo all'interno delle politiche pubbliche si stanno aggiungendo agli strumenti amministrativi di "comand and control", basati sulla regolamentazione diretta (norme di legge, per imporre determinati comportamenti e standard, seguite da meccanismi di controllo e sanzione) e di cui si è constatato se non il fallimento almeno l'insufficienza, strumenti di tipo economico come le tasse (o tariffe) ambientali, le misure di incentivazione per l'introduzione di

tecnologie pulite ed a minor pressione sull'ambiente come sgravi fiscali, contributi in conto capitale, ecc. e strumenti di tipo volontario come l'EMAS (Regolamento comunitario 1836/93), basati su dinamiche di mercato, per favorire un rapporto nuovo tra imprese, istituzioni e pubblico basato sulla trasparenza, sul supporto reciproco e sulla collaborazione.

Molte imprese hanno aderito a partire dal 1991 alla "Carta delle imprese per uno sviluppo sostenibile". Tale adesione dal punto di vista gestionale significa riconoscere nella gestione dell'ambiente un'importante priorità aziendale; migliorare continuamente il comportamento e le prestazioni ambientali; formare e motivare il personale ad una conduzione ambientalmente responsabile della propria attività; valutare e limitare preventivamente gli effetti ambientali delle attività aziendali; orientare in senso ambientale le innovazioni tecnologiche e la ricerca; dialogare con i dipendenti e il pubblico affrontando insieme i problemi ambientali; orientare i clienti, i fornitori e subappaltatori nella gestione corretta dei prodotti e dei servizi; ecc..

Questi impegni consentono alle imprese di raggiungere un certo grado di compatibilità ambientale, che non implica automaticamente il perseguimento della sostenibilità, per la quale occorre un impegno di tutte le imprese e di tutti i cittadini, ma sicuramente la favorisce.

L'impresa che contribuisce alla sostenibilità, si garantisce una maggiore sopravvivenza e sviluppo nel lungo periodo e può sfruttare i vantaggi della eco-efficienza ai fini della sua competitività. Per le imprese multinazionali di notevoli dimensioni l'esigenza di sostenibilità può essere percepita in modo concreto e diretto. Per le altre considerate individualmente l'incentivo alla eco-compatibilità può venire solo dalle politiche pubbliche o dal mercato.

Lo sviluppo sostenibile in ogni caso rappresenta l'unica soluzione realistica di fronte al notevole aggravarsi dei problemi ambientali e all'evidenza della crisi del rapporto tra sviluppo e limitatezza delle risorse, che hanno caratterizzato in particolare questi

ultimi decenni, salvo che non si vogliano sostenere alternative poco plausibili come lo sviluppo zero, ossia stravolgere completamente le nostre abitudini di vita frenando il consumismo e la crescita dei bisogni.

Circa l'orientamento della Comunità Europea in materia di sviluppo sostenibile vedasi Dec. n. 2179/98/CE del 24 settembre 1998, Decisione del Parlamento europeo e del Consiglio relativa al riesame del programma comunitario di politica ed azione a favore dell'ambiente e di uno sviluppo sostenibile "Per uno sviluppo durevole e sostenibile".

## 1.2 LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE



L'acqua è un bene prezioso e dal modo in cui viene consumata dipende l'aumento demografico, l'inquinamento e la salute dell'ambiente in generale.

La gestione delle risorse idriche disponibili localmente è una tematica di centrale importanza per la salvaguardia della biodiversità e lo sviluppo e il benessere della società. Elevati tassi di consumi idrici in relazione ai flussi naturali localmente disponibili possono determinare situazioni di stress idrico. Enel opera un costante monitoraggio di tutti i siti di produzione che si trovano in zone a rischio di scarsità d'acqua al fine di gestire nella maniera più efficiente la risorsa acqua. La mappatura avviene seguendo i seguenti livelli di analisi:

- mappatura delle aree con potenziali situazioni di “water scarcity”: nel caso di Paesi con valore medio delle risorse idriche rinnovabili per persona inferiore al riferimento fissato dalla FAO, si individuano eventuali siti di produzione ricadenti in zone caratterizzate da scarsità d’acqua anche attraverso software specifici come quello sviluppato dal World Business Council for Sustainable Development;
- individuazione dei siti di produzione “critici”, ossia con approvvigionamento idrico da acque dolci;
- gestione più efficiente attraverso eventuali modifiche di impianto o di processo tese anche a massimizzare l’approvvigionamento da reflui e da acqua di mare;
- monitoraggio dei dati climatici e vegetativi di ciascun sito.

Le acque reflue, comprendono i residui delle acque per uso industriale e le acque meteoriche potenzialmente inquinate da oli raccolte sui piazzali interni delle centrali termoelettriche. Dopo l’eventuale trattamento, che viene sempre effettuato nel caso di restituzione a un corpo idrico superficiale, vengono usate in parte all’interno degli impianti stessi, contribuendo così alla copertura del fabbisogno di acqua per uso industriale, e per il resto vengono scaricate in corpi idrici.

### ***Problematiche relative all’uso delle acque***

L’acqua rappresenta un fattore irrinunciabile per il settore primario; circa il 40% della produzione agricola nazionale deriva, infatti, dal comparto irriguo, mentre il rapporto tra superficie irrigata e SAU a livello nazionale è pari al 20%. Ciò deriva dal fatto che l’acqua, offrendo maggiore flessibilità e, quindi, maggior controllo sia qualitativo che quantitativo dell’offerta agricola, rappresenta uno dei

più importanti fattori di competitività. Pertanto, la presenza/assenza dell'irrigazione e la qualità del servizio irriguo costituiscono fattori di sviluppo fondamentali.

L'uso irriguo dell'acqua a livello nazionale presenta specifiche caratteristiche agricole e gestionali, derivati dallo specifico assetto idrogeologico e morfologico del territorio.

In particolare, le aree del Nord presentano grandi bacini idrografici, mentre nel Sud prevalgono corsi d'acqua irregolari e di tipo torrentizio.

Da tale assetto ne deriva che, storicamente, le regioni settentrionali sono state principalmente caratterizzate da problematiche incentrate sulla "difesa dalle acque", mentre le regioni meridionali hanno dovuto affrontare ricorrenti periodi siccitosi e cronici problemi di disponibilità di risorsa idrica. Negli ultimi anni, i recenti mutamenti del clima che hanno generato periodi siccitosi anche nelle regioni centro-settentrionali, hanno reso tale distinzione meno netta.

Una sostanziale e storica differenza del fenomeno irriguo caratterizza, a livello territoriale, le regioni centro-settentrionali e quelle meridionali. Al Centro-Nord, unitamente ai grandi sistemi irrigui a scorrimento costituiti da importanti canali di irrigazione, vi è anche una estesa rete di canali aventi come principali fonti di approvvigionamento ad uso irriguo corsi d'acqua o sorgenti che, in alcuni casi, sono canali di scolo utilizzati per l'irrigazione nel corso della stagione irrigua. Nelle regioni meridionali, invece, le aree soggette alla bonifica sono limitate alle pianure alluvionali coltivate e la rete, quasi esclusivamente irrigua, è caratterizzata da grandi schemi di adduzione e distribuzione, anche interregionali, gestiti dai Consorzi di Bonifica e Irrigazione; in questi territori le principali fonti di approvvigionamento sono rappresentate dai numerosi invasi realizzati a partire dagli anni '50.

L'agricoltura viene spesso accusata di creare notevoli problemi alle risorse idriche, sia da un punto di vista quantitativo, attraverso i continui attingimenti, sia a livello qualitativo, contribuendo all'inquinamento dei corsi d'acqua superficiali, delle falde e del suolo. A livello generale, i principali fattori, individuati a livello comunitario, e

che riguardano anche il nostro Paese, inerenti il rapporto tra risorse idriche ed attività agricola sono:

- usi produttivi dell'acqua;
- inquinamento puntuale e diffuso generato dai prodotti chimici;
- fenomeni di degrado del suolo (quali erosione, desertificazione, subsidenza, salinizzazione, etc.);
- riduzione delle aree umide.

In riferimento al primo punto, l'uso di acqua per fini produttivi può generare effetti negativi sull'ambiente che si risolvono nel depauperamento dello strato acquifero, l'aumento dell'erosione dei terreni, la salinizzazione dei suoli, la contaminazione della falda freatica da minerali e la riduzione delle aree umide che porta, come conseguenza, la distruzione degli habitat naturali. Rispetto al rapporto tra disponibilità effettiva e fabbisogni irrigui, negli ultimi venti anni e, in particolare, nel triennio 2000-2002, si è assistito ad una generale e progressiva riduzione delle risorse accumulate negli invasi (in Sardegna, Sicilia, Calabria e Basilicata si concentra più del 40% della capacità di invaso artificiale italiana) e delle portate dei corsi d'acqua cui si è accompagnato, contestualmente, un aumento dei fabbisogni civili e industriali. In relazione all'inquinamento da azoto e fosforo di origine agricola, i maggiori e più estesi problemi si riscontrano nel Nord del Paese, mentre al Sud si evidenziano specifiche problematiche solo in alcuni bacini. Per quanto riguarda l'inquinamento da fitofarmaci, le maggiori criticità sono segnalate in Lombardia (Pavese e Mantovano), in Piemonte (Alessandrino, Astigiano, Cuneese e bacino del Sesia), in Veneto (bacino scolante della Laguna di Venezia) e in Friuli (parte delle provincia di Pordenone). L'utilizzo di fitofarmaci e fertilizzanti porta alla contaminazione locale e diffusa anche dei suoli. Con riferimento ai fenomeni di degradamento del suolo va ricordato che, a livello europeo, circa 115 milioni di ettari soffrono a causa dell'erosione del suolo dovuta al ruscellamento dell'acqua. La perdita di suolo per fenomeni di erosione è un rischio

presente in tutte le aree di collina e di montagna, in particolare nelle zone prive di vegetazione, dove il suolo è particolarmente sensibile all'azione erosiva delle piogge. Infine, il drenaggio aumenta il deterioramento delle aree umide, ma non ci sono informazioni relativamente alla loro riduzione in Europa. Le zone umide rappresentano ambienti ricchissimi di biodiversità e nel caso dell'Italia rappresentano delle zone chiave per la sosta delle specie migratrici lungo la rotta migratoria del Mar Mediterraneo centrale, che collega i continenti europeo ed africano. Le zone umide svolgono anche un ruolo importante come ecosistemi filtro, mitigando l'impatto del dilavamento degli inquinanti di origine agricola (principalmente i fertilizzanti) sugli ambienti lacustri e costieri nonché sui sistemi lagunari, alcuni dei quali minacciati dal fenomeno dell'eutrofizzazione. Svolgono, inoltre, importanti ruoli nella regolazione del ciclo delle acque e nella mitigazione degli eventi estremi (alluvioni e magre eccezionali). Infine, insieme alle problematiche esposte, è importante ricordare che l'attività agricola e le pratiche ad essa connesse producono numerosi effetti positivi sull'ambiente e sulle risorse idriche. L'agricoltura, infatti, partecipando a definire la politica per il territorio contribuisce ad evitare il degrado territoriale e a ridurre il grado di rischio idrogeologico. Il settore primario, inoltre, può contribuire attivamente a risolvere le problematiche descritte aumentando l'efficienza della pratica irrigua, sia da un punto di vista tecnico e gestionale, sia facendo ricorso a scelte colturali più idonee alle caratteristiche agro-climatiche delle diverse aree.

Principale normativa e strumenti di programmazione per il settore irriguo e relativi risvolti sull'ambiente in base a quanto descritto, i principali elementi di criticità del settore irriguo possono essere sintetizzati in:

- rapporto tra disponibilità idrica e fabbisogni irrigui, problema che ha storicamente riguardato le Regioni meridionali comprese le isole e che sta diventando sempre più un fattore limitante per tutto il Paese (dato il verificarsi,

nel corso degli ultimi anni, del fenomeno della siccità anche al Centro-Nord);

- basso livello qualitativo della risorsa: deve rilevarsi che gran parte dei corsi d'acqua risultano inquinati sia dal punto di vista chimico che microbiologico.

Queste stesse priorità emergono anche a livello dell'UE che, con la direttiva quadro per le acque 2000/60/CE, ha enfatizzato l'importanza del raggiungimento di obiettivi ambientali sui corpi idrici, principalmente in termini di tutela della qualità più che della quantità, da raggiungere attraverso un approccio integrato su scala di bacino idrografico. In questa ottica anche la riforma della Politica Agricola Comunitaria presenta delle opportunità in quanto prevede la possibilità di supportare le azioni previste dalla direttiva quadro per le acque, soprattutto attraverso il disaccoppiamento, la cross-compliance, ed il rafforzamento della politica di sviluppo rurale. La recente evoluzione normativa a livello comunitario ha lanciato una sfida importante proponendo la realizzazione di una gestione sostenibile e più razionale delle risorse naturali, attraverso lo sviluppo di interventi innovativi che possano coniugare, al contempo, la prevenzione dell'inquinamento, lo sviluppo rurale, quello industriale e la valorizzazione degli ecosistemi naturali. Tutto questo senza dimenticare l'aumento della concorrenzialità del sistema agricolo italiano, necessaria per la sopravvivenza in questo mutato quadro comunitario e mondiale. Già i vecchi programmi operativi Regionali e piani di sviluppo rurale relativi alla programmazione 2000-2006 prevedevano diverse misure connesse alla tematica della tutela della risorsa idrica. La tutela qualitativa delle acque rappresentava l'obiettivo di diverse misure agroambientali, perseguibile attraverso la riduzione delle pressioni che l'agricoltura e la zootecnia esercitano sui corpi idrici, sostanzialmente in termini di rilascio di nutrienti e di sostanze pericolose che affluiscono nei corpi idrici. Per quanto attiene la tutela quantitativa, era presente una specifica misura, la misura q, "gestione delle risorse idriche in agricoltura", che prevedeva investimenti

esplicitamente finalizzati all'uso dell'acqua per il settore agricolo, con obiettivi di miglioramento della gestione, razionalizzazione dell'uso e, quindi, di risparmio idrico. Si tratta, in questo caso, di interventi essenzialmente infrastrutturali.

Da un punto di vista tecnico, con i vecchi programmi, nelle regioni meridionali i fondi sono stati finalizzati prevalentemente alla riconversione dei sistemi irrigui aziendali e interaziendali ai fini del risparmio idrico (sulla captazione e la grande distribuzione intervengono prevalentemente gli investimenti nazionali), mentre nelle regioni centro settentrionali si sono concentrati sull'adeguamento e la razionalizzazione di reti obsolete, il completamento di impianti esistenti, ma anche nuove opere di approvvigionamento e di potenziamento degli impianti irrigui, quali vasche di accumulo e nuove piccole opere di captazione. Inoltre, ad eccezione dell'area umbro-toscana, le regioni centrali nonostante i problemi di approvvigionamento e distribuzione che caratterizzano il settore irriguo hanno dedicato scarsa attenzione a tale tematica.

Dal nuovo regolamento sul sostegno allo sviluppo rurale, (CE) n. 1698/05 emerge chiaramente che la componente territoriale di tale politica ha lo scopo di accompagnare l'agricoltura nella realizzazione della sua multifunzionalità, ed in particolare nel suo importante ruolo di gestione del territorio, integrandolo in una economia rurale diversificata, in modo da contribuire allo sviluppo socioeconomico delle zone rurali.

La programmazione 2007/2013 dovrà, infatti, prevedere alla realizzazione di una gestione sostenibile e più razionale delle risorse naturali. In accordo con quanto stabilito nel corso della Dichiarazione di Dublino relativa ad acqua e ambiente (1992) sarà importante riuscire a contemplare la dimensione ecologica (l'acqua è una risorsa vulnerabile e scarsa), quella sociale (esigenza di un approccio partecipatorio e democratico nelle decisioni di politica dell'acqua) ed economica (acqua come bene economico da allocare in maniera efficiente). Sarà, pertanto, opportuno sviluppare interventi innovativi che possano coniugare, al contempo, la prevenzione

dall'inquinamento, lo sviluppo rurale, lo sviluppo industriale e la valorizzazione degli ecosistemi naturali. A livello centrale il Piano Strategico Nazionale, che aveva l'obiettivo di dare indicazioni sulle strategie di sviluppo da individuare, relativamente alla gestione delle risorse idriche, ha prodotto un documento di accompagnamento nel quale sono stati indicati gli obiettivi generali da perseguire rappresentati da:

- il miglioramento dell'efficienza della gestione della risorsa idrica in agricoltura, in modo da assicurare il risparmio idrico, energetico e la tutela idrogeologica del territorio, in un'ottica di minor impatto ambientale possibile, anche attraverso l'adeguamento e l'ammodernamento delle opere;
- a riduzione del rilascio di inquinanti (nutrienti e fitofarmaci) nei corpi idrici, con obiettivi di tutela qualitativa.

Partendo da questi macro obiettivi sono state, inoltre, individuate quattro possibili categorie di obiettivi specifici, da verificare a livello territoriale, in virtù delle esigenze specifiche che dovranno emergere a livello regionale anche in base alla localizzazione degli interventi definita a livello regionale:

- tutela e miglioramento quantitativo della risorsa idrica;
- tutela e miglioramento qualitativo della risorsa idrica;
- aumento dell'efficienza gestionale degli schemi idrici;
- tutela idrogeologica del territorio.

Infine, è bene ricordare che tutti e quattro gli assi previsti dal regolamento sullo sviluppo rurale possono contribuire a realizzare gli obiettivi individuati ai fini della tutela delle risorse idriche in maniera sia diretta che indiretta.

### **1.3 RELAZIONE TRA CRESCITA URBANA E DINAMICHE DEMOGRAFICHE**

Questi legami cominciarono a risultare evidenti fin da quando, a seguito della rivoluzione industriale, l'Europa fu interessata da un significativo aumento della popolazione. Le preoccupazioni che ne derivarono accesero un dibattito che dura ancora oggi, con ravvivata intensità e varietà di posizioni. Tuttavia, negli oltre due secoli da allora trascorsi, i termini della percezione di questa problematica sono cambiati.

L'intento dello scritto è quello di delineare brevemente le progressive trasformazioni che l'approccio al problema ha subito nel corso del tempo nella storia del pensiero economico, arrivando fino ai nostri giorni. Lungo questo percorso è possibile rinvenire quattro momenti cruciali.

Una prima fase è quella dell'economia pre-classica. In questo periodo, autori come Giovanni Botero (Botero G., 2003), assunsero un atteggiamento di sostanziale approvazione riguardo alla crescita della popolazione. La tesi di questi studiosi era quella secondo la quale l'incremento della popolazione avrebbe aumentato la disponibilità di manodopera e, quindi, sarebbero cresciute la produzione e la ricchezza.

La seconda fase risale invece alla fine del '700 quando, complice un periodo di inedito incremento della popolazione, si cominciarono a far strada le prime preoccupazioni riguardo una possibile insufficienza di sussistenze e di risorse naturali su cui basare la crescita economica.

Tra la fine dell' '800 e l'inizio del '900, gli studiosi acquisirono consapevolezza delle conseguenze del processo di transizione demografica. Questi, messi di fronte ad una progressiva riduzione dei tassi di natalità, cominciarono a concentrarsi sulle possibili problematiche prodotte dalla diminuzione della popolazione.

Oggi l'una e l'altra problematica coesistono. Da una parte infatti ci sono i paesi industrializzati, che si trovano a dover affrontare i

problemi dovuti all'invecchiamento della popolazione, determinato da un tasso di crescita demografica inferiore al livello di rimpiazzo e dall'allungamento della durata media della vita. Allo stesso tempo rimane la preoccupazione per gli elevati tassi di crescita demografica che si registrano nei paesi in via di sviluppo. Qualche dato può essere utile per inquadrare i termini del problema. Le stime delle Nazioni Unite prevedono che nel 2050 la popolazione mondiale ammonterà a 9,2 miliardi di persone. Se però il numero degli abitanti dei paesi più sviluppati, tra il 2007 e il 2050, si manterrà sostanzialmente stabile intorno all'1,25 miliardi (con un raddoppiamento della popolazione oltre i 65 anni), al contrario, nell'insieme dei paesi in via di sviluppo le proiezioni delle Nazioni Unite prevedono che la popolazione raggiungerà i 6,55 miliardi nel 2050 (dai 3,9 miliardi di oggi). A questi si aggiunge poi l'1,4 miliardi di persone che nel 2050 popoleranno la Cina (oggi sono 1,3 miliardi) (Onu, 2007).

Di fronte a questi dati, ancora oggi tra gli studiosi è possibile rinvenire la tradizionale linea divisoria tra malthusiani, preoccupati che una popolazione in continua crescita induca uno sfruttamento sempre più intenso delle risorse del pianeta, e coloro che invece invitano alla moderazione.

Di più, negli ultimi anni si è aggiunto un terzo filone che va acquisendo via via una maggiore importanza. Quello di quanti evidenziano le problematiche derivanti dall'invecchiamento della popolazione nei paesi più ricchi. Questo aspetto risulta più che mai serio nel nostro paese. Come è stato più volte ribadito nel corso del convegno conclusivo della ricerca condotta dalla rivista *Etica ed Economia* in merito alla situazione demografica del nostro paese e alle ripercussioni dell'invecchiamento della popolazione sul nostro sistema economico, l'Italia registra un tasso di natalità tra i più bassi d'Europa. In quella stessa sede Giovanna Maria Piras e Francesco Zollino hanno sottolineato come la tendenza all'invecchiamento della popolazione sia più accentuata nel nostro paese, che insieme al Giappone mostra di avere il più rapido tasso di invecchiamento demografico.

In effetti, la paura malthusiana dell'insufficienza di generi alimentari non sembra aver trovato conferma nella realtà. Prova ne è che, dai tempi di Malthus, la popolazione è aumentata di oltre sei volte (passando dal miliardo di persone della fine del '700 ai 6,7 miliardi di individui che popolano la terra oggi), e la produzione di sussistenze è cresciuta più che proporzionalmente rispetto alla popolazione. Ciononostante la crescita demografica rimane ancora un problema centrale per lo sviluppo dei paesi poveri, e per la sostenibilità dello sviluppo globale[1]. (Il Malthusianesimo è una dottrina economica che, rifacendosi all'economista inglese Thomas Malthus, attribuisce principalmente alla pressione demografica la diffusione della povertà e della fame nel mondo. La teoria malthusiana si fa assertrice di un energico controllo delle nascite e auspica il ricorso a strumenti tesi a disincentivare la natalità, al fine di evitare il deterioramento dell'ecosistema terrestre e l'erosione delle risorse naturali non rinnovabili. Ralph Waldo Emerson criticò il malthusianesimo osservando che esso non contemplava l'incremento della capacità inventiva e tecnologica dell'essere umano.

Nel "Saggio sul principio della popolazione", scritto nel 1798, Malthus sostiene che la crescita demografica non è ricchezza per lo stato, come credeva la maggior parte degli studiosi dell'epoca, mentre il più recente cornucopianesimo ha sostenuto la tesi opposta, pensando alla crescita esponenziale della popolazione come a un fatto positivo per lo sviluppo umano.

Malthus afferma che mentre la crescita della popolazione è geometrica, quella dei mezzi di sussistenza è solo aritmetica. Una tale diversa progressione condurrebbe a uno squilibrio tra risorse disponibili, in particolar modo quelle alimentari, e capacità di soddisfare una sempre maggiore crescita demografica. La produzione delle risorse non potrà sostenere la crescita della popolazione: una sempre maggiore presenza di esseri umani produrrà, proporzionalmente, una sempre minore disponibilità di risorse sufficienti a sfamarli.

Tutto ciò può portare, secondo Malthus, a un progressivo immiserimento della popolazione.)

A questo proposito, è dagli anni Settanta del '900 che si è assistito ad un nuovo, crescente interesse per la tematica della correlazione tra crescita demografica e sviluppo economico, con particolare riferimento alla sostenibilità dello sviluppo. Le preoccupazioni suscitate dagli altissimi tassi di crescita della popolazione negli anni Sessanta e Settanta (negli anni Settanta nei Paesi in via di sviluppo, si raggiunse una media di 5,9 figli per donna), avevano indotto studiosi e autorità a riconoscere che a partire dalla fine della seconda guerra mondiale, il pianeta era entrato in una nuova, rivoluzionaria (e pericolosa, per i neo-malthusiani) era demografica. Studiosi quali D. Meadows, L. Robbins, così come la Commissione Mondiale per l'Ambiente e lo Sviluppo, hanno mostrato forti preoccupazioni riguardo le conseguenze degli ulteriori, ed inevitabili, incrementi demografici. Non sono mancate tuttavia posizioni più moderate, come quella espressa da Simon Kuznets. Questo studioso infatti non ha presagito per il nostro pianeta disastrose conseguenze derivanti da ulteriori incrementi della popolazione. Piuttosto, si è limitato a constatare come l'elevata crescita demografica rappresenti un grosso ostacolo alla capacità di sviluppo dei paesi poveri (Kuznets S., 1990, p. 131). Che si voglia aderire all'una o all'altra posizione, emerge con chiarezza come in ogni caso le dinamiche demografiche siano correlate a quelle dello sviluppo dei sistemi economici.

Per questo, non si può dimenticare che ad influire sulla dinamica demografica di un paese intervengono in modo decisivo fattori diversi, quali il grado di diffusione dell'istruzione e il livello delle condizioni igienico-sanitarie in cui versa la popolazione. Occorre perciò indagare se sia la crescita a provocare una diminuzione della popolazione o se sia la diminuzione della popolazione a innescare il processo di crescita.

Nel caso del continente europeo la crescita ha costituito la premessa di un processo di diminuzione della popolazione. In Europa infatti, se nel periodo immediatamente successivo alla rivoluzione industriale si registrò un aumento della popolazione senza precedenti, in un secondo tempo, quando i progressi economici portarono ad un miglioramento delle condizioni di vita della popolazione, l'incremento demografico cominciò a rallentare in modo costante. Dunque, la crescita economica conseguente alla rivoluzione industriale determinò un miglioramento delle condizioni di vita della popolazione, che rese possibile l'avvio del processo di transizione demografica.

Al contrario, la diminuzione della popolazione che nell'ultimo secolo ha riguardato il continente latino-americano, si è verificata indipendentemente dalla crescita dell'economia, ed è stata invece determinata da un migliore contesto igienico-sanitario e dalla contestuale adozione di modelli e di stili di vita tipicamente occidentali. Il caso dell'America Latina mostra che la diffusione dell'istruzione e il miglioramento delle condizioni sanitarie possono condurre ad una riduzione del tasso di incremento demografico anche in assenza o in presenza di bassi livelli di crescita. La crescita, da sola, non sembra poter portare a riduzioni nel tasso di incremento demografico; perché questo avvenga è necessario un più articolato processo di sviluppo che porti la popolazione a veder migliorare le proprie condizioni di vita. Quanto appena detto non deve però indurre a concludere che la crescita costituisca un fattore influente sulla transizione demografica. In primo luogo infatti, essa agisce direttamente su quella serie di fattori sociali (istruzione, condizioni igienico-sanitarie, sistema di tutele sociali) che influiscono a loro volta sui tassi di natalità e di mortalità della popolazione. In secondo luogo, se l'aumento del reddito di una nazione innesca una serie di reazioni che condurranno alla transizione demografica, esso pone anche le basi perché quella stessa nazione sia in grado di affrontare la diminuzione della popolazione ed il suo invecchiamento, rendendo possibile l'istituzione di sistemi di welfare che possano garantire adeguati livelli di assistenza e di equità.

Con l'obiettivo però di tutelare non soltanto le generazioni presenti, ma anche quelle future, ai policy makers vengono affidate, perciò, nuove sfide decisive. Date infatti delle risorse naturali che non sono infinite e una popolazione che cresce sia dal punto di vista numerico che da quello economico, occorre dare risposta alla necessità di salvaguardare quelle risorse e di procedere, in maniera equa ed efficiente, alla loro distribuzione.

## 1.4 IL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

L'energia consumata nell'edilizia residenziale per riscaldare gli ambienti e per l'acqua calda sanitaria rappresenta circa il 30% dei consumi energetici nazionali, e rappresenta circa il 25% delle emissioni totali nazionali di anidride carbonica, una delle cause principali dell'effetto serra e del conseguente innalzamento della temperatura del globo terrestre. Intraprendere interventi di risparmio energetico significa:

- Consumare meno energia e ridurre subito le spese di riscaldamento e condizionamento;
- Migliorare le condizioni di vita all'interno dell'appartamento migliorando il suo livello di comfort ed il benessere di chi soggiorna e vi abita;
- Partecipare allo sforzo nazionale ed europeo per ridurre sensibilmente i consumi di combustibile da fonti fossili;
- Proteggere l'ambiente in cui viviamo e contribuire alla riduzione dell'inquinamento del nostro paese e dell'intero pianeta;
- Investire in modo intelligente e produttivo i nostri risparmi.

In questi ultimi anni, sono state emanate a livello nazionale, regionale e locale diverse leggi e norme che indicano requisiti e criteri sia per la progettazione delle nuove costruzioni che per gli interventi di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, che ha la caratteristica di presentare consumi energetici notevoli soprattutto se gli edifici sono costruiti prima della legge 373 del 1976.

Al fine di attuare interventi di risparmio energetico l'ENEA propone questo opuscolo che contiene semplici informazioni per ottenere una riduzione dei consumi energetici nei nostri appartamenti.

Possiamo applicare alcuni suggerimenti per migliorare il livello di comfort del nostro appartamento e per ridurre i costi di riscaldamento, condizionamento e produzione di acqua calda sanitaria, tenendo però

presente che alcuni interventi devono essere effettuati con cura, previa consultazione di un tecnico specializzato.

Se poi dobbiamo intervenire sull'edificio per lavori di manutenzione ordinaria siamo nella situazione più favorevole per operare anche un risparmio energetico. I nostri alloggi sprecano quotidianamente molta energia e le nostre bollette continuano ad aumentare. Perché non fare qualcosa contro questo spreco di energia visto che sappiamo da cosa è provocato e anche come controllarlo e frenarlo? Di tutta l'energia utilizzata in una stagione per riscaldare a 20°C e condizionare a 26 ° C un edificio, una buona parte viene dispersa dalle strutture (tetto, muri, finestre) ed una parte dall'impianto.

Sul consumo totale di combustibile consumato per riscaldare il nostro edificio, si può risparmiare anche dal 20% al 40% fin dal 1° anno, con benefici notevoli sulla bolletta energetica.

Per risparmiare ogni anno tanto combustibile dobbiamo:

- ridurre le dispersioni di calore in inverno e le rientrate di calore in estate
- attraverso le pareti, il pavimento ed il tetto della casa
- limitare le fughe di aria calda attraverso i vetri e gli infissi delle finestre
- abbassare la temperatura di riscaldamento nei locali non utilizzati
- sfruttare al meglio l'energia contenuta nel combustibile progettando,
- mantenendo e regolando bene l'impianto di riscaldamento e condizionamento

Tutto questo significa spendere del denaro; ma questo investimento, a sua volta, porta ad un risparmio immediato sulle nostre bollette. Occorre solo decidere di sostenere queste spese. Proponiamo questi interventi nelle riunioni di condominio, per il miglioramento di tutto l'immobile, oppure affrontiamo il problema del

risparmio energetico da soli, nel nostro appartamento. Sicuramente migliorerà il nostro livello di comfort.

Tali leggi impongono limiti alle dispersioni di calore in inverno ed alle rientrate di calore in estate, limiti ai consumi energetici degli impianti, requisiti di inerzia termica delle pareti e solai di copertura per evitare fenomeni di surriscaldamento estivo degli ambienti, e favoriscono il ricorso alle Fonti rinnovabili.

La nostra casa, pertanto, dovrebbe essere ben isolata, favorire l'apporto di energia solare di inverno ed impedirlo d'estate, ed essere servita da un impianto di riscaldamento e condizionamento il più possibile efficiente, progettato e realizzato tenendo conto delle tecnologie maggiormente rivolte al risparmio energetico già presenti sul mercato.

Se abbiamo qualche dubbio, possiamo richiedere al Comune la copia della relazione tecnica depositata, dal progettista, così come previsto dalla legge 10/91 e dal DLgs N. 192. Nella realizzazione della nostra casa devono essere stati rispettati dal costruttore gli spessori di isolamento e i tipi di materiale e di infissi previsti nella relazione tecnica. Potremo comunque richiedere al Comune di effettuare, a nostre spese, un controllo.

Se siamo proprietari e abbiamo l'impianto di riscaldamento autonomo Effettuare lavori che porteranno ad un risparmio sui consumi di energia per il riscaldamento è nel nostro interesse. Pagheremo bollette meno care e valorizzeremo il nostro immobile.

Se abitiamo in un condominio con riscaldamento centralizzato

Generalmente per soddisfare le esigenze degli inquilini del primo e dell'ultimo piano si surriscaldano gli appartamenti nei piani intermedi, con uno spreco di combustibile e di denaro.

Oggi, questa situazione può essere risolta effettuando un risanamento energetico dell'impianto, prevedendo, cioè, l'uso di valvole termostatiche da installare sui singoli radiatori e un sistema di contabilizzazione del calore.

Ricordiamo che se siamo comproprietari la decisione di intraprendere lavori di risparmio energetico può essere presa collettivamente. Tutti possiamo proporre interventi nella riunione di condominio: per l'attuazione sono valide le decisioni prese a maggioranza delle quote millesimali.

Se siamo locatori di un immobile

Interveniamo sul nostro edificio con lo scopo di ridurre le spese di riscaldamento. In effetti, anche se non otterremo un beneficio diretto dai lavori che realizzeremo, poiché sono i nostri inquilini (affittuari) che ne godranno i vantaggi, il nostro immobile acquisterà, in ogni caso, più valore, anche in considerazione dell' "attestato di certificazione energetica" che accompagnerà, tra breve, tutte le transazioni che verranno eseguite sull'immobile.

Se siamo comproprietari la decisione può essere presa collettivamente

Ogni intervento finalizzato a ridurre i consumi di energia nel nostro edificio incide in modo rilevante ed immediato sulle nostre bollette del riscaldamento.

Dunque siamo noi che, insieme agli altri proprietari del nostro edificio, dobbiamo prendere la decisione per intraprendere dei lavori di risparmio energetico.

Tutti possiamo proporre questi interventi nella riunione di condominio: per l'attuazione sono valide le decisioni prese a maggioranza delle quote millesimali.

Il DLgs N. 192 infatti, prevede che ogni abitazione sarà, in un prossimo futuro sottoposta alla certificazione energetica: utilizzando una procedura comune a livello Europeo, un tecnico qualificato tradurrà pregi e difetti dell'alloggio ai fini del risparmio energetico in un vero e proprio attestato, il "Certificato Energetico". Il certificato energetico, che riporterà i consumi energetici dell'appartamento, che dovrà essere allegato ai contratti di compravendita e di locazione.

***UN APPARTAMENTO CON MINORI CONSUMI ENERGETICI AVRA' NECESSARIAMENTE UN VALORE DI MERCATO MAGGIORE.***

Un alloggio confortevole è un alloggio correttamente riscaldato e condizionato. Un edificio mal isolato fa aumentare le spese di riscaldamento e di condizionamento di tutti gli inquilini, pertanto è molto importante eliminare le dispersioni di calore in inverno e le rientrate di calore in estate con un accurato isolamento.

Le spese di riscaldamento e condizionamento, infatti, non dipendono solo dal volume da riscaldare e condizionare, dal clima e dalla temperatura mantenuta all'interno dell'appartamento, ma anche dell'entità delle dispersioni di calore e rientrate attraverso le pareti, i solai, i pavimenti ed i tetti.

Coibentare le pareti di un edificio significa aggiungere uno strato di materiale isolante: mettiamo un cappotto all'edificio!

### *ISOLAMENTO DELLE PARETI ESTERNE*

L'isolamento dei muri può essere realizzato dall'interno, dall'esterno o nell'intercapedine.

Tutti e tre i sistemi presentano dei vantaggi: la scelta dell'intervento da adottare dipenderà dallo stato di degrado dell'edificio e dalla somma di denaro disponibile per la sua realizzazione.

#### *1. Isolamento dall'esterno*

È senza dubbio la soluzione più efficace per isolare bene un edificio. In particolare è molto conveniente quando è comunque previsto un rifacimento della facciata. Per questo particolare tipo di intervento si consiglia di affidarsi ad un'impresa esperta.

#### *2. Isolamento dall'interno*

È un intervento non eccessivamente costoso che può essere realizzato anche "da soli". Provoca, però, una leggera diminuzione dello spazio abitabile e può necessitare della risistemazione dei radiatori, delle prese e degli interruttori elettrici.

#### *3. Isolamento nell'intercapedine*

Quando la parete contiene un'intercapedine è possibile riempirla con degli opportuni materiali isolanti. La spesa è modesta e l'intervento è conveniente.

Per conseguire un effettivo risparmio energetico, ad ogni intervento di isolamento deve corrispondere una nuova regolazione dell'impianto di riscaldamento e condizionamento.

Viceversa si rischia di surriscaldare o raffrescare eccessivamente l'edificio, perdendo i

risparmi energetici ed economici apportati dall'intervento.

### *ISOLAMENTO DELLE COPERTURE*

Tra tutte le superfici esterne di un edificio, spesso, il tetto è l'elemento che disperde più calore durante la stagione invernale e provoca surriscaldamento nei mesi estivi, a causa del basso livello di isolamento. Isolarlo non è difficile, l'importante è individuare la soluzione più adatta alle nostre esigenze. Se la copertura non è mai stata isolata è consigliabile intervenire immediatamente. Se la copertura è stata isolata più di 10 anni fa è consigliabile verificare lo stato dell'isolante: deve essere perfettamente asciutto, non lacerato, coprire tutta la superficie del tetto e aver conservato il suo spessore iniziale. Nel caso contrario è meglio provvedere ad un nuovo isolamento.

#### *Copertura piana*

Se la copertura dell'edificio è piana (terrazzato) è possibile intervenire dall'interno oppure dall'esterno. L'isolamento esterno è un intervento delicato perché il terrazzo necessita di un'accurata impermeabilizzazione e, se è praticabile, anche di un'adeguata pavimentazione. Si consiglia, pertanto, di rivolgersi a personale esperto.

**Sottotetto non praticabile** Convieni posare l'isolante sul pavimento del sottotetto. Isolare la parte inclinata porterebbe solo a riscaldare inutilmente il volume del sottotetto con il calore che sale dagli ambienti sottostanti.

**Sottotetto praticabile** Convieni isolare dall'interno, fissando l'isolante parallelamente alla pendenza del tetto. Ricordiamo che se interveniamo dall'interno, nel soffitto dell'ultimo piano, generalmente non sono richieste decisioni condominiali.

## Capitolo 2

### LE FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

Si considerano energie rinnovabili quelle forme di energia generate da fonti “inesauribili” (quelle le cui riserve certamente oltrepasseranno gli orizzonti temporali della nostra civiltà) e, di conseguenza, il cui utilizzo non pregiudica le risorse naturali per le generazioni future. Se da un lato il termine “rinnovabile” non adempie agli aspetti scientifici del primo principio della termodinamica – cui presupposti essenziali affermano che l’energia non si crea né si distrugge, e di conseguenza tutte le forme di energia sarebbero da considerare rinnovabili; da un punto di vista sociale e politico, si crea l’attuale distinzione tra fonti di energia considerate rinnovabili (per la normativa italiana: il sole, il vento, le risorse idriche, le risorse geotermiche, le maree, il moto ondoso e la trasformazione in energia elettrica o termica dei prodotti vegetali o dei rifiuti organici e inorganici) e quelle non rinnovabili (in particolare le fonti fossili quali petrolio, carbone, gas naturale).

- L’energia solare può essere utilizzata sia per la produzione diretta di elettricità sia per la produzione di acqua calda. Nel primo caso, l’irradiazione solare è convertita in energia elettrica tramite l’effetto fotovoltaico: i pannelli fotovoltaici sono composti da celle che in pratica si comportano come piccole batterie. Attualmente, il principale limite allo sviluppo degli impianti fotovoltaici è il loro elevato costo, infatti la filiera viene sovvenzionata con vari metodi per incoraggiare la ricerca di nuove tecnologie più competitive. Nel caso del solare termico i raggi sono trasformati in calore che viene utilizzato per la produzione di acqua calda sanitaria o per il riscaldamento dell’ambiente domestico. La tecnologia attualmente disponibile permette già di recuperare l’investimento in un impianto termico in poco tempo.
- Il vento è uno spostamento di masse d’aria dovuto alle differenze di pressione e densità causate dal modo disuguale in cui la terra viene riscaldata dal sole. Tali spostamenti possono essere sfruttati per la produzione di energia elettrica. Negli ultimi anni la ricerca di nuove soluzioni ha dato un forte impulso allo sviluppo dell’eolico che rappresenta il mercato più dinamico tra le risorse rinnovabili. La tecnologia è attualmente matura e l’efficienza è già molto alta. I principali limiti percepiti sono il

costo, la discontinuità della produzione e l'impatto paesaggistico-ambientale. Problemi che possono essere limitati attraverso misure ad hoc:

- Il costo viene coperto da una politica di prezzi sovvenzionati;
- Il problema della discontinuità viene arginato attraverso la limitazione delle immissioni in rete di energia prodotta da fonti eoliche;
- Riguardo la questione paesaggistica, gli studi dimostrano che è un problema principalmente di natura estetica, giacché gli ecosistemi non vengono toccati e quindi si tratterebbe di studiare soluzioni architettoniche di minor impatto.

- L'energia idroelettrica è prodotta dal movimento dell'acqua, ed è un metodo che presenta molti vantaggi: non emette anidride carbonica, giacché non si basa sulla combustione, e si tratta di tecnologia matura e a costi contenuti. Il suo limite riguarda l'impatto ambientale prodotto dalle opere idrauliche necessarie (dighe, condotte, barriere nei fiumi, ecc). Inoltre, la produzione idroelettrica dipende dalla disponibilità di acqua defluente ed è quindi poco flessibile.
- L'energia geotermica deriva dalle differenze di temperatura con gli strati più profondi della Terra. Viene considerata una forma di energia rinnovabile sebbene la rigenerazione dei pozzi geotermici richieda un lungo periodo di tempo. Al vantaggio di essere una forma di energia pulita, si oppone il fatto che essa dipenda fortemente da fattori geografici per il suo sfruttamento. Infatti, soltanto alcune particolari zone toccate da fenomeni vulcanici o tettonici presentano condizioni in cui la temperatura del sottosuolo è leggermente più alta della media. In queste aree, l'energia può essere recuperata attraverso l'utilizzo dei vapori acquei sia per la produzione di energia elettrica (attraverso apposite turbine) sia per il riscaldamento, le coltivazioni in serra e il termalismo.
- Il termine biomasse indica tutte quelle sostanze derivanti direttamente o indirettamente dalla fotosintesi, riunendo materiali di natura eterogenea: dai residui forestali agli scarti dell'industria di trasformazione del legno o delle aziende zootecniche. Molti sono gli aspetti positivi derivati dall'utilizzo delle biomasse, in particolare: l'energia può essere stoccata sotto forma di materiale vegetale e la conversione avviene con processi che possono essere costanti. In contrapposizione sussistono i problemi legati alla costruzione di impianti con alte potenze e la questione delle emissioni di sostanze inquinanti dalla loro combustione.  
La ricerca di nuove tecnologie avanza, e attualmente molte sono già in fase di test o iniziano ad essere commercializzate. Tra queste le principali sono: la gassificazione

avanzata delle biomasse, le tecnologie di bioraffinazione, le centrali solari termodinamiche, l'energia geotermica da rocce calde e asciutte (Hot-dry-rock) e lo sfruttamento dell'energia degli oceani (energia talassotermica, mareomotrice e del moto ondoso). Si spera che queste nuove tecniche possano avere in futuro un potenziale comparabile alle fonti di energia rinnovabile già mature, e insieme ad esse rappresentare il nuovo fronte energetico mondiale.

L'interesse per le energie rinnovabili è emerso negli anni '70, a seguito della prima grande crisi petrolifera mondiale del 1973. Nel 1974 veniva pubblicato il rapporto "A Time to Choose" (Il momento di scegliere, di David Freeman) commissionato dalla Ford Foundation, che indirizzava l'attenzione sulle opportunità date dall'utilizzo delle energie rinnovabili e sui possibili risparmi energetici grazie alle nuove tecnologie produttive. Non si parlava ancora di cambiamenti climatici le questioni principali erano legate all'inquinamento atmosferico e al superamento di rischi economici e politici determinati dalla dipendenza verso le importazioni di energia. I vertici politici nazionali americani appoggiavano ed incentivavano la produzione e l'utilizzo delle cosiddette "energie verdi".

Tuttavia, la reazione negativa dell'industria energetica americana è stata immediata, con la presentazione di un rapporto in cui si cercava di screditare l'efficienza dell'applicazione delle energie rinnovabili. Inoltre, ogni metodo veniva impiegato per ostacolarne la diffusione, incluso l'acquisto sistematico di piccole imprese che venivano dismesse e chiuse. Le forze politiche iniziarono a cedere, e l'arrivo del nuovo governo guidato dal Presidente Ronald Reagan sommato al crollo dei prezzi del petrolio nel 1985 sono stati "gli ultimi colpi" per far cessare l'attenzione sul tema delle rinnovabili. La questione è stata risolta soltanto a metà degli anni '90 e questa volta il dibattito viene spinto dalle discussioni sull'intensificazione dell'effetto serra ed il conseguente aumento della temperatura del pianeta.

Il quadro generale nel quale il tema viene ripresentato è caratterizzato dal boom industriale di alcuni paesi emergenti, in particolare India e Cina, che insieme alla crescita economica hanno visto aumentare in modo esponenziale la domanda energetica, sia legata alla produzione sia al consumo di beni (elettrodomestici, telefoni, condizionatori, ecc). Nel frattempo un meccanismo differente, ma con le stesse conseguenze, è in corso nei paesi di vecchia industrializzazione, dove la diffusione di tali beni di consumo è ormai matura, ma l'aumento del contenuto tecnologico e la spinta

ad una continua sostituzione dei prodotti causa un sempre maggiore accrescimento della richiesta per l'energia.

Il problema tuttavia non si concentra effettivamente né nella produzione né nel consumo energetico in sé, ma nel fatto che la maggior parte della richiesta di energia viene soddisfatta attraverso l'utilizzo di combustibili chimici, ottenuti principalmente dalla combustione di carburanti fossili a base di carbonio. Due sono le questioni principali legate al tema: la prima, la scarsità degli idrocarburi, che hanno tempi molto lunghi per "rinnovarsi" (si parla di milioni di anni); la seconda, la concentrazione dei gas prodotti dalla combustione nell'atmosfera (in particolare l'anidride carbonica), cui flusso di emissione supera le capacità naturali di assorbimento del sistema Terra e causa il riscaldamento globale.

Come è noto, a seguito della "" (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC), adottata nel 1992 alla Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo di Rio de Janeiro, a livello internazionale si iniziano a definire delle strategie di mitigazione volte alla riduzione delle emissioni per contrastare il cambiamento climatico principalmente attraverso una maggiore efficienza energetica e lo sviluppo delle energie rinnovabili. Sarà poi in occasione della terza Conferenza delle Parti, realizzata a Kyoto in Giappone nel dicembre 1997, che verrà approvata la decisione di adottare un Protocollo Internazionale, giuridicamente vincolante, nel quale i paesi industrializzati si impegnano a ridurre le emissioni di elementi inquinanti, in particolare i cosiddetti gas serra. Il trattato prevede che tale riduzione, per il periodo 2008-2012, sia equivalente ad almeno il 5% rispetto ai livelli del 1990.

### **L'azione dell'Unione europea**

Nello stesso anno della firma del Protocollo di Kyoto, la Commissione europea pubblica il Libro Bianco "Energie per il Futuro: le fonti energetiche rinnovabili" (FER) nel quale si pone l'obiettivo di raggiungere nell'Unione, entro il 2010, un tasso di penetrazione delle rinnovabili del 12%. A settembre 2001 viene approvata la "Direttiva 2001/77/CE del Parlamento europeo e del Consiglio" cui obiettivo è "promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato interno e a creare le basi per un futuro quadro comunitario in materia". Tra i vari punti, la direttiva indicava che gli obiettivi nazionali degli Stati membri devono coincidere con gli obiettivi complessivi globali della Comunità per il 2010. Si prevedeva inoltre che qualora gli obiettivi indicativi nazionali fossero incompatibili con l'obiettivo indicativo

globale, la Commissione aveva la possibilità di proporre, nella forma adeguata, obiettivi nazionali, compresi eventuali obiettivi vincolanti.

Negli anni seguenti, la Comunità Europea, attraverso la pubblicazione di una serie di Libri verdi e Direttive sulle tematiche energetiche, ha cercato trasversalmente di delineare una strategia di promozione delle energie rinnovabili. Inoltre, è stato istituito il per il periodo 2003/2006, che è poi stato riconfermato nel 2007 fino al 2013. Il programma EIE si propone di accelerare la realizzazione degli obiettivi nel settore dell'energia sostenibile, sostenendo il miglioramento dell'efficienza energetica, l'adozione di fonti di energia nuova e rinnovabile, una maggiore penetrazione sul mercato di tali fonti di energia, la diversificazione dell'energia e dei carburanti, l'aumento della quota di energia prodotta da fonti rinnovabile e la riduzione del consumo energetico finale.

Negli anni successivi, la Commissione ha adottato un Piano d'azione per l'efficienza energetica: concretizzare le potenzialità" - COM(2006), il cui obiettivo "è contenere e ridurre la domanda di energia, nonché agire in maniera mirata sul consumo e sull'approvvigionamento per riuscire a ridurre del 20% il consumo annuo di energia primaria entro il 2020 (rispetto alle proiezioni sul consumo energetico per il 2020)". Dal piano ne deriva la cosiddetta , ossia ridurre le emissioni di CO2 del 20%, aumentare l'efficienza in campo energetico del 20%, e portare la produzione di energie rinnovabili al 20% entro il 2020.

Con l'approvazione della strategia 20-20-20 l'Europa si propone quale soggetto trainante nello sviluppo delle energie rinnovabili e nella lotta al cambiamento climatico e se saprà tradurre in politiche ed azioni concrete gli impegni assunti potrà svolgere il ruolo di leadership nell'azione globale per realizzare una società a basse emissioni di carbonio.

### ***A che punto siamo?***

Attualmente, spinte dalla crisi energetica e dalla questione dei mutamenti climatici, le FER assumono un peso sempre più consistente nella bilancia energetica mondiale. Gli investimenti in Ricerca e Sviluppo (R&D) tecnologico hanno sopportato negli ultimi anni un'ampia diffusione in diversi paesi, con il conseguente aumento di efficienza e potenza.

Negli Stati Uniti, ad inizio 2009, l'energia rinnovabile è diventata la grande scommessa del futuro. Lo staff del presidente Barack Obama ha messo in bilancio 54 miliardi di

dollari al fine di rendere il Paese più verde e meno dipendente dal petrolio. Per migliorare l'efficienza della rete elettrica saranno spesi 32 miliardi di dollari, mentre 22 miliardi sono destinati a ridurre i consumi energetici di abitazioni ed edifici pubblici.

In Germania ad esempio, attualmente più del 10% dell'energia prodotta nel paese proviene da fonti di energia rinnovabili ed la percentuale è destinata ad aumentare. Già negli anni '90 la Germania ha creato un quadro normativo nazionale per il lancio e l'introduzione nel mercato delle "energie verdi", consolidato nel 2001 con l'entrata in vigore della "Legge sulle energie rinnovabili" – LER" (Erneuerbare Energien Gesetz, EEG). La legge regola l'acquisto e la remunerazione dell'energia prodotta dalle diverse fonti rinnovabili, vincolando i gestori della rete elettrica ad acquistare per una durata ventennale l'elettricità prodotta da fonti rinnovabili a prezzi prefissati. Pare opportuno poi segnalare che gli investimenti per lo sviluppo delle energie rinnovabili in Germania hanno prodotto l'occupazione ad oggi di oltre 250.000 persone.

In Danimarca la percentuale di energia elettrica prodotta utilizzando fonti energetiche rinnovabili, in particolar modo da impianti eolici, supera il 25%. In Spagna, invece, le rinnovabili sono attualmente le prime fonti per la produzione di energia elettrica: nel 2007 il paese ha raggiunto una potenza di energia da fonti eoliche pari al 27% della sua domanda, superando tutte le altre fonti energetiche.

Anche in altri paesi cresce la diffusione delle fonti alternative: Grecia, Austria e Portogallo in pochi anni hanno realizzato un ampio incremento del solare termico; in Finlandia l'11% dell'elettricità è generata da impianti da biomasse; in Svezia il 50% dell'energia dei distretti teleriscaldati proviene dalla combustione di biomasse.

### ***Le fonti rinnovabili nei Paesi Europei***

	<b>Eolico: MW installati (fine 2010)</b>	<b>Solare Fotovoltaico MW installati (fine 2010)</b>	<b>Solare Termico Pannelli operativi mq (2010)</b>
Germania	20.621	1.537	6.554.000
Olanda	1.560	51	303.756

Danimarca	3.136	2	336.980
Austria	964	21	2.318.958
Gran Bretagna	1.962	10	176.000
Francia	1.635	32	395.600
Spagna	11.615	57	527.166
Grecia	746	5	3.047.200
ITALIA	2.123	34	516.285
<b>Totale EU 25</b>	<b>48.042</b>	<b>1.794</b>	<b>15.964.950</b>

Fonte: [Fonti rinnovabili](#)

### **E l'Italia?**

Anche in Italia l'attenzione alla produzione di energia da fonti rinnovabili è in significativo aumento. Nel rapporto del GSE (Gestore Servizi Elettrici) del 2006, emerge che la produzione di elettricità proveniente da fonti rinnovabili è stata pari a circa 52 miliardi di kWh, con un incremento del 4,5% rispetto il 2005. Tale crescita si deve principalmente all'energia prodotta dall'eolico - 3,2 miliardi di kWh nel 2005, equivalente ad un aumento del 37% -, seguita dal fotovoltaico - con circa 35 milioni di kWh prodotti, segnando un aumento del 12,9%. Un risultato importante, ma ancora poco incisivo sul totale del fabbisogno nazionale.

Nel settembre 2007 viene pubblicato, in risposta al Piano della Commissione europea, pubblica il " – Energia: temi e sfide per l'Europa e per l'Italia", (testo in .pdf) dove

emergono le riflessioni del Governo sulle criticità in termini di energie da fonti rinnovabili e sulla necessaria integrazione di una governance multilivello in ambito energetico. Tale documento riflette la consapevolezza di un paese dipendente dall'estero per l'84% del suo fabbisogno di energia, secondo al mondo per importazione di elettricità e che negli anni ha mancato di una politica seria in campo energetico.

In ragione della sua posizione geografica, grandi sono le potenzialità del nostro paese per lo sviluppo dell'energia solare ed eolica. In questa prospettiva la realizzazione degli obiettivi europei potrà avere un effetto straordinario in termini di riduzione delle importazioni di fonti fossili e quindi di risparmio economico, in termini di innovazione e di creazione di nuovi posti di lavoro, nonché in termini di minor impatto ambientale favorendo un maggior benessere e una migliore qualità della vita per tutti.

## 2.1 EOLICO

L'eolico è una tecnologia in grado di trasformare l'energia cinetica del vento in energia elettrica. Il suo principio di funzionamento è tra i più antichi del mondo. Il vento è una delle principali fonti rinnovabili di energia, basti pensare ai mulini a vento o alla navigazione con imbarcazioni a vela. E' però errato pensare che l'eolico sia una tecnologia semplice e poco sofisticata. Esistono tipologie molto variegata di aerogeneratori. Alcuni di piccola taglia, altri di dimensioni enormi fino a 80 metri di altezza. Ve ne sono alcuni in commercio con potenze superiori ai 2-3 MW. Le stesse pale eoliche possono essere molto lunghe, anche 40 metri. I moderni mulini a vento sono conosciuti con il nome comune di 'pale eoliche', le quali sono tuttavia soltanto una parte del sistema. Il nome più corretto è quello di aerogeneratore. Una serie di aerogeneratori compone un impianto eolico o una Wind Farm.

**Perché esiste il vento?** Da miliardi di anni il sole riscalda la terra e questa rilascia il calore nell'atmosfera. Un fenomeno che non avviene dappertutto allo stesso modo. La superficie marina, ad esempio, impiega più tempo a riscaldarsi rispetto alla superficie terrestre. Nelle zone dove viene rilasciato meno calore (es. le superfici marine), le zone più fredde, tende ad aumentare la pressione. Nelle zone più calde, viceversa, la pressione tende a ridursi. L'aria delle zone ad alta pressione tende a spostarsi verso le zone a bassa pressione, generando il "vento". L'aria più calda tende a muoversi verso l'alto lasciando dietro a sé una zona di bassa pressione. L'aria calda, una volta in alto, si raffredda per poi ricadere verso il basso nelle zone fredde marine. Questo movimento verso il basso genera una spinta dell'aria fredda marina verso le zone di bassa pressione in direzione della terraferma. Le caratteristiche morfologiche del territorio e dell'ambiente influiscono sulla direzione e sulla potenza del vento. Ad esempio boschi e montagne riducono la potenza del vento, come anche gli edifici delle grandi città. Per questa ragione gli impianti eolici sono localizzati soltanto in alcune zone e non sono

invece distribuiti sull'intero territorio. La potenza del vento è particolarmente forte laddove non sussistono ostacoli, nelle superfici piane, lungo le coste e in mare aperto.

L'uomo usa la forza del vento da migliaia di anni. Basti pensare alla vela che fin dall'antico Egitto muove le imbarcazioni, ha consentito commerci altrimenti impossibili e le scoperte di grandi continenti. Ma la forza del vento fu anche la principale fonte energetica per realizzare le macine del grano o delle olive (mulini a vento) oppure per pompare acqua dai pozzi. L'energia cinetica del vento (movimento) veniva trasformata in energia meccanica. Paradossalmente oggi l'energia eolica è definita un'energia alternativa ma in un contesto storico ha accompagnato la vita dell'uomo molto più a lungo rispetto al petrolio o al carbone. Nel novecento dall'energia meccanica prodotta dalla forza eolica si è giunti alla generazione di energia elettrica. Le fattorie del vento sono composte da numerosi impianti eolici installati mare aperto, dove il vento è più forte. Sono veri impianti off-shore il cui impatto ambientale sul paesaggio è minimo proprio per l'essere stati costruiti in alto mare.

Molti paesi del nord europa sfruttano i forti venti per generare energia. Nell'immaginario collettivo è facile che venga in mente l'Olanda e i suoi storici mulini a vento, in realtà il paese a più largo consumo di energia eolica è invece la Danimarca, seguita da Germania, Olanda e Spagna. E' fondamentale e importante per gli impianti eolici che il vento oltre ad essere forte sia anche costante, caratteristiche tipiche dei venti del Mar del Nord.

**Grattacielo sostenibile. Il primo con turbine eoliche integrate**



Il primo grattacielo al mondo ad integrare turbine eoliche nel proprio design è il Bahrain World Trade Center, negli Emirati Arabi. Più che un grattacielo, in verità sono due, unite dalla sostenibilità. Eh sì perché le due torri di quello che è chiamato anche BWTC, sono collegate tra loro da tre ponti, su ognuno dei quali è installata una pala eolica.

Progettate dallo studio di architettura Atkins ed ultimate nel 2008, le due torri del Bahrain World Trade Center hanno vinto il “2006 LEAF Award” per il miglior uso della tecnologia all’interno di una grande struttura e “The Arab Construction World for Sustainable Design Award”.

Le torri del BWTC hanno una forma particolare! Come due vele spiegate al vento, fanno in modo che le correnti del Golfo Persico, attraversandole, accelerino, così da mettere in moto le pale eoliche, in grado di produrre 225kW l’una.



Per continuare con i numeri, le turbine, di 29 metri di diametro, generano un totale di 675kW e forniscono circa il 13% dell’energia totale necessaria agli edifici, cioè l’illuminazione sufficiente a 300

degli appartamenti situati all'interno delle due torri di 50 piani, alte 240 metri l'una. Prima di diventare realtà, il progetto era stato sottoposto al test della Galleria del Vento, che aveva dimostrato che i venti, per la conformazione degli edifici, entrano a  $45^\circ$  nell' "imbuto" formato dalle torri e si dispongono, in corrispondenza delle turbine, ortogonalmente ad esse.





Il progetto si compone di due torri identiche a forma di vela che si sviluppano su 50 piani per complessivi 240 metri di altezza. I due volumi sono uniti da tre turbine eoliche di 29 metri di diametro sostenute orizzontalmente da tre passerelle il cui peso è di circa 65 tonnellate ciascuna.

Si tratta del primo edificio al mondo dotato di turbine eoliche di così ampie dimensioni; una soluzione che da sola copre il 15% del fabbisogno energetico delle due torri.

“Il Bahrain World Trade Center - commenta Shaun Killa dello studio Atkins - rappresenta un progetto significativo che si pone quale testimonianza di una particolare tecnologia destinata a diventare un elemento fondamentale nella progettazione sostenibile del futuro”.

“Atkins – aggiunge il manager regionale Tim Askew - è promotore di una serie di iniziative finalizzate a diffondere tra ingegneri ed architetti

la cultura della sostenibilità. Tale progetto serve a sottolineare come determinazione e buona volontà possano tradurre simili idee in realtà”.

La geometria a forma di vela risponde all’esigenza di guidare il forte vento proveniente dal mare direttamente verso le turbine.

## 2.2 GEODERMIA

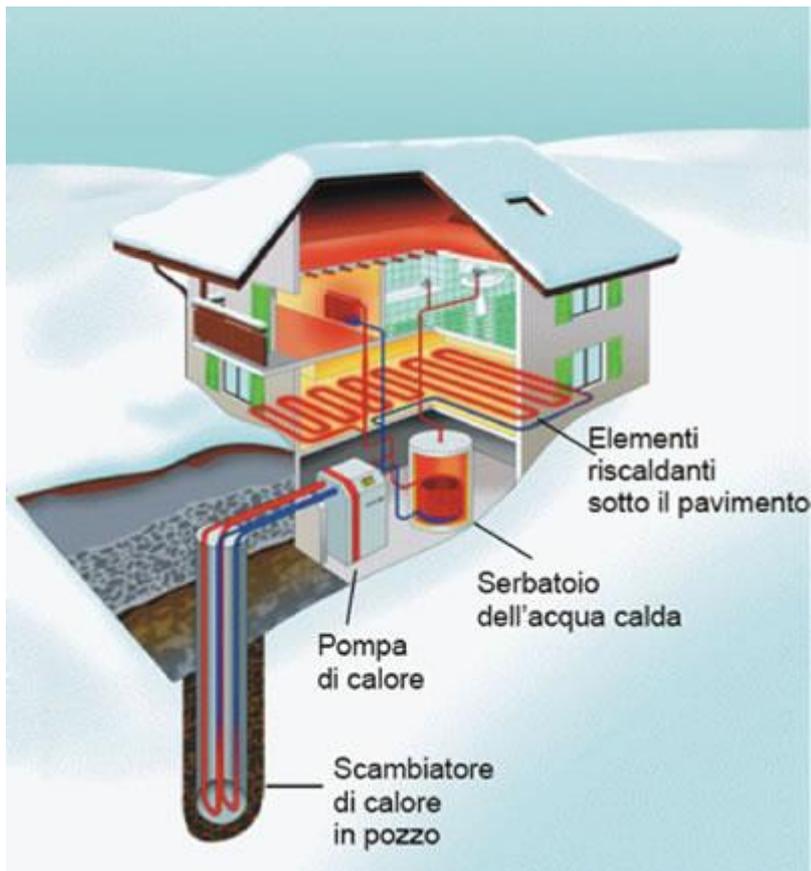
Da oltre 30 anni in molti paesi europei gli impianti con sonde e pompe di calore geotermico hanno trovato un loro spazio, in Italia invece stentano decollare a causa dei costi elevati, né ci sono provvedimenti governativi tesi a sostenerne l'utilizzo. Potrebbe essere l'energia del futuro ottenuta senza modificare il territorio; i risparmi sono innegabili e ben quantificati. Ma c'è ancora scarsa sensibilità a riguardo, malgrado gli studi, proprio in Italia, siano abbastanza avanti.



### ***Un po' di storia***

Il termine geotermia deriva dal greco “gê” e “thermòs” ed il significato letterale è *calore della Terra*. Per energia geotermica si intende quella contenuta, sotto forma di “calore” all'interno della terra; calore che è presente in quantità enorme e inesauribile, in relazione con la natura interna del nostro pianeta e con i processi fisici che in esso hanno luogo. Il primo tentativo di produrre elettricità dall'energia geotermica in Italia è stato fatto a Larderello in Toscana nel 1904. L'esempio italiano fu seguito, a partire dalla seconda metà del secolo scorso, da numerosi altri paesi: Nuova Zelanda, Messico e Stati Uniti.

La produzione di elettricità è la forma di utilizzazione principale e più importante delle risorse geotermiche ad alta temperatura; le risorse a temperatura medio-bassa invece sono adatte oltre che alla generazione di elettricità, ad una molteplicità di usi diretti del calore, che vanno dal riscaldamento di ambienti alla refrigerazione, ad impianti solari termici integrati con pompe di calore, caldaie a condensazione, agli usi agricoli, all'acquacoltura, alla serricoltura, all'impiego nei processi industriali a caldo.



impianto geotermico

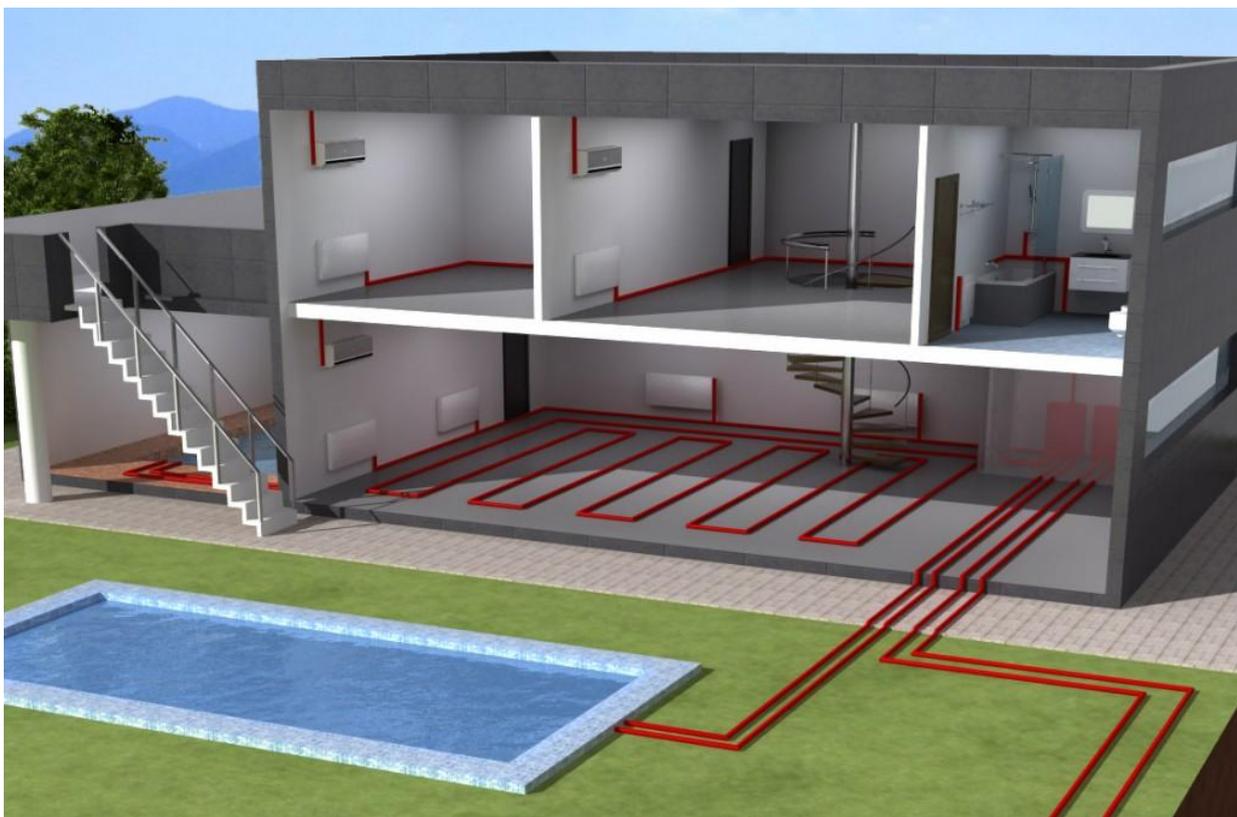
### ***Il calore della terra conviene***

L'uso del geotermico presenta numerosi vantaggi: impatto zero sull'ambiente (vengono stimati 26,1 milioni di tonnellate di petrolio risparmiati ogni anno nel mondo, con una media di 16 milioni di tonnellate di anidride carbonica non immessa nell'atmosfera); sicurezza (niente gas metano o gpl); integrazione architettonica (l'impianto è invisibile); alta incentivazione (che cresce del 30% in abbinamento con il fotovoltaico e che offre ulteriori vantaggi con il Piano Casa); detrazione fiscale del 55% per la riqualificazione energetica, riduzione delle pratiche burocratiche. Negli impianti domestici di medie dimensioni, l'investimento è recuperabile in 6/8 anni a fronte di minori consumi di energia elettrica e dell'azzeramento di spesa del combustibile fossile, dopodichè il risparmio annuo ammonta a circa 1500-2000 euro rispetto al sistema tradizionale.

Dal punto di vista energetico va sottolineato che l'energia geotermica è rinnovabile ma, diversamente da altre forme di energia rinnovabile, come solare ed eolico, **le risorse geotermiche sono**

**forme più versatili**, indipendenti dalle stagioni e dalle condizioni climatiche e metereologiche e costituiscono una sorgente energetica continua. I sistemi geotermici superano il confronto con le altre tecnologie: hanno un impatto ambientale migliore perfino delle tecnologie termosolari in quanto non si presenta nemmeno il problema dell'impatto visivo dato dai pannelli solari installati sopra i tetti o nei campi. Dal punto di vista economico l'installazione di un impianto geotermico è sicuramente più dispendiosa di un pannello fotovoltaico in riferimento all'investimento iniziale, ma costituisce anche un investimento che viene presto ammortizzato.

Tirando le somme, le tecnologie geotermiche sono le più ecologicamente compatibili, probabilmente il meglio per quanto riguarda la possibilità di avere uno sviluppo sostenibile.



modellazione 3d di un impianto geotermico



installazione di una sonda geotermica a spirale

### ***Anche le Winx al caldo col geotermico***

L'insieme delle esperienze condotte in Italia ed in Europa mostra come il modello che si sta delineando è adatto a rispondere maggiormente alle esigenze dei centri urbani; lì i campi di applicazione sono molteplici: abitazioni, impianti industriali, magazzini, serre, scuole, hotel, uffici, palestre, piscine, terreni sportivi in erba. Tra le regioni che si mostrano da tempo particolarmente sensibili alle applicazioni della geotermia ci sono le **Marche**; lì è stata sperimentata con successo una nuova tecnologia per rendere la geotermia alla portata di tutti. Si tratta di una speciale sonda a spirale sviluppata dall'azienda Energy Resources (azienda leader nel campo delle energie rinnovabili) e già brevettata a livello internazionale; la sonda trasporta il calore del sottosuolo per riscaldare gli ambienti (o viceversa per raffreddarli) in modo molto più efficiente delle sonde tradizionali. Rispetto a quella tradizionale, inoltre, la sonda a spirale consente una perforazione più veloce e permette di estrarre maggiore energia termica dal terreno a parità di lunghezza di perforazione. Il sistema funziona come quello tradizionale, sfruttando il sottosuolo

come serbatoio di calore. Nei mesi invernali il calore viene trasferito in superficie; viceversa in estate il calore in eccesso presente negli edifici viene fornito al terreno. In termini di costi ciò si traduce in un **abbattimento del 50% delle spese di impianto** e in un **recupero dell'investimento variabile da 1 a 3 anni**. Il sistema è già stato sperimentato in abitazioni private e in aziende. Tra queste la Rainbow di Loreto, dove nascono, per intenderci le simpatiche fatine *Winx*, tanto amate dai bambini. Un'altra applicazione "intelligente" di questa sonda la troviamo a **Brescia**, dove è stato inaugurato un complesso residenziale *green* ideato per rispondere alle esigenze abitative degli anziani; i 52 alloggi vengono riscaldati in inverno e raffrescati in estate proprio grazie alla sonda della Energy Resources abbinata ad impianti fotovoltaici. L'impianto, è stato calcolato, evita ogni anno l'immissione in atmosfera di 75 tonnellate di anidride carbonica.

### **Le difficoltà**

Nella ricerca si profila una crescita del geotermico dalle 6 alle 9 volte in Italia nei prossimi 10 anni, in presenza di politiche di incentivazione e azioni di sensibilizzazione. Nonostante, però, i risultati delle ricerche geotermiche condotte sul territorio nazionale abbiano messo in luce notevoli potenzialità energetiche, la diffusione dell'uso delle risorse geotermiche a bassa temperatura è ancora ostacolata da problemi di **economicità** – infatti incidono particolarmente i costi di perforazione -. Valutando però i vantaggi che ne otterrebbero l'ambiente e la salute, grazie alla riduzione dell'emissione in atmosfera delle sostanze inquinanti, la geotermia sarebbe una delle fonti energetiche più convenienti. Invece, sulla materia i recenti provvedimenti normativi del governo, come le linee guida sulle rinnovabili e il nuovo conto energia non intervengono affatto e non ci sono incentivi statali a vantaggio del geotermico.



### il potenziale geotermico italiano

A livello europeo, nel percorso di raggiungimento dell'obiettivo 20-20-20 per incrementare le rinnovabili, la geotermia costituisce uno degli elementi trainanti, come dimostrano le politiche di Francia, Germania, Ungheria e Svezia che stanno puntando su questa risorsa. L'Italia ha il dovere di individuare una strada sicura e sostenibile per lo sviluppo della produzione di energia da fonte geotermica.

## 2.3 COGENERAZIONE

La cogenerazione è la produzione combinata di elettricità e calore. Nella cogenerazione le due energie, cioè l'elettricità e il calore, vengono prodotte in cascata, con un unico sistema: ciò permette di realizzare grandi risultati in termini di risparmio energetico e di abbattimento delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera e quindi di contenimento del cosiddetto effetto serra.

Il futuro vedrà il boom della piccola produzione di energia per privati. In Italia è forte il fotovoltaico.

Non si può risolvere un problema con lo stesso modo di pensare che l'ha creato, diceva Albert Einstein. Con il petrolio in corsa verso i 100 dollari al barile, per far fronte a smog ed effetto serra non basta solo sostituire i combustibili fossili, ma conviene ripensare la struttura centralizzata dell'attuale rete di distribuzione dell'energia, incoraggiando la microgenerazione.

Solare, eolico, biomassa e micro-idroelettrico permettono oggi al consumatore non solo di produrre direttamente i Kw che consuma, ma anche di convogliarli nella rete elettrica nazionale generando un reddito nei momenti di picco produttivo o di basso utilizzo. A oggi, per il Gestore dei servizi elettrici (Gse) non ci sono restrizioni sui soggetti che possono conferire energia alla rete elettrica nazionale e la strada della microgenerazione è aperta sia a privati che a Pmi e amministrazioni pubbliche.

Un impianto convenzionale di produzione di energia elettrica ha una efficienza di circa il 35%, mentre il restante 65% viene disperso sotto forma di calore che, normalmente non viene utilizzato. Con un impianto di cogenerazione, invece, il calore prodotto dalla combustione non viene disperso, ma recuperato per altri usi. In questo modo la cogenerazione raggiunge una efficienza superiore al 90%.

### ***La microcogenerazione***



Nella microcogenerazione diffusa il calore viene prodotto ed utilizzato direttamente presso l'utenza che ha installato la centrale di cogenerazione, che in genere autoconsuma anche tutta l'energia elettrica autoprodotta.

Negli ultimi tempi nuove tecnologie e nuove macchine di piccola taglia, già ampiamente testate e collaudate, permettono di realizzare una micro cogenerazione diffusa nel territorio, per rispondere alle esigenze di elettricità e di calore di alberghi, condomini, comunità, grandi edifici civili, ecc.

### ***I vantaggi della microcogenerazione***

Produrre insieme elettricità e calore con la microcogenerazione, direttamente presso l'utenza, in estrema sintesi comporta i seguenti grandi vantaggi:

- risparmiare energia primaria, nell'ordine del 35–40%, diminuendo i costi energetici. Il risparmio energetico, in un paese come l'Italia, grande importatore di energia, è la prima fonte strategica di approvvigionamento;
- salvaguardare l'ambiente, emettendo in atmosfera oltre un milione di tonnellate di anidride carbonica in meno;
- zero perdite di distribuzione calore (utilizzato in loco);
- zero perdite di distribuzione nell'energia elettrica (riversata direttamente nelle linee a Bassa Tensione);
- limitazione delle cadute di tensione sulle linee finali di utenza;

- nessuna necessità di costruire grandi locali appositi;
- limitazione della posa di linee elettriche interrato o tralicci, a parità di risultati. Infine, ma non ultimo, la diffusione di questi impianti ad alto contenuto tecnologico, potrebbe contribuire in misura considerevole alla creazione di nuovi posti di lavoro di elevata professionalità.

Dopo quasi vent'anni dall'entrata in vigore della legge 9/91 (Piano Energetico) si può affermare che la cogenerazione vera (impianti per l'autoconsumo di energia) non ha avuto il successo atteso: sono stati realizzati diverse decine di impianti superiori ad 1 MW elettrico ed alcune centinaia inferiori ad 1 MW. Rispetto al mercato potenziale è ben poca cosa.

La ragione sostanziale di questo parziale insuccesso sta nel fatto che le difficoltà tecniche, economiche e burocratiche, che si incontrano in Italia per immettere in rete l'energia elettrica prodotta con la microcogenerazione diffusa, specialmente nei condomini, sono un ostacolo quasi insormontabile per una ampia diffusione della microcogenerazione nel territorio. Inoltre la cogenerazione non è entrata nel bagaglio culturale degli operatori, dai progettisti agli installatori, agli energy manager, agli stessi utenti.

Un obiettivo delle note di questo Dossier, è appunto quello di accelerare il processo di acculturazione di queste figure, mettendole in condizione di poter utilizzare la cogenerazione nella quotidianità e non come fatto straordinario.

La strada per sviluppare la microcogenerazione nei condomini deve vedere il coinvolgimento fattivo di tutti i soggetti coinvolti, ed in particolare:

- l'Autorità per l'energia deve rapidamente definire un quadro normativo e tariffario che comprenda e disciplini questo caso, nell'ottica di favorirne lo sviluppo;

- l'ENEL dovrebbe essere disponibile a ricomprendere in un solo utente (il condominio) tutti gli attuali clienti dell'edificio condominiale, per la fatturazione dell'energia fornita ed i relativi conteggi di conguaglio;

- l'Amministrazione condominiale dovrà effettuare la ripartizione dei costi fra i condomini, utilizzando i contatori ENEL già esistenti, che funzioneranno come divisionali.

Una volta risolte le questioni suddette, il condominio, dopo aver verificato le condizioni tecnico economiche dell'intervento, per facilitare tutte le operazioni necessarie potrebbe stipulare con una Società di servizi un contratto di servizio energia, che preveda sia la installazione e gestione del cogeneratore, sia la gestione della centrale termica. Tale contratto permetterà altresì di applicare l'aliquota IVA del 10% sul combustibile consumato. La Società sarà intestataria del contratto di fornitura combustibile e del contratto di interconnessione con l'ENEL e fatturerà al condominio il calore prodotto e immesso nella rete, calcolato sulla base delle ore di funzionamento.

L'Amministratore del condominio, sulla base dei sistemi di contabilizzazione del calore già in essere o da installare, provvederà alla suddivisione delle spese fra i condomini secondo i consumi individuali registrati.

## 2.4 BIOMASSE

Per biomasse si intende un insieme di materiali d'origine vegetale, scarti da attività agricole, allevamento o industria del legno riutilizzati in apposite centrali termiche per produrre energia elettrica. Proviamo a stilare una lista delle principali materie prime energetiche da biomasse:

- legname da ardere
- residui agricoli e forestali
- scarti dell'industria agroalimentare
- reflui degli allevamenti
- rifiuti urbani
- specie vegetali coltivate per lo scopo

Trarre energia dalle biomasse consente d'eliminare gli scarti prodotti dalle attività agroforestali e contemporaneamente produrre energia elettrica, riducendo la dipendenza dalle fonti di natura fossile come il petrolio.

**Energia pulita a tutti gli effetti.** La combustione delle biomasse libera nell'ambiente la quantità di carbonio assimilata dalle piante durante la loro crescita e una quantità di zolfo e di ossidi di azoto nettamente inferiore a quella rilasciata dai combustibili fossili.

Le opere di riforestazione in zone semidesertiche permettono di recuperare terreni altrimenti abbandonati da destinare alla produzione di biomasse e indirettamente migliorare la qualità dell'aria che respiriamo. Le piante svolgono infatti l'importante funzione di "polmone verde" del pianeta riducendo l'inquinamento e l'anidride carbonica contenuta nell'aria. Le coltivazioni dedicate esclusivamente a produrre biomasse da destinare alla produzione elettrica non fanno eccezione a questa naturale caratteristica del mondo vegetale.

La Finlandia rappresenta l'esempio più calzante per descrivere l'importanza delle biomasse e le possibilità di utilizzo. Gran parte degli scarti della lavorazione della carta e del legno dell'industria finlandese sono trasferiti alle centrali termiche per produrre energia. Si evita così di stoccare gli scarti in discariche o pagare per il loro incenerimento.

Quello che un tempo era un costo da sostenere si trasforma in un'opportunità da non perdere e da sfruttare per produrre preziosa energia elettrica.

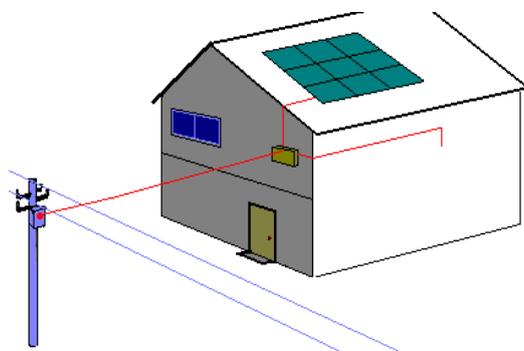
Non va comunque confuso il concetto di biomassa con quello della termodistruzione dei rifiuti. Le biomasse sono esclusivamente scarti d'origine vegetale e non rifiuti delle attività umane. Per ridurre ulteriormente l'impatto ambientale è inoltre necessario che le centrali termiche siano di piccole dimensioni e alimentate con biomasse locali, evitando in questo modo il trasporto da luoghi lontani.

## 2.5 FOTOVOLTAICO

### ***Come funziona un impianto fotovoltaico***

I materiali come il silicio possono produrre energia elettrica se irraggiati dalla luce solare. Una caratteristica fisica che ha consentito negli anni '50 di realizzare la prima cella fotovoltaica della storia dell'uomo. Lo stesso nome "fotovoltaico" esprime in sé tutto il significato della scoperta, foto = luce e voltaico = Alessandro Volta (inventore della batteria).

- I pannelli fotovoltaici sono installati sul tetto della propria abitazione o ovunque ci sia un'esposizione diretta ai raggi solari (es. terrazze, cortili, terreni ecc.).
- La luce solare è trasformata in energia elettrica alternata, usufruibile per tutte le normali attività domestiche.
- L'energia elettrica prodotta dai pannelli in eccesso, rispetto ai consumi, viene venduta alla società elettrica come credito da applicare sulla bolletta elettrica. Questo quadro si è ampliato radicalmente nel 2005, quando l'Italia ha approvato il primo "conto energia" in base al quale chiunque può rivendere l'energia prodotta dai pannelli solari ottenendo in cambio un reddito netto (profitto). Attualmente è concesso al massimo compensare il costo della propria bolletta elettrica.



Le celle fotovoltaiche collegate tra loro formano un modulo fotovoltaico in grado di trasformare la luce solare direttamente in energia elettrica. Un modulo è costituito da 36 celle poste in serie e

consente di produrre una potenza di circa 50 Watt. Ogni singola cella fotovoltaica (FV) può produrre circa 1,5 Watt di potenza a una temperatura standard di 25°C. L'energia prodotta dal modulo prende il nome di potenza di picco (Wp).

La **modularità** dei pannelli fotovoltaici consente una vasta flessibilità di impiego. Le celle possono essere combinate in serie sulla base delle reali esigenze energetiche dell'utenza o sulle caratteristiche della superficie destinata all'impianto.

L'energia elettrica in uscita dal modulo viene passa per dispositivi balance of system per adattare la corrente e trasformarla in corrente alternata tramite il sistema di inverter. L'energia così modificata è introdotta nella rete elettrica per alimentare il consumo di elettricità locale (sistemi isolati in case o imprese) o per essere computata a credito da uno speciale contatore del gestore della rete elettrica.

#### ***COME AVVIENE LA CONVERSIONE DELLA RADIAZIONE SOLARE IN ENERGIA ELETTRICA.***

Fin qui abbiamo descritto gli aspetti pratici. Facciamo adesso un passo indietro per descrivere gli elementi fisici che consentono il funzionamento di un pannello solare. Il flusso luminoso proveniente dal Sole (radiazione solare) investe il materiale semiconduttore del pannello solare, normalmente realizzato utilizzando il silicio. Gli atomi di silicio del pannello solare compongono un reticolato cristallino tridimensionale di forma tetraedrica in cui ognuno di essi mette in comune uno dei suoi quattro elettroni di valenza. L'elettrone in comune è quello con orbita più esterna mediante il quale avviene la conduzione elettrica. Gli altri tre elettroni con orbita più interna sono invece fortemente legati al nucleo dell'atomo e non partecipano alla conduzione. Allo stato normale gli elettroni esterni si trovano in una fase di valenza e non dispongono dell'energia sufficiente per condurre elettricità. Quando ciò si verifica l'elettrone passa dalla banda di valenza a quella di conduzione ed è libero di muoversi all'interno del reticolato grazie alla stretta vicinanza degli altri atomi di silicio. Nel passaggio di banda lascia dietro di sé una lacuna. Il movimento degli elettroni esterni in banda di conduzione e delle relative lacune

continua fin quando è presente l'irraggiamento solare. Per una spiegazione più approfondita sul ruolo dei semiconduttori nelle celle solari dal punto di vista fisico rimandiamo alla pagina in questione, dove abbiamo illustrato il principio fisico in base al quale una cella solare produce energia elettrica quando è sollecitata dalla luce solare.

### ***I SEMICONDUTTORI***

**La differenza con i materiali conduttori e isolanti.** I materiali conduttori possiedono elettroni esterni appartenenti alla stato di valenza e di conduzione. Per questa ragione conducono ottimamente l'elettricità. Le due bande sono sostanzialmente sovrapposte. Al contrario, i materiali isolanti hanno la banda di conduzione molto distante da quella di valenza. Nei **semiconduttori** gli elettroni sono allo stato di valenza (come nei materiali isolanti) ma la distanza con la banda di conduzione è minima. E' quindi possibile che un elettrone esterno passi temporaneamente dalla banda di valenza a quella di conduzione. Ciò avviene quando l'elettrone è investito da un flusso luminoso in grado di liberare gli elettroni più esterni. Per ogni elettrone passato alla banda di conduzione si lascia libera una lacuna nella banda di valenza. Come l'elettrone nella banda di conduzione anche la lacuna tende a spostarsi nella banda di valenza per effetto del campo elettrico comportandosi come una carica positiva.

Dal punto di vista sociale. Gli impianti fotovoltaici riducono la domanda di energia da altre fonti tradizionali contribuendo alla riduzione dell'inquinamento atmosferico (emissioni di anidride carbonica generate altrimenti dalle centrali termoelettriche). L'emissione di anidride carbonica "evitata" ogni anno è facilmente calcolabile. E' sufficiente moltiplicare il valore di energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico per il fattore del mix elettrico italiano (0,531 Kg Ci<sub>2</sub>/kWhel).

Es.  $1000 \text{ kWhel/kWp} \times 0,531 \text{ Kg} = 531 \text{ Kg Co}_2$

Moltiplicando poi l'anidride carbonica "evitata" ogni anno per l'intera vita dell'impianto fotovoltaico, ovvero per 30 anni, si ottiene il vantaggio sociale complessivo. Nel precedente esempio, l'impianto

fotovoltaico durante la sua vita "evita" la produzione di 15.930 Kg di CO<sub>2</sub> e facilita il rispetto del Protocollo di Kyoto.

L'impatto sul paesaggio. La modularità dei pannelli solari consente di integrare i moduli sulle superfici esistenti delle abitazioni, normalmente sui tetti. L'impatto ambientale e paesaggistico è pertanto nullo.

### ***Celle solari flessibili***

Le innovazioni previste per i futuri impianti solari sono numerosissime, da celle solari biodegradabili o sottili quanto un foglio di carta, fino ad arrivare a pannelli solari integrati direttamente sul tetto dei futuri edifici europei; quella che arriva dal centro di ricerca della Cornell University è un'ulteriore novità, si tratta di celle solari flessibili.

Lo scopo di questa "invenzione" è quello di ottenere un prodotto finito dalla forma leggera, flessibile e altamente efficiente e, dato i mezzi impiegati, le celle solari ottenute saranno poco costose. La scoperta è stata messa a punto dal gruppo di ricercatori di Ditchtel, del Dipartimento di Chimica e Biologia Chimica dell'università di Cornell, New York.

Il processo di produzione impiegato dal gruppo di Ditchtel è piuttosto semplice: utilizzando molecole coloranti - diffusissime per la produzione dei blue jeans e dell'inchiostro per le penne -, è possibile costruire delle celle versatili e sicuramente economiche. La scoperta è stata riportata per prima dalla rivista Nature Chemistry, che spiega in dettaglio la strategia di produzione: utilizzando molecole di colorante organico, è possibile assemblare una struttura quadrata, detta "COF" (quadro organico covalente). Questo materiale organico potrà dare vita a dispositivi fotovoltaici a basso costo, l'unica difficoltà da affrontare è la necessità di rendere stabile il prodotto finito.

## **2.6 SOLARE TERMICO**

Un pannello solare termico (o collettore solare) è composto da un radiatore in grado di assorbire il calore dei raggi solari e trasferirlo al serbatoio di acqua. La circolazione dell'acqua dal serbatoio al rubinetto domestico è realizzata mediante circolazione naturale o forzata, in quest'ultimo caso il pannello solare integra una pompa idraulica con alimentazione elettrica.

In Italia godiamo di un'insolazione media di 1500 kWh/m<sup>2</sup> ogni anno. Anche ipotizzando un rendimento medio dei pannelli solari termici, 160.000 mq di pannelli solari installati in una qualsiasi regione italiana farebbero risparmiare in bolletta circa 8 milioni di metri cubi di metano altrimenti utilizzati per alimentare le caldaie a gas o circa 80 Gwh di energia elettrica degli scaldabagno elettrici.

### **QUANTO TEMPO OCCORRE PER RISCALDARE L'ACQUA**

Un pannello solare termico impiega circa 10 ore per riscaldare l'acqua del serbatoio. Il periodo di tempo necessario è fortemente variabile in base all'esposizione solare, alla stagione, alle condizioni meteorologiche e alla latitudine. Quando il cielo è coperto e in inverno il rendimento dei pannelli solari cala dagli 80° ai 40°. Nelle ore notturne è soltanto possibile utilizzare l'acqua riscaldata precedentemente nelle ore del giorno. Una volta esaurita occorrerà attendere di nuovo il sorgere del giorno e le ore necessarie per riscaldare nuovamente l'acqua. Per queste ragioni è consigliabile abbinare il pannello solare termico a una caldaia a gas.

### **QUANTI PANNELLI SOLARI SONO NECESSARI PER RISCALDARE L'ACQUA**

Il numero dei pannelli solari termici determinato dalle esigenze dell'utenza e dal clima del luogo. Un pannello termico della dimensione di un metro quadro riesce a soddisfare in media 80-130 litri d'acqua calda al giorno alla temperatura media di 40°. Il consumo medio di acqua calda per persone è di circa 30-50 litri al giorno, pertanto un metro quadro di pannello dovrebbe soddisfare le esigenze d'acqua calda di 1-2 persone.

### I PANNELLI DI NOTTE E NELLE GIORNATE DI MALTEMPO

Le principali domande di chi si interessa per la prima volta ai pannelli solari termici termici sono del tipo: "e quando piove? quando è nuvoloso? di notte?". La tecnologia ha superato da tempo questi handicap. L'acqua sanitaria riscaldata viene mantenuta in serbatoi coibentati per garantire un'autonomia per molte ore. Non si spiegherebbe altrimenti perché molti paesi europei con un livello di insolazione molto inferiore all'Italia abbiano già investito nei pannelli solari termici ...molto più del nostro paese del sole! I pannelli solari, o collettori termici, sono diventati una realtà di tutti i giorni in Germania e in Austria dove la superficie occupata dai pannelli solari termici molto più grande di quella occupata attualmente in Italia. Un altro paese europeo molto avanti in questo ambito è la Grecia.

### I PANNELLI SOLARI E LA CALDAIA

I pannelli solari termici non sono un sostituto della caldaia ma un sistema complementare per ridurre il consumo di gas necessario per il riscaldamento dell'acqua sanitaria. Anche in presenza di pannelli solari termici quindi opportuno far installare una caldaia a gas o uno scaldabagno elettrico. In molti casi è possibile collegare in serie il pannello solare e la caldaia in modo da far lavorare di meno quest'ultima e risparmiare sul consumo di gas. Quest'ultima soluzione garantisce la produzione d'acqua calda in qualsiasi momento e di fronteggiare qualsiasi situazione d'emergenza.

### COSTO DEI PANNELLI

La crescita del mercato europeo del solare sta contribuendo a un rapido abbattimento dei prezzi d'acquisto dei pannelli tramite la spinta della concorrenza tra imprese produttrici e installatrici. Il prezzo può variare sensibilmente in base alla tecnologia dei pannelli. Vedi videolezione "quanto costa un collettore solare (pannello solare termico)".

#### ***Pannelli solari vetrati***

I **pannelli solari vetrati** sono composti da un serbatoio ad accumulo di acqua (o aria) e dal pannello stesso. Il vetro protegge il radiatore interno. La sua trasparenza consente alla luce di entrare nella parte interna del pannello dove i raggi infrarossi sono trattiene

per agevolare il riscaldamento del liquido collegato con il serbatoio dell'acqua. La capacità di trattenere i raggi infrarossi in un pannello determina in modo diretto il suo rendimento. Così come la distanza tra il pannello e il serbatoio può influire sul rendimento del pannello per via della dispersione di calore durante il percorso. Per ottenere il massimo rendimento, e nel caso in cui l'area in cui è collocato il pannello goda di buona insolazione, è consigliabile optare per i **pannelli solari integrati**, dotati di serbatoio di accumulo integrato con il pannello stesso. Prima di installare un pannello solare con serbatoio integrato è però necessario verificare che il tetto regga abbondantemente il peso del serbatoio a pieno carico.

I **pannelli solari sottovuoto** offrono rendimenti superiori rispetto ai pannelli solari vetrati. I tubi di vetro sottovuoto che li compongono impediscono la cessione e la dispersione del calore. Sono pertanto indicati per garantire buone prestazioni anche in condizioni climatiche molto rigide. Il costo dei pannelli solari sottovuoto è superiore a quello dei pannelli vetrati.

I **pannelli solari scoperti** sono la soluzione più economica in commercio per il riscaldamento dell'acqua tramite l'energia solare. Il pannello è costituito da un radiatore privo di vetro e l'acqua passa direttamente all'interno i tubi del pannello stesso, dove viene riscaldata direttamente dai raggi solari prima di essere utilizzata. Il prezzo dei pannelli solari scoperti è più basso rispetto al modello vetrato ma anche i rendimenti sono più bassi. Sono indicati soprattutto per il riscaldamento d'acqua delle piscine o delle docce degli stabilimenti balneari e dei campeggi. Non essendo coibentati i pannelli scoperti lavorano a temperatura ambiente, sono quindi utilizzabili soltanto nei mesi estivi.

## **2.7 SOLARE TERMODINAMICO**

### **NUOVA TECNOLOGIA SOLARE TERMODINAMICA**

Un impianto solare termodinamico, anche noto come impianto solare a concentrazione, è una tipologia di impianto elettrico che sfrutta la componente termica dell'energia solare per la produzione di energia elettrica. Deve il suo nome al fatto che, oltre alla captazione di energia solare già presente nei comuni impianti solari termici, aggiunge un ciclo termodinamico (Ciclo Rankine) per la trasformazione dell'energia termica in energia elettrica tramite turbina a vapore come anche avviene nelle comuni centrali termoelettriche.

A differenza dei comuni pannelli solari termici per la generazione di acqua calda a fini domestici (con temperature inferiori a 95 °C), questa tipologia di impianto genera medie ed alte temperature (fino a 600 °C) permettendone l'uso in applicazioni industriali come la generazione di elettricità e/o come calore per processi industriali (cogenerazione).

La grande rivoluzione rispetto alle altre comuni e già affermate tecnologie solari (solare termico e fotovoltaico) è la possibilità di produzione energetica anche in periodi di assenza della fonte energetica primaria ovvero l'energia solare durante la notte o con cielo coperto grazie alla possibilità di accumulo del calore in appositi serbatoi.

In ingegneria energetica un impianto solare termodinamico, anche noto come impianto solare a concentrazione, è una tipologia di impianto elettrico che sfrutta, come fonte energetica primaria, la componente termica dell'energia solare per la produzione di energia elettrica.

Deve il suo nome al fatto che, oltre alla captazione di energia termica solare già presente nei comuni impianti solari termici, aggiunge un ciclo termodinamico (Ciclo Rankine) per la trasformazione dell'energia termica in energia elettrica tramite turbina a vapore e alternatore come avviene nelle comuni centrali termoelettriche.

## SOLARE TERMODINAMICO

Nella categoria del “solare termodinamico” rientrano una serie di soluzioni tecnologiche che sfruttano la radiazione solare per produrre energia elettrica.

A differenza del solare fotovoltaico, che trasforma direttamente la radiazione solare in energia elettrica, nel caso del termodinamico la radiazione viene concentrata e utilizzata per riscaldare un fluido termovettore (olio minerale, sali fusi, gas, ecc.), che a sua volta produce energia meccanica, solitamente tramite turbine, e quindi energia elettrica.

Le prime vere sperimentazioni sul solare termodinamico hanno avuto inizio a partire dagli anni 70 del secolo scorso. A partire dal 1981, nel deserto californiano del Mojave sono stati realizzati diversi impianti commerciali, per un totale installato di 354 MW elettrici.

Questi impianti, realizzati con la tecnologia dei collettori parabolici lineari, hanno dato buoni risultati in termini sia di prestazioni che di costi dell'energia prodotta. Per i 5 impianti californiani tuttora in funzione, con potenza di 30 MWe ciascuno, si è calcolato un costo del kWh elettrico pari a circa 12-14 cent USD.

Le tre principali tecnologie solari termiche per la produzione di elettricità sono:

- Sistemi a collettori parabolici lineari
- Sistemi a torre centrale
- Sistemi dish-stirling

Tra queste opzioni tecnologiche del solare termodinamico, i sistemi a collettori parabolici lineari sono quelli con la maggiore maturità commerciale.

Ricordiamo che l'energia elettrica prodotta da solare termodinamico beneficia di uno specifico "**conto energia**", che consiste nell'erogazione di una tariffa incentivante aggiuntiva rispetto ai proventi derivanti dalla

vendita dell'elettricità. Questo conto energia incentiva anche gli impianti ibridi, prevedendo tariffe differenziate a seconda della frazione coperta dalla fonte solare. Tutte queste novità sono state introdotte dal Dm 11 aprile 2008 (vedi voce corrispondente nel menu di destra) e attuate dalla delibera 95/08 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas.

#### Sistemi a collettori parabolici lineari

Si tratta di impianti formati da lunghe file di collettori riflettenti di forma parabolica. I collettori riflettono la luce del sole, concentrandola su un tubo ricevitore in vetro e acciaio, all'interno del quale scorre un fluido termovettore (olio minerale o sali fusi).

Al di là delle diverse soluzioni tecniche, si possono individuare le principali fasi di funzionamento di un impianto solare termodinamico a collettori parabolici lineari:

- la radiazione solare viene riflessa dai collettori e concentrata sul tubo ricevitore
- il fluido termovettore all'interno del tubo ricevitore si scalda, convertendo così la radiazione solare in energia termica
- l'energia termica viene trasportata ed eventualmente accumulata
- l'energia termica, trasformata in vapore mediante uno scambiatore di calore, viene utilizzata per alimentare un ciclo a vapore per la produzione di energia elettrica



Il fluido termovettore è normalmente un olio minerale, che si scalda fino a raggiungere temperature vicine ai 400 °C. Negli impianti in ogni caso può essere presente un sistema ausiliario integrativo, per dare continuità alla produzione di energia anche in caso di scarsità o assenza prolungata di radiazione solare.

Si tratta di impianti che possono raggiungere notevoli potenze elettriche, da 30 fino anche a 80 MW.

Una variante della tecnologia a collettori parabolici lineari è quella dei concentratori lineari Fresnel, ad oggi ancora in fase di sperimentazione. Diversamente dai collettori parabolici lineari, il movimento riguarda solo il concentratore mentre il tubo ricevitore è fisso. Con il ricevitore fisso, si può evitare la realizzazione di sistemi flessibili per il collegamento tra i singoli collettori e tra questi e le tubazioni della rete di distribuzione.

Il programma ENEA per il solare termodinamico

A partire dal 2001, l'ENEA ha avviato un ambizioso programma di ricerca, mirato a introdurre diverse innovazioni nella tecnologia a collettori parabolici lineari.

Rispetto alla tecnologia convenzionale, le novità sperimentate dall'ENEA riguardano:

- l'utilizzo di una miscela di **sali fusi** come fluido termovettore

Si tratta dell'aspetto tecnico più rivoluzionario. Attualmente, gli impianti utilizzano come fluido termovettore un olio minerale che raggiunge temperature non superiori ai 390 °C. Questo fluido presenta diversi svantaggi, in termini di costi, di rischi di infiammabilità e di impatto ambientale. I sali fusi, invece, hanno il vantaggio di lavorare ad altissime temperature, comprese tra 290 e 550 °C, senza rischi per l'ambiente e con costi ridottissimi.

- l'utilizzo di un sistema di **accumulo** molto **efficiente**

Accumulare il calore prodotto è indispensabile per assicurare continuità nell'erogazione di energia, di notte e in caso di prolungata scarsità di radiazione solare. L'Enea ha sviluppato un sistema di accumulo particolarmente efficiente, che nel corso di 24 ore giorno disperde appena l'1% dell'energia termica accumulata. Grazie alle alte temperature raggiungibili con i sali fusi, si è calcolato che bastano 5 m<sup>3</sup>

di sali fusi per accumulare una quantità di calore sufficiente a produrre un MWh di energia elettrica.

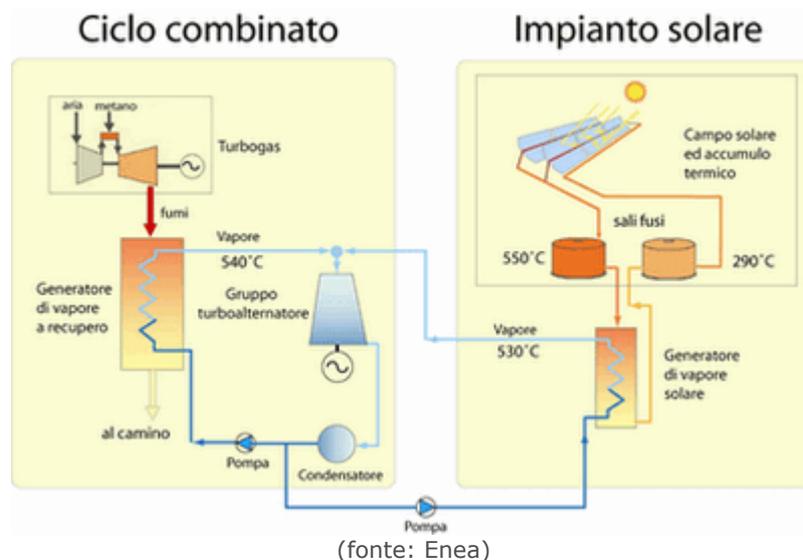
- l'utilizzo di un **nuovo collettore solare**

L'Enea ha sviluppato dei pannelli riflettenti di grandi dimensioni, facili da assemblare e caratterizzati da elevate prestazioni ottiche.

- l'utilizzo di un **nuovo tubo ricevitore**

L'Enea ha sviluppato un particolare rivestimento selettivo, applicato sulla parte esterna del tubo ricevitore, indispensabile per raggiungere le alte temperature di esercizio (fino a 550 °C) con i sali fusi.

La ricerca dell'Enea dovrebbe concretizzarsi con l'entrata in funzione, nel 2010, della centrale "Archimede" di Priolo Gargallo (SR). Il progetto Archimede prevede l'integrazione tra un impianto solare a collettori parabolici lineari con potenza di 20 MWe, dotato di tutte le innovazioni tecnologiche ideate dall'Enea, e un impianto termoelettrico (esistente) a ciclo combinato.



Il principale vantaggio di questo tipo di impianti, di cui Archimede rappresenterebbe il primo esempio a livello mondiale, consiste nella possibilità di utilizzare le infrastrutture e le installazioni proprie della centrale convenzionale esistente. In questo modo, la gran parte dell'investimento può essere concentrata sui componenti dell'impianto solare, limitando al massimo le spese per gli interventi infrastrutturali.

### **Sistemi a torre centrale**

Nei sistemi a torre centrale, si utilizzano centinaia di grandi specchi riflettenti (i cosiddetti "eliostati"), che seguono il movimento del sole e

concentrano la luce solare su un ricevitore posto sulla sommità di una torre, a decine o anche centinaia di metri di altezza. Gli eliostati, di grandi dimensioni (oltre 100 m<sup>2</sup>), sono disposti a cerchio o a emiciclo intorno alla torre.

All'interno del ricevitore, che è una sorta di grande caldaia, un fluido termovettore (aria, acqua o sali fusi) viene portato ad altissime temperature, producendo così il vapore necessario ad alimentare una turbina per la produzione di energia elettrica.



Nel corso dei primi anni 80, venne realizzato nel deserto californiano il primo impianto dimostrativo a torre centrale: il *Solar One*, con una potenza elettrica di 10 MW. Nel 1995, l'impianto *Solar One* venne ripensato e modificato in molti aspetti, prendendo il nome di *Solar Two* e rimanendo in attività fino al 1999.

E' proprio sulla scia di questi primi incoraggianti esperimenti, che ora in molte parti del mondo (Spagna, Stati Uniti, ecc.) diversi impianti a torre sono in fase di progettazione o di realizzazione.

In ogni caso, nonostante abbia dimostrato una piena fattibilità tecnica, si tratta di una tecnologia che a differenza dei sistemi a collettori parabolici non viene considerata ancora pienamente matura dal punto di vista commerciale.

#### Sistemi dish-stirling

Si tratta di sistemi formati da un grande paraboloide riflettente, che insegue il movimento del sole e concentra la radiazione su un ricevitore

montato sul punto focale. Il ricevitore consiste in un particolare motore a combustione esterna: il motore stirling.

Il motore stirling ha la caratteristica unica di funzionare con qualsiasi fonte di calore, grazie all'utilizzo di gas a ciclo chiuso, che non scambiano con l'esterno. Il motore stirling trasforma l'energia termica in energia meccanica, con il movimento dei pistoni, e quindi in energia elettrica mediante un alternatore. I principali benefici dei motori stirling consistono nell'assenza di emissioni e nel funzionamento silenzioso.

I sistemi dish-stirling sono particolarmente efficienti, poiché hanno un fattore di concentrazione superiore a qualsiasi altra tecnologia solare e pari a oltre 2.000 soli. Questo significa che, sul punto focale, viene concentrata una quantità di radiazione solare pari a quella emessa da 2.000 soli.



A titolo indicativo, su un disco di 10 m<sup>2</sup> di diametro può essere installato un motore stirling con potenza elettrica di circa 25 kW. Per motivi di tipo economico, normalmente le dimensioni e le potenze installate non sono superiori a queste cifre. Quindi, a differenza dei sistemi a torre e di quelli a collettori parabolici, i sistemi dish-stirling sono ideali per la produzione decentrata di energia, anche per l'alimentazione di utenze isolate dalla rete elettrica. Possono in ogni caso essere installati in serie, raggiungendo così notevoli potenze elettriche.

Si tratta di una tecnologia ancora poco diffusa, ma che già oggi assicura ottime prestazioni e costi di produzione dell'energia elettrica competitivi con quella prodotta da fotovoltaico.

## **CARATTERISTICHE**

A differenza dei comuni pannelli solari termici per la generazione di acqua calda a fini domestici (con temperature inferiori a 95 °C), questa tipologia di impianto genera medie ed alte temperature (600 °C e oltre) permettendone l'uso in applicazioni industriali come la generazione di elettricità e/o come calore per processi industriali (cogenerazione).

La grande rivoluzione rispetto alle altre tecnologie solari (solare termico e fotovoltaico) è però la possibilità di produzione di elettricità anche in periodi di assenza della fonte energetica primaria durante la notte o con cielo coperto da nuvolosità grazie alla possibilità di accumulo del calore in appositi serbatoi, ponendo almeno parziale rimedio ai limiti fisici di continuità imposti da tale tipo di fonte energetica.

Si tratta dunque di una tecnologia energetica alternativa e rinnovabile rispetto a quelle tradizionali basate su combustibili fossili e nucleari, il cui principio di funzionamento ha lontane origini storiche essendo fatta risalire a più di 2 millenni fa all'idea di Archimede sugli specchi ustori.

## **TIPI DI FUNZIONAMENTO**

Questo tipo di impianto è formato da specchi parabolici - che ruotano su un solo asse - che riflettono e concentrano la luce diretta del sole su un tubo ricevitore posto nel fuoco del paraboloide.

Dentro il tubo scorre un fluido (detto fluido termovettore perché adatto ad immagazzinare e trasportare calore), che assorbe l'energia e la trasporta in un serbatoio di accumulo, necessario se si vuole supplire ai momenti di scarsa o nulla insolazione (come la notte). Per esempio nella centrale

sperimentale Archimede di Priolo l'accumulo termico è sufficiente per coprire la produzione elettrica per 8 ore in assenza di sole [1].

L'accumulo è in contatto termico con uno scambiatore di calore, che attraverso una caldaia genera vapore; questo viene utilizzato per muovere delle turbine collegate a loro volta a degli alternatori (il complesso turbina-alternatore è detto anche turboalternatore) per produrre così corrente elettrica.

Il fluido termovettore può essere olio diatermico (centrali di 1<sup>a</sup> generazione) oppure, secondo gli sviluppi di questi ultimi anni, una miscela di sali che fondono alle temperature di esercizio della centrale e per questo detti sali fusi (centrali di 2<sup>a</sup> generazione).

La temperatura più alta raggiunta dai sali fusi (anche fino a 550 °C) rispetto all'olio diatermico consente una migliore resa energetica finale grazie alla possibilità di accoppiamento con centrali a recupero di calore dai fumi di scarico, più efficienti delle centrali standard e che lavorano a temperature più alte.

Con l'utilizzo di miscele a sali fusi è possibile inoltre migliorare la capacità di accumulo termico dell'impianto, prolungandone la produttività anche fino ad alcuni giorni senza esposizione al sole.

Una volta "catturata" l'energia del Sole (sorgente) il processo di produzione ovvero conversione in energia elettrica è quindi del tutto analogo a quanto avviene in una comune centrale termoelettrica.

In generale si possono definire un'efficienza di captazione del calore da parte degli specchi rispetto all'energia solare totale incidente (1° conversione), un'efficienza nel trasporto del calore nel tubo centrale, un'efficienza nell'accumulo di calore nel serbatoio di accumulo, un'efficienza di conversione del calore accumulato in energia elettrica (2° conversione) (sempre minori dell'unità per via di inevitabili perdite) e un'efficienza totale del totale rispetto alla fonte primaria di energia che si ottiene come prodotto delle varie efficienze precedenti.

Gli specchi concentratori sono completamente automatizzati in modo da inseguire costantemente il Sole nel suo moto apparente in cielo (sono detti per questo eliostati), massimizzando così la resa di captazione solare durante l'intero arco della giornata. In caso di forte vento è previsto

l'abbassamento verso terra degli specchi in modo da evitare rotture, posizione utilizzata anche per pulire gli specchi.

## **IMPIANTO A TORRE CENTRALE**

Esistono anche centrali solari con un sistema di specchi riflettenti indipendenti che inseguono il sole e concentrano i suoi raggi su un ricevitore fisso posto alla sommità di una struttura a torre posta al centro dell'impianto. In questo caso si parla di impianto a torre centrale o centrale solare a torre. Nel ricevitore al vertice della torre scorre il fluido termovettore che trasferisce il calore a un generatore di vapore, che alimenta un turboalternatore. Con questo sistema si possono raggiungere fattori di concentrazione, e quindi temperature, superiori rispetto ai collettori parabolici lineari.

## **VANTAGGI E SVANTAGGI**

Secondo il fisico italiano Rubbia un ipotetico quadrato di specchi di 40 000 km<sup>2</sup> (200 km per ogni lato) basterebbe per sostituire tutta l'energia derivata dal petrolio prodotta oggi nel mondo, mentre per alimentare un terzo dell'Italia basterebbe un'area equivalente a 15 centrali nucleari: vasta, in pratica, quanto il Grande Raccordo Anulare[1].

Il vantaggio riscontrabile nell'immediato rispetto ad un tradizionale impianto fotovoltaico consiste in una produzione di energia più uniforme nel tempo causa lo sfruttamento indiretto dell'energia solare anche di notte o in caso di cattivo tempo fino ad alcuni giorni grazie al sistema di accumulo del fluido termovettore e all'alta temperatura raggiungibile dai sali fusi (circa 550 °C). Per far fronte ai periodi di scarso soleggiamento, specialmente nel periodo invernale e per impianti di grossa potenza, si è pensato di abbinare a questo tipo di impianti solari, dei sistemi di combustione tradizionali con cui poter mantenere la temperatura dei sali fusi oppure, come ad esempio nel

caso del progetto Archimede, integrando l'impianto solare termodinamico con un impianto termoelettrico a ciclo combinato alimentato a metano. Un problema che presentano questo tipo di impianti e più in generale i sistemi energetici che sfruttano l'energia solare, sono le notevoli superfici libere da occupare in rapporto alla produzione elettrica. Ad esempio un impianto da circa 40 MW nominali di potenza elettrica in una zona con un DNI (Direct Normal Irradiance) attorno a 1800 kWh/m<sup>2</sup>anno (Sicilia), occupa circa 120 ettari di superficie.

Il problema della disponibilità dello spazio potrà essere superato costruendo gli impianti solari nel Sud Italia, che dispone di molte zone utilizzabili, come testimoniano i progetti già avviati[2].

Seguendo questa linea si è pensato anche alla costruzione di mega centrali solari-termodinamiche nelle aree desertiche del Nord Africa, in seguito ad accordi internazionali con Libia e Marocco (Progetto Desertec), laddove la disponibilità di spazio e condizioni climatiche relative all'insolazione media annua del tutto ottimali creerebbero situazioni particolarmente favorevoli alla produzione su vasta scala di energia elettrica: sembra che tale soluzione, unita alla realizzazione di reti di distribuzione elettrica a "corrente continua" e bassa perdita, possa arrivare a soddisfare anche l'intero fabbisogno energetico europeo.

Attualmente il "costo per kilowattora" dell'energia prodotta con tale tecnologia è superiore di 5 o 6 volte a quello di altre fonti come dichiarato dall'amministratore delegato dell'ENEL Contisenza fonte, tuttavia si ritiene che i costi scenderebbero inizialmente lievemente e poi forse in maniera decisa, una volta avviata una produzione di massa di questi sistemi ovvero con quella che in gergo tecnico-economico si chiama "regime di economia di scala". Essendo una tecnologia relativamente nuova ed emergente non può però vantare ancora una piena maturità a livello commerciale rispetto ad altri sistemi di produzione energetica già testati e affermati da tempo.

Un altro svantaggio è che un siffatto sistema di produzione di energia, se fortemente centralizzato, risulterebbe facilmente soggetto ad attacchi di tipo terroristico, in quanto, vista la superficie occupata, non potrebbe essere sorvegliato come accade con impianti di altro tipo. Tale obiezione appare però piuttosto strumentale, visto che l'attuale approvvigionamento

energetico si basa su un sistema di poche, grandi centrali, e quindi soggette allo stesso tipo di rischi di sabotaggio. Anzi, una centrale di questo tipo, proprio grazie alla sua struttura, sarebbe molto più veloce e più economica da riparare rispetto ad una comune centrale a turbogas.

Qualcuno ritiene che la scalabilità di tali sistemi sia scarsa, senza pensare però che in zone desertiche "aggiungere" altre file di specchi a un impianto già esistente sarebbe decisamente più economico che aggiungere un nuovo generatore a una centrale a combustibile fossile. Nonostante queste limitazioni si ritiene tuttavia che tali sistemi rappresentino comunque una svolta o un miglioramento sensibile all'interno del panorama di produzione energetico da fonte solare, la fonte primaria di energia sulla Terra.

## **DIFFUSIONE**

Questa tipologia di centrali è utilizzata da anni negli Stati Uniti. Il Solar-1 fu un progetto pilota, costruito nel deserto del Mojave, a est di Barstow in California. Solar-1 fu completato nel 1981, e fu operativo dal 1982 sino al 1986. Fu distrutto da un incendio che mandò a fuoco l'olio su cui i raggi del sole venivano concentrati. Seguì un Solar-2 sempre in California. Dal 1985, il cosiddetto SEGS è operativo in California; è costituito da 9 impianti per una capacità totale di 350 MW. Un nuovo impianto è il Nevada Solar One, con una capacità di 64 MW.

Negli ultimi anni in Spagna è stata autorizzata la costruzione di alcune centrali di questo tipo. Andasol 1 è stata da poco ultimata e sono in costruzione due centrali gemelle Andasol 2 e Andasol 3, tutte con una capacità di 50 MW.

[modifica]In Italia

Nel 2005, Carlo Rubbia, premio Nobel per la fisica, lasciò la presidenza dell'ENEA, in un periodo di contrasti con quanti non erano disposti a finanziare il solare termodinamico a concentrazione [3].

Nel dicembre 2007, il secondo Governo Prodi ha approvato un piano industriale per costruire dieci centrali da 50 MW nel sud Italia.[4]

Nel marzo 2008, il governo ha ricevuto il parere favorevole della Conferenza Stato-Regioni per avviare questa anche nel resto del territorio nazionale.[5] Nel progetto Archimede dell'ENEA, sviluppato in collaborazione con l'ENEL e fortemente sponsorizzato dal premio Nobel Carlo Rubbia[6], come fluido termovettore venne usata una miscela di sali fusi (60% di nitrato di sodio e 40% di nitrato di potassio) che permette un accumulo in grandi serbatoi di calore e una temperatura di esercizio molto elevata (fino a 550 °C) aumentando l'efficienza dell'impianto.[7]. L'uso di sali fusi come fluido di scambio termico compare anche nel progetto di nuovi sistemi che condividono la necessità di liquidi di conduzione ad alta temperatura come i reattori a fissione di IV Generazione ed i reattori nucleari a fusione.[8] fonte primaria che non contiene il paragone con il solare. È bene sottolineare che però questa è solo una coincidenza: l'utilizzo di sodio per il raffreddamento dei reattori a fissione, ad esempio del tipo SFR, risponde alla necessità di una moderazione più efficace dei neutroni ed evitare i rischi legati all'utilizzo dell'acqua a temperature dell'ordine del centinaio di gradi. A queste temperature infatti l'acqua si dissocia in idrogeno e ossigeno, entrambi gas con elevata attitudine esplosiva: tale dissociazione è evitabile solo mantenendo adeguatamente pressurizzata l'acqua, operazione economicamente costosa.

Nel luglio 2009 il Senato Italiano ha approvato una mozione decisamente critica riguardo al solare termodinamico, ritenuta una fonte non completamente ecologica in quanto necessita di essere combinata a fonti non rinnovabili che ne garantiscano il funzionamento anche in assenza di sole, e poco efficiente sotto diversi punti di vista anche in confronto con la nuova politica di rilancio del nucleare.[9] Lo stesso presidente dell'ENEA Luigi Paganetto ha dichiarato "Ritengo singolare che questo accada, perché sul solare termodinamico siamo leader del mondo"[10].

Il 15 luglio 2010 è stata inaugurata dall'ENEL a Priolo Gargallo in provincia di Siracusa la prima centrale termodinamica italiana da 5 MW costata 60 milioni di euro (Progetto Archimede). Lo scopo principale di questo progetto è di tipo dimostrativo e vuole sottolineare la grande potenzialità del solare termodinamico applicato alle centrali a turbo gas al fine di migliorarne l'efficienza

## SOLARE TERMODINAMICO: cos'è ?



La differenza fra il **solare termodinamico** e un normale impianto **fotovoltaico**, è simile all'effetto che potremmo ottenere se a Capodanno faremmo scoppiare una piccola **bomba atomica** fatta in casa invece di un normale petardo.

Metafore a parte, si tratta di una vera rivoluzione, basata su principi già noti ad Archimede di Siracusa (e non il disneyano Pitagorico!). L'idea è quella di **concentrare l'energia solare** tramite un sistema di **specchi**, riscaldando un **fluido**, fino a portarlo a temperature decisamente elevate, superiori ai **500 °C**. Questo fluido viene poi utilizzato per azionare una **turbina** che a sua volta **produce elettricità**.



Il **vantaggio** del **solare termodinamico a concentrazione** risiede nei **costi**, in quanto i materiali utilizzati per concentrare i raggi solari sono degli **specchi**, decisamente meno costosi degli elementi di silicio utilizzati nei normali impianti fotovoltaici. Gli impianti termodinamici hanno tuttavia un'altra particolarità: possono **funzionare anche di notte**. Il fluido riscaldato infatti può venire immagazzinato per essere utilizzato successivamente per alimentare le turbine durante tutto l'arco delle ventiquattr'ore.

Riassumiamo dunque i **vantaggi**:

- utilizza una fonte energetica gratuita;
- non produce scorie;
- non inquina;
- impiega materiali poco costosi;
- produce energia elettrica quando serve;
- non intacca la bilancia dei pagamenti;
- ci libera da ingerenze politiche di altri paesi.

Gli **svantaggi**:

nessuno.

## FOTOVOLTAICO O SOLARE TERMODINAMICO?

In questi giorni mi capita di leggere messaggi sui news group e articoli in giro sulla rete, nei quali viene descritta la tecnologia del solare termodinamico in un insieme di tematiche interdisciplinari che coinvolgono problematiche che vanno dal tecnico al politico, dal costume all'ambiente ecc.ecc.



Una sorta di calderone nel quale si trova un po' di tutto, dalla "cacciata" di Rubbia dall'Enea ai presunti motivi politici che l'hanno determinata, dalle qualità enormi di una tecnologia presentata come soluzione a tutti i problemi energetici del mondo, rispetto a tecnologie alternative come il nucleare o il fotovoltaico descritte come inadeguate , ecc. ecc.

Si tratta di problemi vasti e diversi che hanno sicuramente dei punti in comune tuttavia aggregarli in questo modo polemico e così stretto, non serve sicuramente a spiegare in modo razionale nessuno di essi. Per fare un esempio non serve attribuire doti esagerate alla tecnologia del solare termodinamico o peggio denigrare qualche altra tecnologia alternativa, per difendere le qualità indiscutibili del nostro Rubbia e l'inopportunità di aver perso la probabile leadership mondiale per questa tecnologia.

In questo articolo vengono descritte le peculiarità del solare termodinamico e viene fatto un confronto fra le caratteristiche che offre questa tecnologia rispetto a quelle della sua più somigliante rappresentata dal fotovoltaico.

Nel solare termodinamico viene utilizzata l'energia solare per riscaldare un fluido e produrre vapore; il vapore potrà poi essere utilizzato per produrre energia elettrica tramite delle turbine seguendo il flusso comune a una normale centrale termoelettrica a combustibile fossile.

L' energia elettrica rispetto al fotovoltaico è prodotta così per via indiretta. La capacità di conversione termica dell'energia solare avviene notoriamente con un rendimento molto superiore alla conversione diretta in energia elettrica, inoltre tale metodo di produzione elimina completamente l'uso del costosissimo silicio necessario nella conversione fotoelettrica. È supponibile che queste ragioni determinano già abbondantemente la superiorità di questo sistema di produzione dell'energia elettrica dal sole e invece, come vedremo più avanti, queste ragioni sono incredibilmente a vantaggio esclusivo dei sistemi fotovoltaici e i vantaggi del termodinamico riguardano la soluzione di problematiche completamente diverse.

Analizzando i dati relativi al rendimento di conversione del solare termodinamico nei siti sperimentali esistenti, si può notare che il dato molto buono rappresentato dall'efficienza iniziale dovuta alla trasformazione dell'energia solare in energia termica, viene via via ridotto nelle successive fasi della lavorazione fino a raggiungere valori addirittura più bassi dei sistemi fotovoltaici se si considerano le produzioni medie annuali di energia elettrica. La complessità intrinseca di questi sistemi gioca un ruolo fondamentale sul rendimento di conversione inoltre lo stesso è influenzato molto dal sito di installazione molto più del solare fotovoltaico, dato che nel termodinamico è sfruttabile solo la componente diretta dell'energia solare. Questo di fatto esclude la possibilità di poter utilizzare il termodinamico su scala globale dato che solo alcune zone del pianeta sarebbero utilizzabili. ( le zone aride e secche sono le più adatte ). Per capire meglio quanto qui detto si può confrontare ipoteticamente due centrali solari, una termodinamica e una fotovoltaica installate nel deserto del Sahara con altrettante due centrali solari identiche installate nel nord Europa.

In questo caso si noterebbe che mentre nelle due centrali installate nel deserto l'efficienza è pressappoco simile ( intorno al 13 per cento ) nel Nord Europa la centrale termodinamica praticamente non funzionerebbe mentre quella fotovoltaica conserverebbe la stessa efficienza .

Naturalmente conservare la stessa efficienza non significa produrre la stessa quantità di energia ma piuttosto significa produrre la stessa energia in rapporto all'energia solare incidente.

Sul versante dei costi le cose sono molto più difficili da determinare tuttavia tutti concordano con il dato che il solare fotovoltaico in centrali di piccole-medie dimensioni ha un costo al kwh inferiore mentre il termodinamico si giustifica economicamente solo se applicato in grandi-grandissime centrali . Ciò è dovuto al fatto che il termodinamico soffre di costi di manutenzione molto più alti del fotovoltaico e questi tendono a diminuire solo se spalmati su potenze prodotte molto grandi; stesso discorso riguarda i costi di costruzione dove nel fotovoltaico si segue una retta proporzionale alla potenza installata mentre nel termodinamico tendono a scendere asintoticamente con la potenza installata. Il solare termodinamico quindi si giustifica in ambiti di sfruttamento di ampi spazi non utilizzabili per altre applicazioni e con situazioni climatiche favorevoli; da qui nasce l'idea di applicare questa tecnologia nei deserti in grandi agglomerati che possono fornire energia elettrica in modo continuo e anche di notte grazie ai sistemi di accumulo termico, in modo assolutamente eco-compatibile.

Questa idea quindi, l'idea del Prof. Rubbia, è l'unica ragione che occorre considerare nel promuovere questa tecnologia che ha effettivamente un ambito applicativo interessante e probabilmente unico; si pensi infatti alla possibilità di costruire grandissime centrali solari termodinamiche che utilizzano tecnologie che hanno già raggiunto la maturità tecnica se usate in grande scala e alla possibilità dei paesi dell'Africa settentrionale di poter produrre tutta l'energia elettrica che necessitano senza emettere CO2 o a quelli del golfo che potrebbero liberare i consumi interni di petrolio a vantaggio dell'esportazione di questa ormai preziosa risorsa.

Una cooperazione quindi tra fotovoltaico distribuito, termodinamico centralizzato, eolico, idroelettrico e nucleare, può determinare l'uscita di scena del fossile nella produzione di energia elettrica; ben venga in

quest'ottica il solare termodinamico .

## **LA FILIERA DEL SOLARE TERMODINAMICO GUARDA AI GRANDI PROGETTI ESTERI**

Il solare termodinamico italiano è ancora allo stadio embrionale, ma il nostro paese ha ancora grandi possibilità di costruire un'adeguata filiera industriale capace di conquistare i mercati esteri. È questa la convinzione di Cesare Fera (nella foto), presidente di Anest, l'associazione nazionale dell'energia solare termodinamica, intervistato in esclusiva da Energia24.com. L'associazione, fondata nel 2009 su iniziativa di circa 20 piccoli e grandi operatori italiani interessati allo sviluppo di questa tecnologia nel nostro paese per la produzione di energia termica ed elettrica, è nata per sostenere il dibattito e lo sviluppo del CSP in Italia, in un momento in cui la crescita del settore a livello globale inizia a essere di una certa consistenza (18 Gw entro il 2017 secondo uno scenario conservativo). Allo stato attuale l'unico impianto non sperimentale funzionante in Italia è quello di Priolo Gargallo, denominato, Archimede, che dopo circa 10 anni di gestazione garantisce una potenza di soli 5 Mw. Eppure secondo l'Anest un obiettivo plausibile di capacità installata sul territorio nazionale potrebbe essere 5 Gw al 2020, ovvero poco meno di quanto attualmente installato sul territorio nazionale dal fotovoltaico, per una produzione elettrica di 12,5 Twh.

Numeri importanti, ma il vero obiettivo degli operatori nazionali del Solare termodinamico italiano non è la Penisola: "I possibili sviluppi del solare a concentrazione sono due - spiega Fera - : il primo sono le grandi centrali da decine di Mw per produrre energia elettrica, l'altro sono i piccoli impianti per fare il solar cooling. In questo ultimo caso la luce del sole concentrata arriva a 150 gradi e può essere utilizzata per fare del fresco oppure nei processi industriali come, ad esempio, la lavorazione della carta. Per il solar

cooling, inoltre, vanno benissimo tutti i tipi di tetti. Per la parte elettrica è vero che si dovrebbero occupare dei terreni, ma quello che contiamo di fare è di ripetere l'esperienza della Danimarca con l'eolico, che sul suo terreno ha installato soltanto 3500 Mw, ma grazie a questo sforzo iniziale oggi una turbina su 4 venduta nel mondo è danese. Occorre dunque installare un po' di Mw sul territorio nazionale per sviluppare la tecnologia e creare know-out nelle imprese, ma il grosso mercato potenziale per l'industria italiana è all'estero, ovvero il Marocco, la Cina, il Medio Oriente, gli Stati Uniti, ecc. Dobbiamo però essere veloci a partire come invece non lo siamo stati in tutti in questi anni". A livello mondiale è atteso infatti un grande sviluppo del Csp, soprattutto nei paesi con grandi estensioni desertiche e un fabbisogno di energia in crescita. L'Anest vorrebbe appunto far partecipare i propri associati ai bandi e ai progetti presenti nel mondo, esportando la tecnologia nazionale. Il più noto di questi progetti è Desertec: le grandi distese di solare termodinamico dell'Africa potrebbero fornire all'Europa il 15% del proprio fabbisogno entro i prossimi 20 anni.

Anche l'Italia, comunque, potrebbe conoscere nei prossimi anni un vero e proprio boom di installazioni sul proprio territorio: "Appena sarà rinnovato il Nostro Conto energia ci aspettiamo che partano diversi progetti sul territorio nazionale. Al momento il maggior interesse è in Sicilia, dove c'è anche una politica regionale sensibile, abbiamo un progetto da 50 Mw dell'Enel in fase di autorizzazione, un altro da 30 Mw del Gruppo Toto, uno da 12 Mw del Gruppo Repower. Ci aspettiamo insomma che nel prossimo anno vengano autorizzati diversi progetti e che nel giro di 3-4 anni ci si possa trovare con 100-200 Mw in funzione con cui dare il via alla filiera italiana". Nel confronto con le altre fonti rinnovabili, il solare a concentrazione punta su un preciso punto di forza: la possibilità di stoccare l'energia a costi contenuti. Se si esclude il caso particolare dei collettori a disco, con i collettori solari la radiazione solare non è trasformata direttamente in energia elettrica ma viene raccolta sotto forma di energia termica e come tale può essere facilmente accumulata in opportuni sistemi di stoccaggio (generalmente serbatoi) per essere poi utilizzata anche in momenti successivi a quelli in cui è stata raccolta, a differenza di fonti come

eolico e fotovoltaico, per loro natura intermittenti.

Proprio la competizione con le altre energie alternative è un tema che aleggia spesso quando si parla di solare termodinamico, ma secondo Fera “Considerando che si deve arrivare a degli obiettivi importanti in tema di fonti rinnovabili occorre puntare su tutte, senza escluderne nessuna. Poi in futuro, quando dovremo passare da un target del 17% al 40%, la selezione sarà naturale e fatta dal mercato, ovvero dalle tecnologie più competitive”. Competizione significa il raggiungimento della grid parity, ovvero la competitività di costo con le fonti tradizionali: l'incentivo attuale si cui gode il Csp in Italia è di 0,28 euro per Kwh, meno di quanto godeva il fotovoltaico nella fase iniziale del suo sviluppo, cioè all'epoca del primo Conto Energia. La tariffa in vigore è considerata “bassa” dall'Anest, anche se i costi della tecnologia tenderanno a scendere di molto nel breve medio-periodo: “Ci aspettiamo che nel giro di 5 anni i costi dimezzino e che nei successivi 10 scendano ulteriormente sino ad arrivare alla famosa grid parity”, spiega il presidente Anest. Nel frattempo gli operatori del settore attendono in tempi rapidi l'approvazione del nuovo Conto energia: le aspettative sono positive, visto anche l'incoraggiamento dato al lato termico dal recente Decreto rinnovabili: “Dai primi contatti che abbiamo avuto sembra che al momento le nostre proposte non abbiano nessuno contro, ma anzi tutti sembrano aver colto il valore della creazione di una filiera italiana”, spiega Fera. In particolare l'Anest richiede l'estensione della scadenza degli incentivi dal 2012 al 2015, l'eliminazione dell'obbligo di accumulo di energia termica, che costituisce una delle variabili più onerose nel processo di realizzazione di un impianto Csp. L'associazione pensa anche all'introduzione di tariffe incentivanti maggiori per sistemi di piccola taglia (al di sotto del Mw), l'accesso a questo meccanismo anche ai sistemi Dish-Stirling e l'eliminazione della riduzione delle tariffe incentivanti per impianti ibridizzati con altre fonti rinnovabili. Infine l'Anest vuole un maggiore supporto governativo alle iniziative di promozione della tecnologia italiana nei paesi esteri.

## SOLARE TERMODYNAMICO, L'IMPIANTO PIU' ALTO DEL MONDO IN ARIZONA



Ottocento metri d'altezza, pari a **due volte l'Empire State Building**. Tanto è alta la **torre solare termodinamica** che sarà realizzata dall'australiana EnviroMission nel deserto dell'Arizona. Il progetto, nel quale sono stati investiti 750 milioni di dollari, dovrebbe essere ultimato nel 2015 e pare preluda già a un accordo tra la stessa EnviroMission e la Southern California Public Power Authority, che dovrebbe acquistare per trent'anni l'energia che sarà prodotta.

Ma come funzionerà la torre termodinamica? L'impianto, che diventerà uno dei grattacieli più alti del mondo, sarà ospitato da **una serra di circa 40 km quadrati** di superficie, all'interno della quale l'aria si riscalderà per effetto dei raggi solari. L'aria calda sarà poi convogliata nella torre, grazie a una sorta di "vento artificiale" con una velocità di circa 60 km all'ora.

Mosse da questa circolazione d'aria, le 32 turbine ospitate nel corpo della torre produrranno elettricità con **una capacità di circa 200 Megawatt**,

sufficienti a soddisfare il fabbisogno energetico di 150 famiglie americane. Grazie alla tecnologia termodinamica, e all'escursione termica tipica del deserto americano, l'impianto produrrà elettricità a ciclo continuo, sia di giorno che di notte.

Il calore accumulato durante il giorno sotto la copertura circolare della serra, infatti, sarà rilasciato gradualmente nelle ore notturne. Il progetto della torre solare dell'Arizona segue quello, lanciato qualche tempo fa dalla stessa EnviroMission e poi naufragato, di realizzare un impianto analogo **in territorio australiano**.

### **SOLARE TERMODINAMICO: IN EGITTO AL VIA NEL 2012 L'IMPIANTO PILOTA ENEA**



**Multipurpose Applications by Thermodynamic Solar (MATS)**. Questo è il nome del progetto nato dalla tecnologia del **Solare Termodinamico ENEA**, sfruttata nell'impianto **Archimede di Priolo Gargallo (Sr)**, inaugurato dall'**Enel** qualche mese fa.

Il progetto, a cui la **commissione Europea ha deciso di destinare 12,5 milioni di euro**, sarà gestito dall'**Enea**, cioè l'Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente, che curerà lo sviluppo in Egitto di un **impianto pilota dimostrativo solare termodinamico**. Alla costruzione della centrale

parteciperanno anche le europee **Archimede Solar Energy**, **Ronda HT**, **Tecnimont KT**, le egiziane **Orascom** e **Delft Environment**, insieme a partner di ricerca di livello internazionale. La data di partenza è prevista per il 2011, mentre la durata prevista si aggira intorno ai quattro anni.

La scelta di un impianto simile, che permette di sfruttare fonti di energia rinnovabile per ricavare elettricità, calore, raffreddamento e acqua dissalata, è particolarmente rilevante in Paesi come l'Egitto ed altri del Mediterraneo che presentano un alto livello di irraggiamento solare e, allo stesso tempo, necessitano di acqua dissalata. La centrale ne produrrà 250 m<sup>3</sup> al giorno, sarà in grado di generare 1 MW di potenza elettrica e 4 MW di potenza termica.

Sii tratta di un passo che segue le manifestazioni dell'Anno Italo-Egiziano della Scienza e della Tecnologia, nel cui ambito sono stati organizzati complessivamente oltre 100 eventi (conferenze, seminari, mostre, tavole rotonde e riunioni finalizzate al lancio di nuovi progetti, corsi avanzati, cerimonie per la firma di importanti accordi bilaterali) finalizzati a ribadire il concetto di collaborazione tra i due Paesi

## **SOLARE TERMODINAMICO PRODUCE ELETTRICITA' DI NOTTE**

### **CENTRALE ELETTRICA GEMASNAR - SPAGNA**



Ecco una buona notizia sul fronte dell'energia solare. La principale debolezza del solare consiste nella sua incapacità di produrre di notte. Questo nuovo impianto sembra avere superato questo limite. **La prima centrale elettrica solare al mondo che produce elettricità di NOTTE**

*dallo SchwartzReport del 7 giugno 2011  
traduzione a cura della redazione di coscienza.org – Erica Dellago*

di Stephan A. Schwartz. Un ringraziamento a Judy Tart. Fonte: Mail (UK)

Ha l'aspetto di un gigantesco progetto artistico. Ma questo simmetrico modello circolare di pannelli a specchio è la prima centrale al mondo di energia solare che produce energia elettrica durante la notte. La Centrale Elettrica Gemasolar nei pressi di Siviglia nel Sud della Spagna è costituita da un incredibile numero di pannelli, 2.650, distribuiti su 185 ettari di terreno rurale.

Gli specchi – noti come eliostati – concentrano il 95 per cento della radiazione solare su un gigantesco ricettore al centro dell'impianto. Vive di notte: la centrale elettrica solare Gemasolar nei pressi di Siviglia ha un incredibile numero di pannelli, 2.650, distribuiti su 185 ettari di terreno rurale.

Il calore fino a 900C° viene utilizzato per riscaldare i serbatoi dei sali fusi, che generano vapore per alimentare le turbine della centrale da 260 milioni di sterline inglesi. A differenza di tutte le altre centrali di energia solare, il calore immagazzinato in questi serbatoi può essere rilasciato con un'autonomia massima di 15 ore durante la notte o durante i periodi senza luce solare.

Il sole regolare nel Sud della Spagna significa che l'impianto può quindi funzionare durante la maggior parte delle notti, garantendo la produzione di energia elettrica per un minimo di 270 giorni all'anno, fino a tre volte più di altre energie rinnovabili. Per costruire il progetto, una joint venture tra la società di energia Masdar di Abu Dhabi e la società di ingegneria spagnola SENER chiamata Torresol Energy, ci sono voluti due anni e un costo pari a 260 milioni di sterline inglesi.

E' prevista produrre 110 GWh /all'anno di elettricità – sufficienti per alimentare 25.000 case nella regione dell'Andalusia. La centrale elettrica è

stata ultimata il mese scorso. I suoi specchi – noti come eliostati – concentrano il 95 per cento della radiazione solare su un gigantesco ricettore al centro dell'impianto. Il calore immagazzinato può essere rilasciato con un'autonomia massima di 15 ore durante la notte o durante i periodi senza luce solare.

Miguel Domingo, portavoce della SENER, ha detto: "Il completamento della costruzione e l'avviamento della centrale Gemasolar nei tempi e nel budget previsti rappresentano una pietra miliare per la SENER".

"Attualmente, la SENER è l'unica azienda al mondo che ha sviluppato e costruito un impianto commerciale che sfrutta la tecnologia dei sali fusi e un'unica torre centrale come ricettore, e che ha già iniziato a funzionare".

Enrique Sendagorta, presidente della Torresol Energy, ha aggiunto: "La standardizzazione di questa nuova tecnologia significherà una reale riduzione dei costi di investimento per gli impianti solari.

"L'operazione commerciale di questo impianto aprirà la strada ad altri impianti con torre centrale come ricettore e tecnologia dei sali fusi, un sistema efficace e efficiente che migliora la dispacciabilità di energia elettrica da fonti rinnovabili". Il calore fino a 900C° viene utilizzato per riscaldare i serbatoi dei sali fusi, che generano vapore per alimentare le turbine della centrale da £260milioni di sterline inglesi.

via La prima centrale elettrica solare al mondo che produce elettricità di NOTTE.

## CENTRALE ELETTRICA BLYTHE - CALIFORNIA



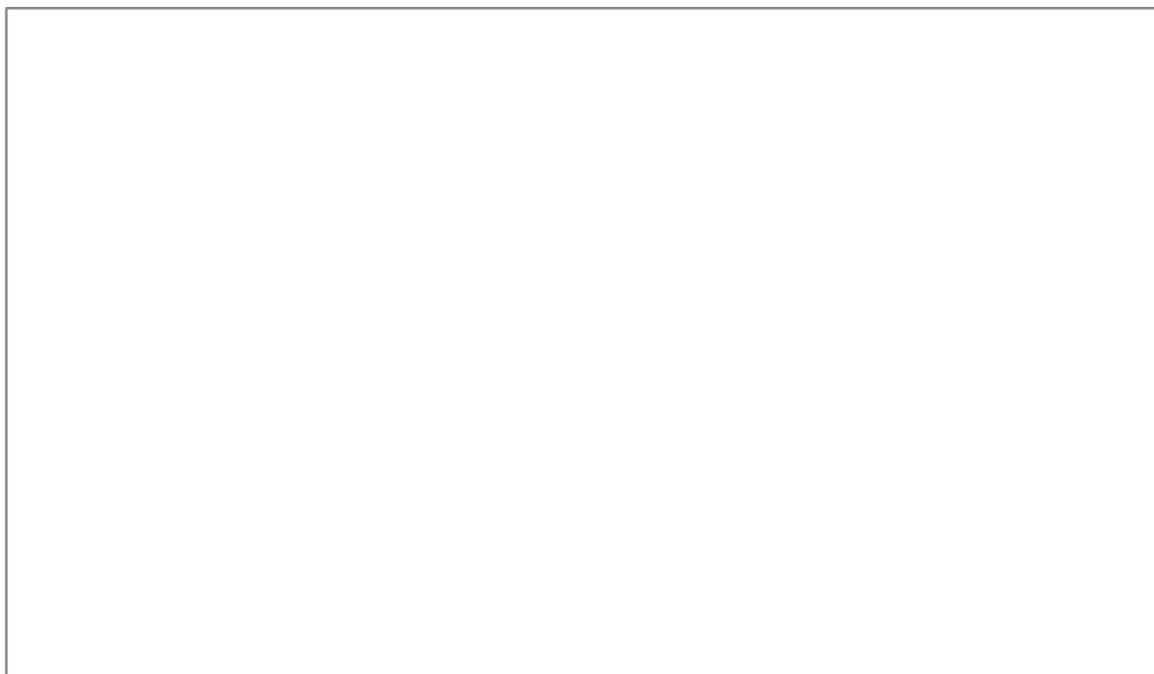
Solare Termodinamico: il Governo USA ha reso noto che verrà attuato, su terreni federali, uno dei più grandi parchi solare termodinamico nei pressi di Blythe su territorio Californiano entro la fine del 2013.

La produzione di questo impianto sarà di 1 GW e rifornirà circa 750 mila residenze sul territorio. L'impianto è della società Tedesca Millennium Solar AG specializzata nel settore dell'energia solare termica e il progetto prevede ben 4 differenti impianti solari a concentrazione per una potenza di 1000 MW.

Cosa da tenere in considerazione, oltre all'importante fattore ambientalistico che si avrà con la produzione dell'energia solare di questo impianto è il fatto che questo ambizioso progetto occuperà circa 1500 persone e darà lavoro continuativo anche dopo la sua ultimazione a circa 200 persone con la qualifica di manutentori e addetti al funzionamento.

Certo è che il territorio Californiano è vasto e beneficerà del suo “sole”, ma la domanda sorge spontanea, ma anche l’ Italia non è il Paese del Sole?

In un Paese come il nostro in cui c’è bisogno di nuova spinta negli investimenti delle nostre aziende per far crescere l’economia ed estrema necessità di creare occupazione spero che le Istituzioni trovino i fondi da investire anche in questo importante settore delle energie rinnovabili.



## Capitolo 3

### ELEMENTI COSTRUTTIVI PER UNA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE

La più grande risorsa energetica sostenibile del pianeta è l'energia naturale. E' questa energia che compie virtualmente tutto il lavoro che rende il pianeta e i suoi luoghi abitabili e ospitali. Questo lavoro è alimentato da energie che, in genere, non vengono considerate tali: la luce del sole, il vento, l'acqua, la gravità, le maree e i cicli idrologici. C'è una immensa quantità di questa energia gratuita ed è la sola e l'unica energia sostenibile. Energia e risorse variano con la regione, la località, il sito e il contesto che lo circonda: analizzare le condizioni climatiche specifiche del sito è centrale per il progetto sostenibile. Progettando con l'energia rinnovabile locale si creeranno strutture uniche e specifiche della località che riducono o eliminano la dipendenza dai materiali e dalle energie non rinnovabili. Nel progetto sostenibile non esiste la taglia unica. I processi della natura costituiscono il modello per costruire progetti flessibili che ci connettano alla struttura più grande del sistema ecologico. Un organismo progettato per vivere userà, produrrà, immagazzinerà e rinnoverà le risorse e depurerà i prodotti di scarto e li ri-distribuirà. Se l'architettura del XX secolo era sfidata a progettare 'macchine per abitare', la sfida dell'architettura nel XXI secolo sarà progettare 'organismi per abitare'.

I progetti sostenibili sono progetti di sistemi. Aiutano a risolvere simultaneamente e come un unico sistema, i problemi economici sociali e ambientali.

Quanto più le energie sostenibili sono integrate nell'ambiente costruito, tanto più questo sarà sostenibile. Se il programma dei requisiti di progetto ha come obiettivo primario la sostenibilità, l'energia, la forma, i processi costruttivi, i materiali, il contesto e la durata dell'edificio sono integrati nella soluzione progettuale. Un progetto o è sostenibile o non lo è. Se non lo è, debbono essere fatti dei

cambiamenti per renderlo tale. Se è sostenibile, necessariamente cambierà e si evolverà. La sostenibilità non è statica- cambia continuamente, poiché si basa sull'evoluzione della conoscenza che connette scienza e progetto.

Principi per progettare la sostenibilità:

- 1- Progettare per rafforzare la relazione tra l'edificio, il sito la comunità e l'ecologia. Causare cambiamenti minimi al funzionamento del sistema naturale. Rafforzare ed avere cura delle caratteristiche naturali specifiche del luogo.
- 2- Progettare con le risorse e per gli obiettivi che per secoli hanno mantenuto.
- 3- Progettare per le future generazioni, rispettando gli insediamenti delle generazioni passate.

Il progetto deve rispondere ai seguenti criteri:

- Essere sviluppato all'interno dei confini urbani esistenti e della distanza a piedi dalle opzioni di trasporto. I nuovi progetti dovrebbero preferibilmente essere costruiti su aree dismesse bonificate.
- Usare l'energia naturale per funzionare anche durante un disastro naturale, un blackout o una siccità.
- Essere costruito con materiali che hanno una vita lunga e utile- più lunga del ciclo di vita dell'edificio- e che devono essere riutilizzabili dopo la demolizione (ogni progetto deve essere un magazzino di materiali per un altro progetto).
- Non deve usare più acqua di quanta ne raccolga il sito.
- Deve inserire gli impatti e i rifiuti dell'edificio nei cicli utili esistenti nel sito e nell'ambiente circostante.
- Il progetto stesso deve essere parte di un ciclo.

Un edificio sostenibile funzionerà in qualunque condizione. Per stabilire la sostenibilità di un progetto bisogna porsi le seguenti domande:

- L'edificio è abitabile senza l'uso di combustibili fossili?
- Il progetto contribuisce a migliorare l'intorno?

- Se il clima esterno è confortevole, il progetto approfitta del benessere gratuito e sostenibile?
- Se c'è luce naturale sufficiente, le luci restano accese? E' necessario?
- L'acqua piovana è incanalata in un sistema sotterraneo, o resta nel sito per i bisogni futuri migliorando intanto il microclima del sistema naturale e arricchendo l'esperienza sensoriale del passante?
- Per l'irrigazione viene usata acqua potabile trattata col cloro ?
- I servizi igienici funzionano quando manca l'energia?
- C'è sufficiente ventilazione naturale?
- Il benessere viene controllato personalmente?

La radice storica dell'Architettura sta nella connessione tra il luogo naturale e la sua inerente capacità di fornire benessere e sicurezza agli abitanti. Fino a 100 anni fa l'Architettura doveva essere ingegnosa nel provvedere al benessere integrando gli elementi passivi del luogo naturale nelle soluzioni progettuali. Gli elementi passivi consistono nel movimento verso l'alto dell'aria calda, nelle brezze dominanti, nei camini di ventilazione, nei piani dell'edificio proporzionati e orientati per accogliere la luce del giorno e l'aria fresca, nei metodi unici di costruzione, nell'eliminazione virtuale di ogni spreco, nella relazione simbiotica tra la struttura e i materiali da costruzione, il riuso e il ritorno alla terra dei materiali dopo il loro uso.

Questi elementi costituivano il fondamento della professione del progettista, basata sui principi sostenibili, prima ancora che venissero chiamati così.

Concettualmente, un progetto sostenibile crea la forma e la pelle della struttura in modo da catturare, immagazzinare, e distribuire le energie presenti localmente.

Lo studio e l'analisi del sito e delle condizioni ambientali della regione, l'ecologia, la biologia, la storia geologica, l'antropologia e il clima, forniscono informazioni significative per la progettazione sostenibile.

Un'analisi sostenibile comincia con lo studio del sole e del suo impatto

sulla regione, sulla comunità e sul sito. Nel suo libro *Energy and Form* Ralph Knowles descrive il valore progettuale della luce del sole sulla forma. L'energia solare, il suolo, e i flussi dell'acqua sono stati risorse sostenibili del luogo per molti anni: hanno generato spontaneamente e senza costi il carattere naturale e la forma del sito. Operare contro i modelli naturali è costoso, richiede interventi meccanici di notevole portata ed è comunque insostenibile. I modelli e i caratteri naturali sono unici in ogni sito e regione, e comprenderli e connettersi ad essi recherà benefici al progetto.

Una analisi approfondita e comprensiva del sito aiuterà a determinare:

- La forma ottimale e la dimensione dell'impatto edilizio.
- L'orientamento dell'edificio.
- La posizione, l'orientamento, e la dimensione delle aperture necessaria alla luce naturale.
- La posizione delle aperture per riscaldare o raffreddare.
- La posizione delle finestre per la ventilazione naturale.
- Materiali e finiture appropriate all'impatto del clima.
- Gli elementi paesaggistici, la loro dimensione e localizzazione, e le loro variazioni.
- La strategia del basso costo sia per la costruzione che per la manutenzione.

L'analisi sostenibile del sito comprende anche lo studio e la comprensione del successivo sistema più ampio. Il ragionamento è il seguente:

la regione ha un **bioclima**, una serie di funzioni biologiche specifiche del suo clima.

Il bioclima del sito è simile a quello della regione, ma ha un suo specifico ed unico **microclima**.

Questo è influenzato dal suo intorno: il terreno, la pendenza, le precipitazioni, la temperatura, l'umidità, il movimento dell'aria, la direzione, ed è anche influenzato dagli edifici che lo circondano.

**L'ecologia ha cambiamenti stagionali- è dinamica.**

Alcune ecologie, come quelle degli Stati soggetti agli uragani, hanno modelli vegetativi che

si sono adattati a questi stress. Inerente alla forma e ai modelli di queste comunità ecologiche è il processo di cambiamento della forma al cambiare delle dinamiche condizioni energetiche esistenti.

Sarebbe bello progettare forme architettoniche e urbanistiche che cambiano per **ridurre, ri-dirigere e mitigare le forze vento.**

Negli ultimi dieci anni il processo progettuale ha incorporato nuovi criteri e nuovi strumenti, insieme all'analisi computerizzata, per creare progetti che riducano gli effetti della resistenza al vento.

L'uso del vento per modellare la forma è stato ampiamente trascurato nel progetto moderno.

Le tende possono essere progettate per resistere a venti che soffiano a 200 miglia all'ora.

Può farlo l'architettura?

Lo spoiler di una macchina da corsa impedisce alla macchina che corre a velocità superiori alle 600 miglia all'ora di essere spazzata via dal vento.- queste considerazioni possono essere applicate al progetto di un parapetto sul tetto di un edificio.

Le opportunità di creare un'architettura specifica per il sito e per le energie in esso presenti sono notevoli.

## **LE INFRASTRUTTURE SOSTENIBILI**

I siti su cui sorgono gli edifici contengono una gran quantità di infrastrutture- per esempio, **sistemi di controllo dell'acqua piovana, fognature, sistemi per l'approvvigionamento idrico, per il riscaldamento, per la ventilazione e l'aria condizionata, per l'illuminazione, gli impianti elettrici e le reti di comunicazione.**

Col tempo, queste infrastrutture richiedono notevoli adeguamenti.

E perciò l'edificio stesso potrebbe, in prospettiva, risolvere i problemi senza usare le vecchie infrastrutture- per esempio, mettendo coperture verdi invece di nuove tubazioni per la raccolta dell'acqua piovana o l'aggiunta di finestre apribili per la ventilazione e l'illuminazione diurna invece di una nuova illuminazione o della ventilazione meccanica.

## **LA PELLE**

I tre elementi della pelle di un edificio sono il pavimento, le pareti e i soffitti. Gli elementi strutturali corrispondenti sono le fondazioni, i solai, le travi, pilastri e la copertura. Ciascuno ha una sua finitura, una sua composizione di materiali e una sua struttura; ciascuno di questi ha il suo **impatto energetico.**

La parola **involucro** viene spesso usata quando ci si riferisce alla chiusura dell'edificio. Questa parola, per caso o intenzionalmente, contribuisce al problema. Un involucro è funzionalmente abbastanza grande rispetto all'oggetto da contenere e una volta piegato o comunque manipolato, viene sigillato in modo sicuro. Un edificio invece, se deve comportarsi come un'entità biologica, deve essere racchiuso in qualche cosa di più simile alla vera **pelle**. Queste pelli o strati dovrebbero respirare, tenere lontana l'acqua (o farla entrare per il raffreddamento) essere impermeabili all'umidità e al freddo; la pelle dovrebbe avere una taglia larga ed essere predisposta per essere riusata. E' funzionalmente stratificata piuttosto che fatta di un unico materiale che faccia tutto. Un buon esempio di pelle relativamente ai cambiamenti di temperatura è l'abbigliamento. Uno strato morbido, confortevole, facile da pulire è messo vicino alla pelle; un altro strato contiene un tessuto o un composto che protegge dall'aria; lo strato finale costituisce la risposta all'umidità e al vento, o protegge dal sole. Ciascuno di questi strati fornisce una soluzione specifica che, combinata con altri strati, crea **un sistema estremamente efficace, flessibile e simbiotico**. Caldo, freddo, umidità, pioggia, nevischio, neve, vento, raggi ultravioletti, luce solare- possono essere benefici per la struttura in certi periodi, in altri possono essere utili e in altri ancora dannosi. Se si sceglie un unico materiale per ogni situazione, questo escluderà gli effetti desiderati per evitare quelli non desiderati. Il condizionamento dell'aria è basato sul principio di mantenere fuori ciò che è fuori e dentro ciò che è dentro e poi ventilare quanto basta per mantenere la qualità dell'aria nei limiti previsti. Per esempio, se un muro deve tenere separate la temperatura esterna da quella interna e dall'umidità, deve essere isolato per fermare il flusso di energia (variazione di temperatura) dall'interno all'esterno e viceversa. La stratificazione suggerisce anche che le superfici interne siano materiali rinnovabili/riusabili che riflettono la luce e il suono e hanno l'aspetto desiderato.

## **ARCHITETTURA DEGLI INTERNI SOSTENIBILE**

Sebbene i progettisti degli interni siano stati in prima linea rispetto agli standard dei materiali verdi e della qualità dell'aria, hanno trascurato gli aspetti del progetto che lo connettono al luogo, come l'integrazione di energia sostenibile e l'orientamento. Gli architetti degli interni, tradizionalmente hanno progettato l'interno di uno spazio

esistente in un edificio o di un edificio in costruzione. Quanto al progetto architettonico, l'opportunità di connetterlo alle energie sostenibili non è stata considerata.

Un'opportunità importante sta nell'analizzare lo spazio e le componenti funzionali nella loro relazione con il sole e le condizioni esterne e con le risorse rinnovabili sostenibili (luce, calore, ventilazione...)

Orientare la pianta dell'alloggio secondo il sole -riflessione da altri edifici, visuali, venti dominanti, calore e illuminazione naturale- può avere impatti positivi producendo benessere su chi abita, e anche riducendo o eliminando l'uso di energie non rinnovabili.

In particolare le sfide sono le seguenti:

- Respingere, aumentare e/o filtrare la luce naturale per ciascuno spazio e per ogni funzione;
- Far entrare la luce senza il calore;
- Far entrare il calore senza la luce;
- Ottenere disposizioni funzionali che rispondano alle necessità specifiche dell'uso (eliminazione dell'abbagliamento sui monitor, risveglio con la luce naturale, uso della luce riflessa dalle superfici esterne);
- Gestire il ciclo dell'acqua;
- Usare materiali verdi;
- Modulare i materiali costruttivi, definendo i sistemi e le componenti tenendo conto del riuso di tutti i materiali edilizi;
- Analizzare in che modo lo spazio può funzionare senza usare energie non rinnovabili (funzionamento senza la spina).

### 3.1 EDIFICI COSTANTI TERMICAMENTE

Perché oggi il 90% circa dell'approvvigionamento energetico mondiale proviene da fonti non rinnovabili: petrolio, carbone, gas naturale, uranio. Le fonti rinnovabili, compresa la biomassa, restano penultime nella graduatoria dell'utilizzo energetico.

I combustibili fossili a buon mercato costituiscono ancora il fulcro della società moderna.

Il potere decisionale in materia di approvvigionamento e fissazione dei prezzi dell'energia si concentra in sempre meno mani e spesso in regioni politicamente instabili.

L'uso inefficiente dei combustibili fossili mette a rischio l'approvvigionamento energetico e la qualità della nostra vita. Inoltre contribuisce ai problemi di inquinamento dell'aria e alle emissioni di gas serra.

Per quanto a molti possa apparire sorprendente, la più ampia fonte di energia non è il petrolio, ma il risparmio energetico.

Il "sesto carburante" ossia il risparmio energetico ottenibile mediante un migliore isolamento termico degli edifici costituisce potenzialmente il maggior fattore di risparmio in questo senso.

Il sesto carburante è economico, pulito e soprattutto sostenibile. Migliora la qualità della vita e il comfort abitativo. Crea posti di lavoro. È tecnologicamente più che collaudato e non richiede ricerche ad altissima tecnologia.

Ma la cosa più importante è che il sesto carburante costituisce una risorsa praticamente non sfruttata.

Gli edifici sono i maggiori consumatori di energia, responsabili di oltre il 40% dell'utilizzo energetico nell'Unione Europea.

Riscaldamento, raffreddamento e condizionamento costituiscono le principali cause dell'inefficienza nell'utilizzo energetico.

Esiste quindi un ampio potenziale di risparmio energetico ancora non sfruttato.

Oggi grazie alle tecnologie presenti è possibile costruire una casa a basso consumo energetico qualitativamente perfetta ed economicamente abbordabile, che può impiegare fino il 90% di energia in meno rispetto alla casa media europea e fino l'80% di energia in meno rispetto alla moderna casa standard conforme ai più avanzati regolamenti edilizi europei.

Il costo di costruzione di una casa a basso consumo energetico, ripartito sul ciclo di vita è basso. Un edificio può durare 100 o più anni, e spesso per molte persone rappresenta il maggiore investimento di tutta una vita. Ciò nonostante le istituzioni, le imprese edilizie e i proprietari di immobili rinunciano non solo ad un possibile quanto massiccio risparmio energetico, ma anche alla maggiore qualità ambientale offerta da una casa provvista di un elevato comfort termico, di una buona ventilazione e di altre soluzioni intelligenti. I vecchi stabili sono i maggiori responsabili dello spreco di energia. I dati del rapporto di verifica energetica della Danimarca mostrano che 3 proprietari di immobili su 4 potrebbero risparmiare denaro coibentando adeguatamente e rendendo più efficienti, da un punto di vista energetico, le loro case. I benefici del sesto carburante sono ovvi. Benefici che potremo rendere tangibili migliorando le nostre case attraverso un efficiente isolamento. Nel corso degli ultimi due decenni, EURIMA (European Insulation Manufacturers Association) ha studiato lo sviluppo degli standard d'isolamento termico in nuovi edifici europei. Normalmente, studi di tale genere si sono concentrati sullo spessore (mm) dell'isolamento con lane minerali, progettato e usato nelle nuove costruzioni. Un'indagine d'aggiornamento completata nel 2001 ha mostrato un continuo progresso negli standard d'isolamento in vari paesi, soprattutto in Europa centrale. Forse non è sorprendente vedere che, per via delle loro condizioni climatiche, i paesi scandinavi, capeggiati dalla Svezia, ritengono che la propria posizione sia di preminenza, mostrando al resto dell'Europa la strada da seguire. Il Sud continua a restare indietro, nonostante le normative europee richiedano migliori standard per soddisfare gli obiettivi di Kyoto. Lo stesso vale per lo spessore isolante delle pareti e dei tetti. Sebbene questi studi passati diano una descrizione accurata della situazione, l'aspetto dello spessore isolante è piuttosto semplicistico: non mira ad appesantire i paesi, né prende in considerazione i loro rispettivi climi. In questo nuovo studio, sono state rianalizzate le cifre relative ai vari paesi per prendere in considerazione la popolazione e i gradi giorno, ovvero il numero di giorni l'anno in cui è necessario usare il riscaldamento.

Tutte le prestazioni vengono paragonate ai livelli Svedesi. Così espressi, i risultati mettono in evidenza il maggiore potenziale di risparmio energetico in alcuni paesi settentrionali, ma indicano chiaramente che gli sforzi principali devono concentrarsi nel Sud e nei paesi aventi una vasta popolazione. Si possono realizzare anche notevoli progressi in quasi tutti i paesi europei aumentando gli standard dello spessore isolante per pareti e tetti. Ad esempio, se gli standard isolanti svedesi fossero impiegati in paesi quali il Belgio, la Spagna e l'Italia, si otterrebbero risparmi energetici fino al 90%. Lo stesso vale per l'intera Europa, dove si potrebbero ottenere risparmi superiori al 50%.

I paesi con vaste popolazioni, quali il Regno Unito, la Germania, la Francia, la Spagna e l'Italia, hanno il potenziale più elevato di risparmio energetico. La perdita d'energia totale derivante dalle case calcolata si basa sulle normative attualmente in vigore per nuove costruzioni. Tuttavia, molti edifici vecchi hanno un isolamento ridotto o addirittura inesistente ed è qui che si ha un potenziale più elevato di risparmio. Per ottenere una cifra più realistica della perdita effettiva, o del potenziale risparmio energetico, imputabile agli edifici, si potrebbe applicare un fattore di moltiplicazione di due a quattro. Se si presume che gli standard di vita miglioreranno, soprattutto nell'Europa meridionale, si prevede una richiesta d'inasprimento dei livelli d'isolamento dal momento che il consumo energetico aumenterà per via, ad esempio, del maggior utilizzo dell'aria condizionata. A meno che gli standard non migliorino, il consumo d'energia richiesto per avere livelli ottimali nelle case supererà i risparmi energetici ottenuti grazie ai livelli d'isolamento esistenti. Si sa che l'utilizzo energetico degli edifici equivale ad oltre il 40% di tutte le emissioni di CO<sub>2</sub> in Europa, ma solo l'Austria e il Regno Unito hanno in programma di ottenere risparmi del 40% nel settore dell'edilizia. Quindi, la sfida è continuare ad esercitare pressione sulla legislazione nazionale per migliorare gli standard d'isolamento. Gli studi contemporanei sugli atteggiamenti pubblici verso il riscaldamento globale e i mutamenti climatici indicano una scarsa consapevolezza della critica importanza dell'isolamento degli edifici per l'ambiente.

È chiaro che, tutt'oggi, la gente non capisce che le loro singole azioni per migliorare l'isolamento degli edifici può avere un impatto significativo sulla

riduzione delle emissioni di CO2.

Concludendo possiamo riassumere dicendo che isolando molto gli edifici, senza alcun insensato timore, si riscontrerebbero le seguenti conseguenze:

- 1) Riduzione drastica delle spese necessarie per riscaldare e raffrescare gli edifici.
- 2) Riduzione drastica delle emissioni dei gas serra rispettando quanto richiesto dal protocollo di Kyoto.
- 3) Miglioramento del confort all'interno degli edifici salvaguardando la nostra salute (assenza di eccessiva umidità, inesistenza di muffe ecc.).
- 4) Minore dipendenza dai combustibili fossili perché più è alto l'isolamento termico e più si possono utilizzare fonti di energia rinnovabili e gratuite presenti in ambiente (energia solare, eolica, geotermica...).

### **3.2 STRUMENTI DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA**

La rilevanza dei temi ambientali è cresciuta a tal punto negli ultimi trent'anni da costituire ormai uno dei punti centrali del dibattito politico e scientifico a livello mondiale. Questa nuova sensibilità è legata alle problematiche del degrado ambientale (pensiamo anche solo al disastro ecologico in Galizia), all'effetto serra, all'impiego di risorse e combustibili non rinnovabili. Come si misura lo sviluppo sostenibile? Come valutare se lo sviluppo di un paese è sostenibile?

Ad oggi, per misurare la crescita economica di un paese, e quindi il suo sviluppo, si prende come riferimento il Prodotto Interno Lordo (PIL), che misura qual è stato l'andamento economico di quel paese in un determinato periodo di tempo. Misurare la crescita dello sviluppo sostenibile, implica che si tenga in conto, oltre alla crescita economica, anche l'andamento di altri fattori correlati quali, ad esempio, la qualità della vita, lo sfruttamento delle risorse ambientali, la quantità di inquinamento prodotta, ecc. Le metodologie sviluppate fino ad oggi sono in fase sperimentale, poiché tale compito non è di facile soluzione.

L'edilizia è uno dei settori più inquinanti. Questo settore, infatti, consuma più materie prime in peso (circa il 50%) di qualsiasi altro settore industriale. Inoltre l'ambiente costruito produce il 40% delle emissioni di gas serra per il consumo di energia e l'uso dell'edificio durante la sua vita. I danni ambientali crescono a causa dell'uso di energia durante la costruzione di un edificio, per il suo riscaldamento, condizionamento, illuminazione, e a causa dei componenti chimici presenti nei materiali che formano i componenti degli edifici.

Tutto ciò implica che l'industria delle costruzioni necessita di un cambiamento per ottenere una sostenibilità a lungo termine. In Europa sta nascendo, fortunatamente, un diffuso interesse per la produzione di materiali il cui processo di estrazione, trasporto, lavorazione, e dismissione finale viene seguito secondo la metodologia LCA (Life Cycle Assessment).

Il Life Cycle Assessment è un modo totalmente nuovo di affrontare l'analisi dei sistemi industriali: dall'approccio tipico dell'ingegneria tradizionale, che privilegia lo studio separato dei singoli elementi dei processi produttivi, con il metodo LCA si passa a una visione sistemica, in cui tutti i processi di trasformazione, a partire dall'estrazione di materie prime fino allo smaltimento dei prodotti a fine vita, sono

presi in considerazione in quanto partecipano alla realizzazione della funzione per la quale essi sono progettati.

Dai sistemi di analisi e valutazione del ciclo di vita di ogni materiale prodotto si può passare ad una visione più ampia che prende in considerazione l'intero edificio nel suo complesso. In questo caso si può parlare di metodi a punteggio.

I sistemi a punteggio, tra i quali il GBC (Green Building Challenge), attribuiscono all'edificio un punteggio relativo alla performance dell'edificio rispetto a una serie di riferimenti di valutazione di impatto ambientale: il punteggio permette di classificare la costruzione rispetto ad una scala di qualità. In questo modo la "classe" dell'edificio può essere facilmente riconosciuta anche dall'utente.

A livello europeo c'è, quindi, un doppio fronte di interesse: da una parte abbiamo il legislatore per l'emissione di norme e leggi per un approccio sostenibile in edilizia (ad es. la Direttiva 106/89 sui "Requisiti essenziali per i prodotti dell'edilizia" o il Regolamento comunitario 880/92 sull'Ecolabel") e dall'altra la ricerca scientifica incentrata sulla quantificazione dei requisiti energetici e sulle emissioni legate al ciclo di vita dei prodotti, sull'analisi degli edifici nella loro totalità

Anche in Italia qualcosa sta cambiando molte Regioni hanno avviato programmi per incentivare una progettazione maggiormente consapevole.

- Agevolazioni finanziarie

- L'Emilia Romagna con la riduzione degli oneri di urbanizzazione se l'edificio risponde ad alcuni requisiti volontari.

- A Trento esistono dei contributi finanziari per la realizzazione di nuovi edifici caratterizzati da consumi energetici contenuti e a basso impatto ambientale.

- Certificazione

- CASACLIMA (sistema di certificazione di Bolzano)

- ITACA (sistema di certificazione a livello nazionale ancora in fase di studio)

- Strumenti di supporto

- Prezzario Regione Piemonte

La Regione Emilia Romagna nell'ambito delle successive revisioni del Regolamento Edilizio ha provveduto ad affiancare ai requisiti cogenti, che individuano la qualità minima indispensabile, una serie di requisiti raccomandati. I requisiti raccomandati possono definire quindi il profilo di qualità aggiuntivo che si vuole promuovere attraverso i programmi pubblici di contributi all'edilizia, anche in forma di sconti sugli oneri di urbanizzazione.

Ai “Requisiti Cogenti” sono stati aggiunti due requisiti che facevano parte precedentemente di quelli raccomandati:

- Requisiti acustici passivi degli edifici.
- Requisito relativo all’umidità superficiale che è stato accorpato a quello cogente relativo alla ventilazione.

I “requisiti raccomandati” sono diventati “requisiti volontari” poiché è il Comune che può decidere o meno di raccomandarli in relazione a particolari problemi del proprio territorio oppure sono gli operatori edilizi che volontariamente adottano questi requisiti per fruire di incentivi previsti da programmi pubblici per l’edilizia sperimentale o per utenze speciali.

I “Requisiti volontari” sono stati organizzati in schede perché:

- permettono un rapido aggiornamento;
- il progettista può dimostrare oggettivamente i livelli di prestazione dell’opera. I “Requisiti Cogenti”

I “Requisiti

Raccomandati” “Requisiti Volontari”

- Requisiti acustici passivi.
- Requisito relativo all’umidità superficiale.

Nelle schede nella colonna di sinistra per ciascun requisito vengono inseriti:

- l’esigenza da soddisfare: qual’è il requisito che si vuole soddisfare;
- la specifica di prestazione, costituita da:
  - campo di applicazione;
  - spazi o elementi del complesso insediativo che vengono interessati dal requisito da soddisfare ;
  - livello di prestazione per le nuove costruzioni e per il recupero di quelle esistenti, eventualmente articolato in rapporto ai diversi spazi (vani) dell’edificio;
  - modalità di verifica progettuali a lavori ultimati .

I requisiti volontari definiscono, quindi, una qualità aggiuntiva del prodotto edilizio. Il prerequisito “Analisi del sito”

Le esigenze dell’edilizia ecosostenibile e bioclimatica sono fortemente condizionate dall’ambiente, nel senso che gli “agenti fisici caratteristici del sito” (clima igrotermico e precipitazioni, disponibilità di risorse rinnovabili, disponibilità di luce naturale, clima acustico, campi elettromagnetici) determinano le esigenze e

condizionano le soluzioni progettuali da adottare per soddisfare i corrispondenti requisiti. L'ambiente (aria; acque superficiali; suolo, sottosuolo e acque sotterranee; ambiente naturale ed ecosistemi; paesaggio) può a sua volta essere modificato dall'opera realizzata.

La valutazione dell'impatto dell'opera sull'ambiente è rimandata agli strumenti di pianificazione territoriale ed agli strumenti urbanistici generali e attuativi.

Gli "agenti fisici caratteristici del sito" sono invece talmente condizionanti le scelte morfologiche del progetto architettonico e le scelte tecniche e tecnologiche della progettazione esecutiva necessarie per soddisfare i requisiti ecosostenibili e bioclimatici che non avrebbe senso soddisfare tali requisiti (famiglie 6, 8 e 9, rispettivamente relative a risparmio energetico, uso razionale delle risorse idriche e controllo delle caratteristiche nocive dei materiali da costruzione) senza la contemporanea soddisfazione di un prerequisito "Analisi del sito", rivolto alla conoscenza dei dati sugli "agenti fisici caratteristici del sito", che sono a tutti gli effetti i dati di progetto.

L' "Analisi del sito", eseguita nella fase iniziale della progettazione, comporta la ricognizione dei dati più facilmente reperibili in merito ai cinque citati "agenti fisici caratteristici del sito" (utilizzando come fonti la pianificazione urbanistica comunale o sovraordinata, le cartografie tematiche regionali e provinciali, i Servizi dell'ARPA, i dati in possesso delle aziende per la gestione dei servizi a rete, ecc.).

#### Requisiti Volontari

I requisiti volontari sono 18, a cui si aggiunge il Prerequisito "Analisi del sito". I requisiti che soddisfano esigenze tra loro omogenee sono raggruppati in famiglie.

#### Famiglia 3 – Benessere ambientale

Scompaiono i requisiti relativi alla "Umidità superficiale" ed alla "Temperatura operante" del vigente Regolamento, in quanto sostituiti da un unico requisito:

##### 3.1 - Temperatura superficiale nel periodo invernale

Per contribuire al benessere igrotermico degli utenti si propone di contenere la differenza tra la temperatura dell'aria interna degli spazi (vani) e la temperatura delle superfici che li delimitano (pareti, soffitti e pavimenti) nonché di contenere le differenze di temperatura tra le superfici delimitanti lo stesso spazio, di evitare eccessivo surriscaldamento o raffreddamento delle superfici, tra l'altro prevenendo

anche la formazione di umidità superficiale non momentanea (condensa). Viene indicata una modalità di calcolo progettuale per verificare il requisito.

### 3.2 Riverberazione sonora

Il requisito mira a garantire dai disagi della riverberazione sonora soprattutto nei locali ampi, dove questa può essere particolarmente fastidiosa (ambienti collettivi e spazi di circolazione e collegamento dell'edificio). I metodi di verifica contenuti già nel vigente Regolamento edilizio vengono arricchiti, affiancando al metodo di calcolo anche una soluzione conforme.

I "Requisiti raccomandati" contenuti nel vigente Regolamento relativi alla "Velocità dell'aria" ed alla "Illuminazione artificiale" vengono soppressi, in attesa di una radicale revisione, in rapporto alle recenti evoluzioni tecnologiche e per individuare modalità di verifica oggettiva in sede progettuale realmente capaci di garantire la qualità aggiuntiva richiesta. Si passa, quindi, direttamente alla Famiglia

#### Famiglia – Uso razionale delle risorse climatiche ed energetiche

– Controllo dell'apporto energetico da soleggiamento estivo (ombreggiamento) Si propone di favorire il risparmio energetico garantendo la climatizzazione estiva in modo naturale, sfruttando il corretto orientamento dell'organismo edilizio (edificio), la posizione e le caratteristiche delle finestre e la progettazione di opportuni elementi ombreggianti architettonici, di finitura o naturali. Il progetto deve essere verificato con i dati fisici caratteristici del sito e con l'impiego di maschere di ombreggiamento.

– Uso dell'apporto energetico da soleggiamento invernale e mira al risparmio energetico con la valorizzazione dell'apporto energetico solare sulle superfici

finestate. Anche in questo caso si sfruttano l'orientamento dell'edificio e delle finestre, le caratteristiche delle finestre, la possibilità di modificare in inverno la posizione delle schermature ombreggianti.

– Risparmio energetico nel periodo invernale Si vuole incentivare la realizzazione di edifici concepiti per ridurre il consumo energetico necessario alla climatizzazione invernale (con conseguente riduzione di emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera) riducendo la dispersione termica dell'involucro edilizio, aumentando l'inerzia termica ed inoltre incentivando un maggior rendimento globale dell'impianto termico e gli apporti energetici gratuiti (serre, vetrate opportunamente esposte, ecc.). I metodi di verifica progettuale e a lavori ultimati sono quelli utilizzati per la verifica del rispetto della legge 10/91.

– Protezione dai venti invernali Il risparmio energetico per la climatizzazione invernale si realizza anche attraverso la protezione (con elementi architettonici o vegetazionali esterni) delle pareti dell'organismo edilizio più esposte ai venti invernali. La verifica progettuale si basa sulla conoscenza dei dati del clima igrotermico (vedi Analisi del sito) e sulla documentazione delle soluzioni adottate per la protezione esterna.

– Ventilazione naturale estiva Il requisito soddisfa l'esigenza di ridurre i consumi energetici per la climatizzazione estiva grazie allo sfruttamento della ventilazione naturale, al preraffrescamento dell'aria immessa negli spazi di vita dell'organismo edilizio, all'uso di sistemi di ventilazione naturale forzata (camini di ventilazione che captano aria preraffrescata, ad es. nei locali interrati). La verifica progettuale comporta l'uso dei dati climatici del sito per il corretto posizionamento delle aperture ventilanti e degli spazi aperti di transizione tra esterno ed interno utilizzabili per il preraffrescamento dell'aria (logge, porticati, pensiline, ecc.). Nel caso di camini per la captazione e la circolazione di aria preraffrescata occorre anche descrivere dettagliatamente le soluzioni tecniche adottate.

– Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione estiva Si ripropone un previgente "Requisito raccomandato" per contenere le oscillazioni di temperatura dell'aria all'interno dell'organismo edilizio sfruttando la massa superficiale delle pareti che delimitano ciascuno spazio. Il metodo di calcolo progettuale dell'inerzia termica di uno spazio è ripreso dal vigente requisito raccomandato.

– Uso dell'apporto energetico solare per il riscaldamento dell'acqua. Si vuole favorire la progettazione di impianti idrici per usi sanitari che utilizzino per il riscaldamento dell'acqua nel periodo estivo esclusivamente l'energia ottenuta da pannelli solari. E' ulteriormente incentivata anche l'integrazione tra l'impianto a pannelli solari e l'eventuale impianto termico a bassa temperatura per ottenere un ulteriore risparmio.

– Uso razionale delle risorse idriche. I requisiti della famiglia soddisfano le esigenze di sostenibilità, garantendo il risparmio della risorsa acqua dolce, il cui consumo sta superando le possibilità di approvvigionamento, creando problemi oggi e alle future generazioni.

– Riduzione del consumo di acqua potabile. Con particolare riferimento alle situazioni in cui la fornitura di acqua potabile assume costi elevati o presenta carenze, ma anche in altre situazioni (visto quanto sopra ricordato), il requisito

incentiva l'impiego di dispositivi tecnici da applicare all'impianto idrico-sanitario per ridurre gli sprechi di acqua fornita dall'acquedotto. Si evidenzia nelle note anche l'importanza di sensibilizzare in proposito l'utenza con "manuali d'uso dell'alloggio" e con la contabilizzazione individuale dei consumi.

– Recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche. Il requisito è convenzionalmente soddisfatto se vengono predisposti sistemi di captazione, filtro e accumulo delle acque meteoriche provenienti dal coperto dell'edificio e se, con apposita rete duale, vengono consentiti usi compatibili delle acque meteoriche. Le verifiche comprendono la descrizione dettagliata dell'impianto, metodi di calcolo per il dimensionamento della vasca di accumulo, una soluzione conforme per la realizzazione del sistema di captazione, accumulo e filtro. Vista una certa variabilità di situazioni nel territorio regionale, il requisito valorizza anche il ruolo delle Aziende sanitarie locali e dell'ARPA per la definizione degli usi compatibili delle acque meteoriche.

– Recupero, per usi compatibili, delle acque grigie Il risparmio di acqua potabile viene ottenuto con il riuso delle acque grigie provenienti dagli scarichi di lavabi, vasche, docce, lavatrici, previo idoneo trattamento e accumulo. La verifica progettuale consiste nella descrizione dettagliata dell'impianto idrico sanitario, nel corretto calcolo del dimensionamento della vasca di accumulo e nell'adozione di una soluzione conforme per la realizzazione dell'impianto di riuso delle acque grigie con rete duale. Il requisito valorizza anche il ruolo delle Aziende sanitarie locali per la definizione degli usi compatibili delle acque grigie e per la definizione delle tipologie di trattamenti igienizzanti.

– Riciclabilità dei materiali da costruzione. Per favorire indirettamente la limitazione della produzione di rifiuti edilizi si richiede la documentazione, a lavori ultimati, dei materiali presenti negli elementi strutturali, negli elementi di finitura, negli impianti, nelle pertinenze anche scoperte degli edifici. La documentazione deve evidenziare se si tratta di materiali usati in forma semplice o associati ad altri e quindi più o meno riciclabili in caso di futura demolizione, va indicato anche se i materiali impiegati nell'edificio possono rivelarsi nocivi in corso di demolizione totale o parziale.

### 3.3 FACCIATE VENTILATE

Un'ottima soluzione per migliorare le prestazioni termiche, tecniche e architettoniche dell'involucro è rappresentato dal sistema energetico delle facciate a doppia pelle, atte a creare un microclima interno ed una qualità dell'aria indoor migliore rispetto ad un sistema di rivestimento tradizionale. Una facciata interamente costituita da componenti vetrati, ha generalmente valori di trasmittanza termica notevolmente inferiori rispetto alle pareti opache, causando dunque un incremento delle dispersioni di calore in inverno (a meno dell'utilizzo di vetrate ad elevate prestazioni, come vetri basso emissivi, vetri camera con gas inerti, etc.). Questo fatto, dovuto alla ridotta trasmittanza termica, provoca una diminuzione della temperatura superficiale interna, durante la stagione fredda, rispetto alla temperatura dell'aria, creando condizioni di discomfort nell'ambiente indoor. Tale fenomeno è però insito nella tecnologia e nella formazione del vetro: infatti, un apporto gratuito di energia solare conduce ad un elevato risparmio energetico, diminuendo il fabbisogno termico dovuto al riscaldamento e riduce la necessità di illuminazione artificiale, ma produce fenomeni legati all'abbagliamento e al surriscaldamento durante la forte irradiazione solare nei periodi estivi. Un ampio aiuto alla progettazione è dato dunque dall'utilizzo di facciate continue, della cui famiglia fa parte la tipologia delle facciate a doppia pelle.

Dunque, l'ottimizzazione della gestione energetica degli edifici, la conseguente riduzione dell'impatto ambientale e la ricerca di un elevato comfort interno hanno favorito lo sviluppo e l'applicazione di soluzioni innovative nell'ambito delle chiusure esterne. Si tratta infatti di tre tipologie applicate agli edifici, sia in caso di ristrutturazione o riqualificazione dell'esistente, sia in caso di nuova costruzione: facciata a doppia pelle a tutta superficie, a canali, a singoli elementi. Nella facciata a doppia pelle a tutta superficie, molto applicata in caso di ristrutturazione, il moto dell'aria avviene dal basso verso l'alto in modo continuo per tutta l'altezza dell'edificio, mediante un intercapedine d'aria di 50/80 cm, con vantaggi legati alla semplicità costruttiva dell'involucro, alla possibilità di inserire schermature solari all'interno o all'esterno dell'intercapedine, alla riduzione delle dispersioni termiche. Tale tecnologia è la meno diffusa tra le tre presentate in quanto presenta forti svantaggi: impossibilità di creare ventilazione naturale attraverso finestre apribili, in quanto l'aria espulsa ai piani inferiori verrebbe

immessa in quelli superiori; continuità verticale ed orizzontale dell'intercapedine attraverso la quale avviene trasmissione di rumori tra un piano e l'altro e tra locali adiacenti; in caso di incendio la lama d'aria favorisce il diffondersi dei fumi.



Nella facciata doppia a canali l'intercapedine è compartimentata orizzontalmente (ad altezza di interpiano) o verticalmente, in cui le dimensioni del canale dipendono dal supporto di facciata adottato e dalle caratteristiche dimensionali del telaio strutturale portante, in genere dai 20 ai 50 cm di profondità. Tale soluzione tecnologica è maggiormente utilizzata in caso di nuova edificazione ed è meno utilizzabile in un intervento di riqualificazione energetica in quanto sono presenti maggiori vincoli di ancoraggio e la conformazione tecnologica di facciata non è sempre compatibile con la facciata esistente. Risulta dal punto di vista economico maggiormente vantaggiosa grazie al maggior livello di prefabbricazione degli elementi costituenti l'involucro ed in caso di manutenzione e/o pulizia, si riesce ad agire sulla doppia pelle ad ogni livello del solaio. L'involucro esterno è collegato a quello interno mediante telaio o collegamenti puntuali: ogni canale è dotato di

aperture per l'ingresso d'aria ed aperture laterali sui canali verticali per l'espulsione.



La facciata a singoli elementi o celle è caratterizzata da setti verticali e orizzontali in corrispondenza rispettivamente di ogni montante e dei solai che collegano le due facciate delimitando così singoli elementi detti 'cellule', dotati di aperture per immissione ed espulsione d'aria, poste alla base e alla sommità. Percorsi di ventilazione ridotti migliorano la ventilazione sia durante il periodo estivo che invernale, con un 'intercapedine profonda 20/30 cm. L'involucro viene dunque caratterizzato da una sequenza di celle con intercapedine indipendenti tra di loro, influenzando in grande misura sul risultato architettonico dell'intervento (è per questa motivazione che tale soluzione architettonica non risulta spesso applicata in caso di interventi di riqualificazione, ma su edifici ex-novo).



Si tratta dunque di facciate cosiddette attive, in quanto costituendo una doppia pelle, il paramento esterno è un vetro camera basso-emissivo, e quello

interno, risulta apribile per consentire l'accesso all'intercapedine ed è una lastra di vetro singolo. L'intercapedine ventilata, la cui larghezza può essere compresa tra alcuni cm ed alcune decine di cm, include il dispositivo di schermatura della radiazione solare. La profondità della doppia pelle utile a garantire un sufficiente moto d'aria è di 20-25 cm, da studiare e integrare in fase di progettazione per migliorare le caratteristiche e le qualità dei singoli involucri. Si tratta dunque di un sistema energetico architettonico e costruttivo indicato per ridurre sollecitazioni termiche ed acustiche particolarmente gravose, oppure in presenza di forti sollecitazioni dinamiche (vento, neve, pioggia). Sviluppi e ricerche mediante elaboratori elettronici hanno rilevato una riduzione del 20-30% di dispersioni di calore durante le stagioni fredde rispetto a facciate realizzate con tecnologie tradizionali, e miglioramenti per il comfort estivo valutabili tra il 10-20%. È la sfida architettonico-progettuale tipica di questo periodo con uno sguardo volto all'impatto ambientale e attento alla qualità dell'intero progetto: raggiungere elevati livelli di efficienza energetica dell'edificio mediante tecnologie innovative, sostenibili ed un involucro altamente performante.

## 3.4 TETTI VERDI

Il tetto verde è un tipo di copertura la cui parte superficiale è costituita da terriccio e piante. Questo tipo di "rivestimento" può essere utilizzato sia su coperture piane che inclinate, purché l'inclinazione non sia eccessiva.



La realizzazione di questo tipo di copertura rientra nella tradizione costruttiva dei paesi scandinavi e del nord europa: con terra e vegetali molte popolazioni si sono allenate per secoli a realizzare coperture ben isolate e protette da aria ed acqua, resistenti al vento e al fuoco, con materiali economici e facilmente reperibili.

Come è fatto il tetto verde



A partire dallo strato più esterno, il tetto verde è costituito da:

1Stratovegetale

E' la parte superficiale, quella che si vede e assomiglia ad una grande aiola o giardino pensile. Oltre che a seguire i propri gusti, è necessario scegliere le piante più adatte al clima del luogo, che possano coprire rapidamente la superficie del tetto.

- Strato vegetale di tipo estensivo. E' costituito da piante colonizzatrici e molto resistenti (muschi, piante carnose, graminacee, piante grasse) che non superino i 25 cm di altezza. E' possibile abbinare differenti tipi di piante in modo da avere un aspetto del tetto multicolore e variabile in base alla stagione. Per questo tipo di vegetazione è sufficiente un basso spessore di substrato (dai 3 ai 15 cm), che ha quindi un basso peso (30-100 kg/m<sup>2</sup>) e non va a sovraccaricare eccessivamente la struttura portante della copertura. La copertura di tipo estensivo, inoltre, non richiede particolare manutenzione, se non l'innaffiatura in caso di prolungati periodi di siccità. Tali caratteristiche rendono questo tipo di copertura adatto per edifici di grandi dimensioni, tetti inclinati ed abitazioni esistenti.

- Strato vegetale di tipo intensivo. La copertura verde di tipo intensivo o semi-intensivo è costituita da una vegetazione più alta e resistente, arbusti o vere e proprie piante, con base di tappeti erbosi. Questo tipo di copertura è raccomandato per giardini pensili di piccola o media superficie perché la vegetazione richiede un maggior strato di terreno, e comporta carichi strutturali maggiori (120-350 kg/m<sup>2</sup>) che devono essere previsti già in fase di dimensionamento del solaio. La presenza di piante di notevoli dimensioni comporta, inoltre, la necessità di assicurarle alla struttura portante con cavi e di innaffiarle regolarmente.

## 2.Substrato

Può essere costituito da terriccio, terra nera, compost (misto di terriccio e scarti di cucina, giardinaggio o potatura che vengono sottoposti a compostaggio) o da muschio di sfagno (pianta in grado di trattenere acqua in quantità fino a 10 volte superiore al suo peso).

## 3.Stratofiltrante

Lo strato filtrante è realizzato con tessuti immarcescibili, e serve a trattenere il terriccio del substrato che, se presente nello strato inferiore, potrebbe impedire il corretto deflusso delle acque.

#### 4.Stratodrenante

Lo strato di drenaggio serve ad accumulare una piccola parte di acqua necessaria a mantenere umido il sistema e ad assicurare la vita dello strato vegetale. Può essere realizzato con granulato di argilla espansa, sassi, ghiaia o tavole di polistirolo alveolato e rigato. Lo strato drenante deve allo stesso tempo far defluire l'acqua in eccesso attraverso gli elementi di scarico, in modo da evitare che le radici delle piante restino impregnate, cosa che ne comprometterebbe la salute.

#### 5.Stratoimpermeabilizzante

Lo strato di impermeabilizzazione può essere costituito da bitume, gomma o PVC. Particolare attenzione deve essere posta nella posa in opera di uno strato "antiradice" in tessuto non tessuto, che serve a proteggere l'impermeabilizzante e la struttura sottostante dall'infiltrazione di radici, potenzialmente dannose per l'integrità della copertura.

#### 6. Eventuale strato isolante

In condizioni climatiche particolarmente sfavorevoli si può decidere di inserire uno strato di isolamento termico. Poiché l'isolante termico è facilmente deperibile in presenza di umidità, esso deve essere posato al di sotto dello strato impermeabilizzante. Si deve prevedere la posa di uno strato anti-vapore tra l'isolante ed il solaio sottostante, in modo da evitare il passaggio di umidità dall'interno dell'edificio.

Al di sotto di questi strati vi è la struttura della copertura, che deve essere dimensionata a seconda del sovraccarico previsto.

### 3.7 L'ARCHITETTURA DEL VETRO

#### *Il vetro e l'architettura*

Secondo alcuni studiosi la parola window (finestra) deriva da “wind eye”, cioè occhio del vento.<sup>1</sup> La cosa non sorprende, poiché fino al rinascimento le finestre non erano munite di infissi con lastre di vetro. Anche se occasionalmente presente in alcune case aristocratiche e in alcune terme Romane, le lastre di vetro alle finestre cominciano ad apparire nelle case delle persone più abbienti alla fine del XIII secolo. Il processo di diffusione comunque non fu rapido e soltanto nel XIX secolo l'utilizzazione del vetro negli infissi iniziò a diventare comune in tutte le città europee, grazie anche alle innovazioni tecnologiche nel processo di produzione. Con l'uso del vetro alle finestre divenne possibile avere allo stesso tempo la luce naturale e comfort termico all'interno degli ambienti. A partire dalla seconda metà del XIX secolo nuove tecnologie di riscaldamento cominciarono a diffondersi, inizialmente negli edifici commerciali: sistemi centralizzati con radiatori o aria calda che permisero di creare microambienti artificiali confortevoli e luminosi anche nei più freddi giorni d'inverno. Da quel momento in poi il vetro comincia ad avere un ruolo sempre più importante nell'evoluzione dell'architettura. Nel 1914 in Germania P. Scheerbart scrisse una sorta di manifesto in favore dell'utilizzazione del vetro in architettura: Per innalzare la nostra cultura a un livello superiore siamo obbligati – ci piaccia o no – a trasformare la nostra architettura. E ciò sarà possibile soltanto se libereremo i locali nei quali viviamo dal loro carattere di spazio chiuso. Tuttavia possiamo fare ciò soltanto introducendo un'architettura di vetro, che lasci entrare la luce del sole, della luna e delle stelle nelle stanze, non soltanto attraverso scarse finestre, ma attraverso il maggior numero possibile di pareti, costituite interamente di vetro, di vetro colorato.<sup>2</sup> Il messaggio di Scheerbart ebbe successo, e il vetro proseguì la sua irresistibile ascesa dando vita a involucri interamente vetrati, resi possibili – va detto – dallo sviluppo dei sistemi di riscaldamento e raffrescamento, altrimenti gli edifici sarebbero stati invivibili. Grazie a questi impianti gli architetti si sentirono liberi da qualsiasi tipo di restrizione nella progettazione. Fino al XVIII secolo la tecnologia disponibile era integrata nell'architettura; dopo, l'arte dell'architettura andò sempre più divorziando dalla pratica del costruire e fare funzionare gli edifici la responsabilità di mantenere decenti condizioni ambientali finì nelle mani di altri ambiti professionali: da quelle dell'idraulico a quelle dell'ingegnere. Essi rappresentarono “altra cultura”, così aliena che molti architetti la tennero, e la tengono

ancora, in disprezzo. I prodotti e gli sviluppi di questa altra cultura sono stati tenuti il più possibile ai margini dell'insegnamento nelle scuole di architettura ...[il cui messaggio è:] ... Non preoccupatevi di tutte quelle stupidaggini ambientali, andate avanti con la vostra architettura.<sup>3</sup> Così gli architetti hanno smesso di tenere in considerazione alcuni elementari principi fisici e spesso hanno prodotto degli orrori in termini di comfort e impatto ambientale, anche se con un risultato di grande valore da altri punti di vista. Uno dei primi esempi significativi è rappresentato dalla Cité de Refuge di Le Corbusier, che scrive (1931): Avevamo cercato una occasione – essa è arrivata: l'alloggio Cité de Refuge per l'esercito della salvezza. Seicento anime povere, uomini e donne, vivono là. Noi abbiamo offerto loro gratuitamente l'ineffabile gioia di godere la piena luce del sole. Mille metri quadri di pareti di vetro illuminano ogni stanza dal pavimento al soffitto, da muro a muro.<sup>4</sup> Fu così che la parete di vetro chiusa ermeticamente, la sua esposizione a sud-ovest, e l'ineffabile gioia della piena luce del sole in un giorno caldo d'estate diedero luogo al primo caso documentato di surriscaldamento con serie conseguenze sulla salute degli occupanti. Il disperato bisogno di ridurre l'overdose di ineffabile gioia ebbe tuttavia un risultato positivo: l'invenzione di quell'importante elemento di protezione solare della facciata che è il brise-soleil, applicato successivamente alla facciata vetrata. La cosa non finì lì. Esasperando uno degli elementi della cultura dell'epoca, Le Corbusier affermò: Ogni nazione costruisce case adatte al proprio clima. In quest'epoca di compenetrazioni sul piano internazionale delle tecniche scientifiche, io propongo: un unico edificio per tutte le nazioni e tutti i climi... Non deve stupire; i temi energia e ambiente non si erano ancora incrociati con l'architettura: le esigenze primarie erano di altra natura. Oggi, qualsiasi manuale di architettura sostenibile inizia sottolineando che ogni clima deve avere la sua architettura, eppure le grandi firme attribuiscono sostenibilità alla loro architettura che usa gli stessi involucri dappertutto: Le Corbusier vive ancora. Dopo la seconda Guerra mondiale gli architetti operavano in un contesto vitale e dinamico pieno di grandi innovazioni tecnologiche, con una disponibilità di energia a bassissimo costo, sistemi di riscaldamento e condizionamento sempre più potenti ed efficienti e un nuovo processo di produzione per il vetro. Tutti questi aspetti, insieme al modello culturale che avevano ereditato, li portarono inevitabilmente ad un ulteriore passo avanti nella diffusione del vetro come materiale di rivestimento degli edifici, con una innovazione: non serviva più tanto per fare entrare la luce, quanto per fare risaltare l'edificio durante la notte tenendo le luci interne sempre accese. Dopo lo shock petrolifero del 1973 il cambiamento di atteggiamento nei confronti degli sprechi di energia trovò pronta l'industria del vetro: non

soltanto vetri colorati o riflettenti, ma anche doppi e tripli vetri e qualche anno dopo quelli basso emissivi. Così la marcia trionfale del vetro come involucro nell'architettura non fu fermata. Ma che c'è di male, dal punto di vista energetico e ambientale, negli involucri interamente vetrati? Vediamo, per tipo di vetro e di involucro.

### ***Vetri chiari***

A una facciata interamente vetrata corrisponde, all'interno, una grande superficie con un alto livello di luminanza; a ciò consegue il fenomeno dell'abbagliamento, che rende difficile e affaticante il lavoro d'ufficio e sgradevole l'ambiente. Di conseguenza, il confort visivo viene infatti solitamente ristabilito dagli occupanti oscurando le superfici vetrate con tutti i mezzi a disposizione, dalle veneziane, alle tende, agli scuri. Avendo sbarrato la via alla luce, per avere un'efficienza di visione sufficiente a svolgere le proprie attività si è ovviamente costretti ad accendere la luce artificiale. Risultato: notevoli perdite termiche attraverso la facciata (certamente maggiori di quelle che si avrebbero con muro isolato), bassi guadagni solari in inverno (le protezioni solari li riducono), non desiderati guadagni solari in estate (le protezioni interne investite dal sole comunque si riscaldano e cedono calore all'ambiente) e luci artificiali sempre accese. Migliori prestazioni termiche si possono ottenere con protezioni solari esterne, ma le luci staranno comunque accese tutto il giorno. È legittimo domandarsi: ma non fu forse per garantire la maggiore quantità possibile di luce naturale e una completa visione dell'ambiente circostante che si svilupparono le facciate continue vetrate? Domanda ancora più legittima se si pensa che una finestra ben dimensionata e progettata, invece, garantisce il giusto livello di illuminazione naturale, favorisce i guadagni solari in inverno e li riduce al minimo in estate, non provoca abbagliamento, permette di rapportarsi visivamente con l'esterno e, last but not least, costa infinitamente di meno.

### ***Vetri colorati***

Per ridurre l'effetto dell'abbagliamento di cui si è detto, l'industria del vetro si è inventata i vetri colorati (assorbenti) e riflettenti. Cosa succede però? Che nelle giornate estive soleggiate il vetro, assorbendo la radiazione solare, raggiunge temperature che facilmente superano i 40 °C, e l'emissione di radiazione infrarossa che ne deriva causa una sensazione di caldo torrido in tutti gli occupanti nelle zone circostanti, malgrado la

temperatura dell'aria sia sempre a 26 °C. D'altra parte durante le giornate fredde e senza sole in inverno il vetro si raffredda e nelle zone vicine si patisce una sgradevole sensazione di freddo, malgrado l'aria abbia la stessa temperatura degli altri ambienti. Nella maggior parte dei casi per ridurre questi effetti si usa soffiare una corrente d'aria fredda (in estate) o calda (in inverno) che lambisce la superficie del vetro, in modo da portarne la temperatura a valori vicini a quelli dell'aria interna. In questo modo le condizioni di comfort migliorano, ma le dispersioni e i conseguenti consumi inevitabilmente aumentano ancora di più. C'è un altro inconveniente ambientale derivante dall'uso del vetro colorato in facciata, specialmente se la tonalità di colore è fra il verde e il blu, generalmente la più apprezzata. La luce che riesce a penetrare dalla facciata risulta, anche in una giornata molto soleggiata, troppo fredda (alta temperatura di colore) a causa dell'effetto filtrante del vetro, diventando simile, come spettro, a quella di una giornata coperta, uggiosa – con conseguente analogo effetto psicologico. La conseguenza è che gli occupanti prendono il solo provvedimento che è a loro disposizione: accendere la luce artificiale anche se il livello di illuminamento sarebbe sufficiente, perché con questo supplemento di luce il fenomeno di attutisce. Basta guardarsi intorno per verificare che in tutti gli edifici che hanno l'involucro fatto con vetro colorato, anche nelle più luminose giornate di sole, le luci all'interno sono accese. Infine, un'ultima osservazione. I vetri colorati, anche quelli che lasciano passare i colori "caldi", per ridurre l'abbagliamento devono assorbire una certa quantità di luce naturale: sono fatti per questo. Quindi una vetrata di questo tipo che occupa tutta la parete esterna di un ambiente lascia passare la stessa luce di una finestra con vetro chiaro opportunamente ottimizzata: con molto meno vetro si ottiene lo stesso risultato, risparmiando energia e denaro. Insomma, vetro chiaro o vetro colorato, il risultato è sempre lo stesso: consumi energetici ingiustificatamente alti per evitare un altrimenti scarso comfort termico e visivo, altissimi costi.

### 3.8 IL SISTEMA A CAPPOTTO

Il sistema "a cappotto" serve per isolare in modo sicuro e continuo pareti costituite anche da materiali diversi; la diversità può riguardare il comportamento alle sollecitazioni termiche, le caratteristiche meccaniche, la conformazione superficiale. Queste diversità sono molto frequenti nelle costruzioni edili (tipico esempio: cemento armato e laterizio) e sono causa di diversi fenomeni, tra i quali la formazione di ponti termici. L'isolamento a cappotto può essere eseguito con il sistema a lastra (polistirolo, sughero, ecc.) o con l'utilizzo di un termointonaco.

Certificazione energetica degli edifici  
Nel quadro della normativa che riguarda l'efficienza energetica degli edifici, il Decreto Legislativo n° 311 del 2 febbraio 2007, che corregge ed implementa il precedente Decreto n° 192 del 19 agosto 2005, stabilisce che, a partire dal 1° gennaio 2006, si debba obbligatoriamente procedere alla Certificazione energetica degli edifici.

Il Decreto inoltre rende obbligatorio l'utilizzo di uno spessore minimo di isolante termico, spessore calcolabile sulla base di tabelle di riferimento che indicano i valori minimi di trasmittanza termica che si devono rispettare; questi valori variano in funzione della zona climatica dove l'edificio viene costruito e subiranno ulteriori riduzioni a partire dal 1° gennaio 2008 e dal 1° gennaio 2010.

La Certificazione energetica è obbligatoria per i nuovi edifici, e (gradualmente) per i passaggi a titolo oneroso degli immobili esistenti; inoltre permette di accedere ad incentivi ed agevolazioni fiscali.

Il documento, che dovrà essere sempre disponibile in caso di compravendita o locazione, conterrà tutti gli elementi per consentire all'utente di valutare ed eventualmente confrontare il rendimento energetico dell'edificio. La Certificazione prevede un sistema di classificazione degli edifici in Classi Energetiche; ad ogni classe corrisponde un determinato consumo energetico che viene espresso in KW/m<sup>2</sup> annuo; tale valore, diviso per 10, indica la quantità di m<sup>3</sup> di metano che devono essere utilizzati per riscaldare un m<sup>2</sup> di superficie interna utile dell'edificio. Pertanto ad ogni Classe Energetica (A+, A, B, ecc.) corrisponde

un determinato fabbisogno energetico che sarà tanto minore quanto più elevata sarà la classe di appartenenza. Il miglior risultato si ottiene quindi aumentando le prestazioni energetiche degli edifici, intervenendo sulle caratteristiche di isolamento termico della struttura e degli infissi.

Inoltre, l'attestato di Certificazione dovrà essere corredato da suggerimenti in merito agli interventi più significativi ed economicamente convenienti per il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edificio interessato.

Risparmio energetico e tutela dell'ambiente

Una buona coibentazione dell'involucro esterno degli edifici permette di ridurre notevolmente le dispersioni termiche verso l'esterno, da cui ne deriva un considerevole risparmio economico dovuto alla riduzione sia delle spese di riscaldamento che di quelle di raffrescamento.

Inoltre l'applicazione di un isolamento termico all'esterno dell'edificio significa anche, nel periodo invernale, poter sfruttare al meglio l'inerzia termica della muratura: il calore accumulato dal muro durante le ore in cui è in funzione l'impianto di riscaldamento viene rilasciato gradualmente nei periodi in cui l'impianto è spento, rendendo quindi più gradevole la temperatura anche nei momenti in cui non si produce calore. Limitare i consumi energetici, oltre a ridurre le spese di gestione, permette anche di ridurre le emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) in un'atmosfera già fortemente inquinata.

Comfort ambientale e benessere termico igrometrico La natura e le caratteristiche degli involucri esterni incidono notevolmente sulle risposte termiche e igrometriche degli edifici condizionando il comfort ambientale; in particolare il comportamento delle superfici esterne dipende dai materiali che le costituiscono e dalla presenza o meno di uno strato isolante. Sulla base delle caratteristiche di termoregolazione del corpo umano, la situazione di comfort abitativo si raggiunge quando la temperatura delle superfici di pareti e pavimenti interni è molto vicina a quella dell'ambiente. Un corretto isolamento termico consente di mantenere elevata la temperatura della superficie interna riducendo, o addirittura annullando, la differenza rispetto a quella ambientale, evitando così inutili sprechi di energia. Un insufficiente isolamento termico porta anche alla formazione di ponti termici, in particolare in corrispondenza di nicchie, radiatori, spigoli esterni, architravi e pilastri

in calcestruzzo, ecc., che incrementano ulteriormente la dispersione del calore: questa situazione può provocare la riduzione delle temperature delle superfici interne dell'edificio, determinando la formazione di condense e conseguentemente di muffe e pregiudicando così la salubrità degli ambienti. L'obiettivo di un adeguato isolamento termico è quello di eliminare la possibile formazione dei ponti termici mantenendo le temperature delle superfici interne il più elevate possibili, in modo da evitare così la formazione di condense e muffe. Durabilità e protezione delle facciate Le escursioni termiche determinano la formazione di tensioni sulla superficie esterna delle strutture murarie a causa della diversa dilatazione termica che caratterizza i vari materiali che le compongono; di conseguenza è molto probabile che in facciata si possano formare fessure e crepe più o meno evidenti, che favoriscono le infiltrazioni d'acqua e quindi i fenomeni di disgregazione e rottura delle finiture e degli intonaci. Un adeguato isolamento termico evita il verificarsi di tali fenomeni e quindi protegge e prolunga l'integrità e la vita dell'edificio stesso. Tutela del clima e dell'ambiente, bassi costi di gestione e benessere abitativo sono argomenti fondamentali che si possono soddisfare utilizzando un adeguato sistema di isolamento termico.

## Capitolo 4

### DOVE VA LA SOSTENIBILITA'

#### 4.1 EDILIZIA SOSTENIBILE UN PROCESSO IN CONTINUO SVILUPPO

##### *Gli scenari in evoluzione*

Una promessa: gli “scenari energetici” non rappresentano previsioni sugli andamenti della domanda e dell’offerta di energia. Costituiscono piuttosto descrizioni di “traiettorie” di evoluzioni plausibili: essi dovrebbero contribuire a fare chiarezza sulle conseguenze che politiche e misure messe in essere possono avere sul nostro futuro energetico.

Nel 1995 una delle maggiori compagnie petrolifere mondiali diffuse uno studio che descriveva due percorsi di evoluzione della domanda globale di energia nel lungo termine, sviluppati a partire dal tentativo di fornire la risposta a due diverse domande.

Alla prima questione – cosa comporterebbe un miglioramento dell’efficienza energetica, nei prossimi anni, a un ritmo assai più elevato di quello registrato nel passato? Si rispondeva lo *scenario della dematerializzazione*. La seconda questione – quale sarebbe, nel XXI secolo, l’effetto di una diffusione delle rinnovabili, analoga a quella registrata dal petrolio nel XX secolo? Si rispondeva, invece, proponendo lo *scenario crescita sostenuta*.

Questo secondo scenario, esplorando il potenziale di penetrazione delle Fer, puntava per il 2050 su una quota di rinnovabili prossima al 50% del consumo mondiale di energia. Questa quota è stata molto dibattuta, essendo probabilmente tra i potenziali più elevati assegnati alle rinnovabili per il 2050..

Più recentemente, nel 2001, la stessa compagnia ha diffuso un altro studio che propone due nuovi scenari: *a) dinamiche abituali e b) lo spirito dei tempi nuovi.*

Oltre a rifarsi ad un orizzonte temporale più ravvicinato, queste due prospettive si avvalgono di dati di base aggiornati rispetto allo studio precedente. Innanzitutto, la crescita della popolazione mondiale riprende le stime più recenti delle Nazioni Unite, che prevedono 8,5 miliardi di persone al 2050 e circa 10 miliardi al 2075.

Si assume che il consumo di energia pro capite vari in funzione del reddito medio della popolazione in modo analogo nei vari paesi. Più precisamente, per bassi livelli di reddito il consumo di energia aumenta decisamente al crescere del reddito. Quando questo raggiunge circa euro 15.000, l'ulteriore crescita economica richiede meno energia. In questa fase, infatti, lo sviluppo economico è assicurato, in parte considerevole, dal settore dei servizi, meno energivoro degli altri comparti economici. Infine quando il reddito pro capite è prossimo agli 25.000 euro lo sviluppo economico richiede ridotte quantità di energia ulteriore.

I paesi di più recente industrializzazione sarebbero in grado di percorrere la traiettoria di consumo appena descritta più velocemente: essi infatti si avvantaggiano direttamente delle tecnologie meno costose e più efficienti, già approntate nei paesi che li hanno preceduti nello sviluppo.

Le nuove tecnologie, incluse le rinnovabili, per diffondersi nel mercato energetico devono superare barriere all'ingresso dovute proprio alle opzioni già consolidate. Inoltre, cambiamenti sostanziali nelle abitudini di consumo richiedono rilevanti interventi infrastrutturali, costosi e lunghi da realizzare.

Le traiettorie descritte dai due scenari forniscono una chiave per rispondere a tre questioni fondamentali:

- a) quale rilevanza avrà la scarsità delle risorse di energia nella traiettoria dello sviluppo energetico?

- b) In che modo le nuove tecnologie competevano con quelle già in essere nell'influenzare il sistema energetico del futuro?
- c) Quanto peseranno le scelte collettive e gli stili di vita delle persone nella definizione dei percorsi che si intraprenderanno nel settore?

### **Lo scenario “dinamiche abituali”**

In questo scenario il principale motore della trasformazione e dello sviluppo è la chiara priorità assegnata alla realizzazione di un sistema energetico pulito, sicuro e sostenibile, urgenza assunta dalla collettività nel suo insieme. La transizione verso tale sistema energetico non risulta, però, priva di ostacoli.

Innanzitutto vi è l'esplosione della richiesta di energia da parte dei maggiori paesi in via di sviluppo (per esempio la Cina e l'India), che si accompagna alla loro crescita economica, a fronte del debole incremento della richiesta di energia che si registra nei paesi avanzati. Secondo questo scenario, l'approvvigionamento di energia sarebbe reso possibile da miglioramenti dell'efficienza dei processi di produzione e di sfruttamento delle fonti, in un contesto di mercato aperto e senza particolari restrizioni. Ento il 2050 la domanda mondiale di energia raddoppierebbe rispetto all'attuale, con tassi medi di crescita annua dell'1,8% fino al 2025 e dell'1,2% nel periodo 2025-2050.

Nel settore dei trasporti, in particolare, si assisterebbe, tra il 2010 e il 2015, all'introduzione di autoveicoli a consumo molto basso, circa 50 km per litro di carburante. La richiesta di prodotti petroliferi, però, non diminuirebbe perché sarebbe sostenuta dalla necessità crescente nei Pvs. Il gas naturale giocherebbe un ruolo chiave per il suo ridotto impatto sull'ambiente, supererebbe il carbone, in termini di utilizzazione, e potrebbe competere con il petrolio.

Le rinnovabili registrerebbero una crescita elevata nel corso dei primi due decenni del secolo: i tassi di aumento annuali sarebbero superiori al

105 fino al 2025. Nel periodo 2025-2050 i biocombustibili continuerebbero ad aumentare del 10% all'anno, mentre le altre rinnovabili del 5,5%.

La taglia delle turbine eoliche raggiungerebbe i 3 MW di potenza e il costo dell'elettricità prodotta diminuirebbe ulteriormente. A questo riguardo giova ricordare che il costo dell'elettricità prodotta dai generatori eolici è già diminuito, negli ultimi 20 anni, di circa il 10% all'anno, in termini reali. Questa riduzione è stata ottenuta principalmente grazie alla scelta più accurata dei siti di installazione delle centrali, all'ottimizzazione della progettazione, a economie di scala nella fase industriale e al miglioramento dell'affidabilità degli impianti. Infine, non bisogna sottovalutare il forte stimolo ricevuto dalle favorevoli politiche portate avanti da diversi governi, particolarmente in Europa.

Con la realizzazione di impianti di fabbricazione capaci di produrre fino a 200 MW di celle solari all'anno, anche il fotovoltaico, avvantaggiandosi delle economie di scala, percorrerebbe con decisione la sua curva di apprendimento.

Il costo della coltivazione della biomassa, in particolare di quella legnosa, sarebbe ridotto dall'utilizzazione di specie selezionate geneticamente. La conversione in elettricità (e in combustibili liquidi) diventerebbe competitiva portando alla taglia industriale installazioni già realizzate in scala pilota. La riduzione dei costi dell'eolico, del fotovoltaico e delle tecnologie di utilizzo della biomassa sarebbero molto pronunciate.

Bisognerebbe, comunque, attendere il 2050 per soddisfare, con le rinnovabili, circa un terzo della domanda di energia mondiale e praticamente tutta la nuova richiesta di energia. Questa transizione sarebbe resa possibile dalla disponibilità di sistemi di accumulo dell'energia veramente convenienti e con lo sviluppo e la diffusione della nuova generazione di tecnologie rinnovabili, come ad esempio il fotovoltaico basato su materiali preparati in strati ultrasottili.

Il costo dei moduli fotovoltaici infatti diminuirà, nei primi vent'anni del secolo, grazie soprattutto alle economie di scala, alla maggiorazione dei processi, al ridotto utilizzo di materiale e con l'aumento dell'efficienza di conversione dell'attuale tecnologia a silicio cristallino. Attorno al 2025, poi, sarà finalmente disponibile una tecnologia di fabbricazione completamente

differente da quella esistente, basata su celle solari, estremamente economiche, fabbricate con materiali in strati sottili.

All'orizzonte temporale 2050 l'offerta delle fonti sarà più diversificata e complessa dell'attuale. Considerando il contributo congiunto di biocombustibili, idroelettrico e delle altre rinnovabili (eolico, solare, geotermia e biomassa) risulta che il 33% della domanda mondiale di energia è soddisfatta dalle rinnovabili; allo stesso orizzonte temporale, il petrolio contribuirebbe per circa il 27%, il gas naturale per meno del 21% e il carbone per il 14% circa. Se, collocandoci all'anno 2050, supponessimo di guardare agli anni precedenti, la traiettoria descritta apparirebbe coerente con le dinamiche già in essere all'inizio del secolo. La richiesta chiara e condivisa di un sistema energetico pulito e sostenibile giocherebbe un ruolo chiave nello spostare i consumi verso combustibili a contenuto di carbonio sempre più basso. Per i costi elevati, ma anche per il diffuso sentimento di ostilità verso questa tecnologia, il nucleare appare complessivamente in declino, soddisfacendo, anno 2050, meno del 4% della richiesta di energia.

Secondo questa prospettiva le necessità e le preferenze della popolazione saranno soddisfatte con tecnologie e sistemi completamente nuovi, che richiederanno molte sperimentazioni per affermarsi e che registreranno diversi fallimenti. Dispositivi e apparecchiature svolgeranno le loro funzioni usando meno materiale o materiali più leggeri, grazie a migliori capacità di progetto e allo sviluppo di nuovi composti. Le fibre di carbonio, ad esempio, sono quattro volte più leggere dell'acciaio e due volte più forti. I trasporti su strada vedrebbero convergere motivazioni di carattere sociale (ad esempio riduzione dell'inquinamento nei centri urbani) ed economico (diminuzione dei consumi): saranno disponibili nuove tecnologie (alcune adattate direttamente da applicazioni spaziali, come le celle a combustibile), combustibili alternativi e materiali leggeri. Come risultato, la nuova generazione di autoveicoli sarà più efficiente dell'attuale. Proprio l'industria automobilistica sarebbe fra i protagonisti di questa rivoluzione, spezzando la dipendenza che lega all'industria petrolifera e sviluppando un sistema di propulsione elettrico alimentato da una cella a combustibile, rifornita con idrogeno o metanolo. Una cella (o pila) a combustibile si comporta, in pratica come una batteria che non si scarica mai, fin quando alimentata, ad

esempio, con idrogeno oppure metanolo. Questi combustibili, ricavati dal petrolio, dal gas naturale o dalla biomassa, saranno contenuti in una cartucci di ricarica che si potrà acquistare nei supermercati o prelevare dai distributori automatici. In questo modo il settore dei trasporti si affrancherà della necessità di un'infrastruttura per la distribuzione dell'idrogeno, necessario per caricare le pile a combustibile, e allenterà la dipendenza dall'industria petrolifera. L'infrastruttura di distribuzione dei combustibili rappresenta, infatti, il vincolo strategico più importante a uno sviluppo tecnologico indipendente dell'industria automobilistica.

Dopo il 2030 la crescente richiesta di idrogeno potrebbe essere soddisfatta con elettrolisi, utilizzando l'elettricità di grandi impianti che sfruttano fonti rinnovabili e nucleare.

La domanda di energia al 2050 approderebbe quindi ad un valore triplo rispetto all'attuale, con il gas naturale grande protagonista, a coprire quasi un terzo della richiesta. Il petrolio si ridurrebbe al 15% e il carbone al 10%: a questo contributo bisogna però aggiungere quello fornito dal metano e dall'idrogeno (8%) ottenuti dal carbone. Le rinnovabili contribuirebbero nell'insieme a circa il 28% della domanda complessiva mentre, allo stesso orizzonte temporale, il nucleare sarebbe prossimo al 7%.

## **4.2 LE PROSPETTIVE DI CRESCITA –DALLA SCALA URBANA ALL’EDIFICIO**

L’uomo ha in tutte le epoche cercato di migliorare le prestazioni delle proprie abitazioni, sia nel senso della confortevolezza che dell’igiene. Per ottenere questi risultati è in uso fin dall’antichità operare alcune scelte: il sito dove costruire, il migliore orientamento degli edifici nei confronti dell’esposizione solare e dei venti, i materiali da costruzione (sempre mediata dalle opportunità ambientali), le piante e gli animali (dentro e fuori casa) e infine l’invenzione di dispositivi igienici e lucidi di vario tipo. Queste ricerche si manifestano anche in forme puramente artistiche esoteriche.

La materia di studio si è notevolmente ampliata, dando vita ad una moltitudine di studi, definizioni e applicazioni.

Il termine “bioclimatico” in architettura sottintende la “vita” nell’edificato in relazione al “clima” del luogo, cioè all’esigenza che la progettazione in tutti i suoi aspetti tenda a garantire la confortevolezza delle abitudini avvalendosi delle opportunità climatiche e ambientali della zona. Il termine “ecologico” in architettura si riferisce al rapporto tra l’edificio e gli elementi che interagiscono con esso, sia all’interno che all’esterno e quindi un più esplicito interesse per la ricerca di un equilibrio ambiente-architettura conseguendo il minor impatto ambientale. Il termine “sostenibile” applicato all’architettura si riferisce alla ricerca delle soluzioni costruttive che massimizzano il benessere dei fruitori attuali garantendo contemporaneamente alle generazioni future la possibilità di conseguire lo stesso risultato, nella consapevolezza che le risorse sono limitate e che lo sperpero e l’inquinamento possono diventare insostenibili per le popolazioni future. Gli studi di architettura bioclimatica, architettura ecologica e architettura sostenibile non si escludono l’un l’altro, ma sono l’uno estensione dell’altro. L’architettura è sostenibile quando consegue il massimo benessere della vita che ospita e si pone in armonioso equilibrio con l’ambiente nel quale si inserisce, secondo le esigenze attuali e per il tempo a venire.

Sono molte le materie di studio che interagiscono in un progetto che abbia le finalità sopra descritte, giungendo ad una complessità tale per cui diventa ovvio operare delle scelte progettuali che, pur limitando l’efficacia

delle singole opportunità, massimizzano il risultato. Nell'ottica dello studio per la sostenibilità di un'opera è infatti fondamentale conseguire il minimo utilizzo di energie non rinnovabili o inquinanti piuttosto che realizzare eccellenti risparmi energetici. Questi studi si basano sui bilanci energetici di produzione ed esercizio degli edifici, valutando la provenienza dei materiali (riciclaggio), i processi produttivi (energie rinnovabili), i trasporti in cantiere (riuso dei materiali), l'assemblaggio ed infine i costi energetici di esercizio.

Nel calcolo di tutte queste opportunità non devono mai essere persi di vista gli obiettivi del progetto, in quanto si potrebbe essere tentati di realizzare "l'elemento perfetto" al posto di quello desiderato. Nella stretta logica dei bilanci energetici non è quantificato il valore dello stile o del benessere psicologico che dipendono dalla sensibilità del progettista e di chi realizza l'opera.

Sempre più ampi e importanti settori della società hanno acquisito consapevolezza rispetto a scelte indirizzate verso la sostenibilità. Nell'urbanistica e nell'architettura il concetto di sostenibilità si traduce, nelle fasi di pianificazione, progettuale ed esecutiva, in un approccio complesso, basato sull'attenzione per la salute e il benessere umani e sulla corretta gestione dell'ambiente e del territorio nel suo sistema globale di risorse.

Per raggiungere questi due obiettivi, la salute dell'uomo e la salute del pianeta, è necessario incoraggiare le forze produttive in edilizia alla ricerca e alla sperimentazione, in particolare sull'innovazione nei processi di produzione e nei procedimenti costruttivi, sui dispositivi regolamentari in materia di progettazione edilizia e di pianificazione, sulla produzione distribuita di energia da fonti rinnovabili, all'uso di metodi di pianificazione e di progettazione multi-disciplinari, aperti a differenti competenze professionali, che operino sui modelli di comportamento abitativo e sull'integrazione fra sistema edilizio, i nuovi elementi costruttivi e gli impianti, anche rivolti all'utilizzo delle energie rinnovabili.

Tuttavia il presupposto irrinunciabile per raggiungere lo sviluppo sociale e civile di ogni paese è legato alla democrazia politica, analogamente la democrazia urbana è il fattore di crescita del confronto per un processo di trasformazione del territorio, sostenibile, ordinato e credibile. Architettura

come Democrazia, dunque. Architettura che vuole e deve affrontare e risolvere problemi concreti che interessano e coinvolgono tutti, sfuggendo agli eccessi dell'individualismo.

Questo principio dovrebbe divenire consuetudine in tutti i paesi. Tanto più in Italia, per superare sia l'urbanistica quantitativa del dopoguerra, dominata dai vincoli, che ha prodotto anche il disastro dei condoni, sia l'attuale iperliberismo senza regole, diffuso in alcune realtà, dove quasi tutto si affida ai privati. Occorre promuovere, quindi, programmi di progetto, i masterplan. Ciò significa che quando si progetta un'opera pubblica si deve verificare l'impatto: spaziale, sociale, sulla mobilità, e così via. E in questo processo va garantita la partecipazione delle comunità interessate. Anche da questo punto di vista gli architetti sono chiamati a svolgere sempre di più un ruolo importante nel complesso della società italiana, un ruolo di ponte tra i cittadini e le istituzioni, ad ogni livello.

Quindi è l'identità tra architettura e cultura che va recuperata nella formazione, un dibattito che deve andare oltre le mere considerazioni sulle incongruità estetiche o etiche tra architettura e le città. L'architettura deve recuperare tutto il suo prestigio, pena il suo ridursi a sola "edilizia" e a una mediocre offerta ai cittadini. E ritrovare la sua sostanza, confrontare il suo divenire rispetto alla realtà di oggi, ricoprire il suo senso come cultura della possibilità, contrapposta alla sua effettualità. Le nuove generazioni si devono fare promotrici della trasmissione della cultura dell'umanità, di generazione in generazione.

L'architettura del terzo millennio ha il compito di favorire e semplificare il rapporto tra il territorio e i suoi abitanti e tra gli stessi abitanti. Per farlo non può essere neutrale, ripetitiva e asettica, poiché deve garantirci la funzionalità degli spazi, valore, questo, sempre più prezioso. E' in questo senso che Architettura e Speranza costituiscono un binomio indissolubile in quanto, oggi, la prima trova il suo senso quando il suo fare è concepito come un atto di speranza verso la realtà in cui opera. Per questo motivo l'architettura del Terzo Millennio è chiamata a svolgere anche un ruolo civile e politico, per migliorare la convivenza e l'integrazione sociale. Si fa carico dell'impegnativo compito di recepire l'aspirazione a far vivere meglio, facendo propri i bisogni della società: nel rinnovamento dei centri urbani

storici europei, nella complessità delle megalopoli del Terzo mondo o nel rapportarsi con le vertiginose dinamiche demografiche. Questo può avvenire solo ricollocando “l’abitare” nel territorio, valorizzando le risorse ambientali, ma anche quelle culturali (e multiculturali), esaltando le differenze e i valori locali. I nuovi sistemi di abitazione devono, infatti, disporre di accorgimenti tali da ridurre l’inquinamento e i consumi, aumentando il confort e le comodità, per consentire una crescita in termini di benessere e di qualità.

### **L'Ambientalismo come vettore di espansione economica**

A metà degli anni ottanta, le autorità cittadine avviarono una strategia regionale di pianificazione energetica, con la collaborazione dell'azienda comunale per l'energia e le risorse idriche (Freiburgrger Energie und Vasserverorung AG).

Nel 1996 il consiglio comunale della città ha adottato un piano di protezione ambientale, il cui obiettivo principale è la riduzione del 205 delle emissioni di CO2 entro il 2010. Per arrivare a questo risultato il consiglio ha individuato due priorità:

- Promuovere l'uso delle energie rinnovabili, in particolare quello dell'energia solare;
- Sostenere misure di risparmio energetico, sia negli edifici pubblici che in quelli privati.

Freiburg in Breisgau è una città universitaria in rapida crescita, con un'amministrazione in cui la presenza ambientalista ha un grande peso. Gli strumenti di pianificazione a scala regionale predisposti durante gli anni Novanta hanno dato un Forte stimolo alla partecipazione attiva degli abitanti nell'applicazione dei principi di sviluppo sostenibile. Alle elezioni comunali del 1999 il partito dei Verdi ha ottenuto una crescita consistente, ottenendo il 20% dei consensi.

Un sistema di trasporti pubblici ben pianificato, la precedenza a pedoni e ciclisti nell'organizzazione delle strade urbane, un buon sistema di differenziazione e riciclaggio dei rifiuti domestici e uno sfruttamento dell'energia solare diffuso e integrato nel costruito sono cose che a Friburgo appartengono alla quotidianità. Più della metà degli spostamenti che avvengono nella città si effettuano in bicicletta (ci sono circa 160 Km di piste ciclabili), con tram o con la rete ferroviaria regionale.

Altri effetti positivi indiretti sono la creazione di 10.000 posti di lavoro in campo ambientale, oltre a un parco tecnologico incentrato sull'industria biotec, nato grazie all'azione congiunta di aziende, università e autorità locali. E' stata anche fondata una organizzazione per il turismo verde, la Freirug Futour, che organizza visite con guide in diverse lingue ai molti elementi di rilevante interesse ambientale presenti nella città.

## Il Vauban



Il quartiere Vauban di Fdriburgo (Germania) prende nome da quello di una caserma francese usata dall'esercito fino al 1992. Quando i francesi lasciarono la caserma i pianificatori della città e molti cittadini videro in questa un'occasione unica per creare su quest'area un nuovo quartiere residenziale. L'area dista dal centro città solo circa 2 Km e confina con una zona verde destinata allo sport e allo svago. Il Comune di Friburgo ha

quindi comprato l'area di 38 ha dal Governo Tedesco per trasformarla in un quartiere di alta densità per differenti gruppi sociali. Il programma di sviluppo urbanistico prevede la creazione di alloggi per 5.000 abitanti e 600 posti di lavoro.

Già nella fase iniziale, dieci dei vecchi edifici militari vennero dati dal Comune all'Organizzazione degli Studenti e all'iniziativa alternativa residenziale S.U.S.I. che li hanno ristrutturati ecologicamente e trasformati in alloggi per 600 studenti. La rimanente area è stata suddivisa in piccoli lotti e venduti dal Comune principalmente a privati e a gruppi locali per i quali è auspicato il loro insediamento in prossimità del centro città. Questa lottizzazione facilita inoltre la creazione di differenti tipologie abitative ed architettoniche. Dopo un lungo dibattito il Consiglio comunale decise la demolizione degli edifici di minore pregio presenti sull'area, ad eccezione della mensa ufficiali destinata ad essere trasformata in un centro del cittadino. Tra il 1992 e il 1996, prima dei lavori di risistemazione, una parte dell'area veniva occupata da un accampamento di nomadi, da una cucina per persone senza tetto, da alloggi dell'Esercito della Salvezza e da un centro autonomo giovanile. La proposta di integrare queste utenze nel progetto di recupero è stata respinta dal Consiglio Comunale, il quale temeva l'opposizione da parte degli investitori privati, perciò il dibattito si concentrò sul problema di trovare altri siti su cui dislocare queste utenze. Sono però allo studio nuove iniziative che chiedono la trasformazione di alcuni degli edifici militari rimasti in centri culturali e sociali.

### **Il programma di sviluppo del quartiere Vauban**

Già prima della progettazione urbanistica, il Comune di Friburgo, proprietario dell'area, aveva formulato gli obiettivi da raggiungere con il progetto:

- ❖ Creazione di abitazioni in prossimità del centro città
- ❖ Commistione delle funzioni abitative e lavorative
- ❖ Creazione di alloggi per differenti categorie sociali
- ❖ Lotti piccoli e medi per consentire la creazione di differenti stili abitativi

- ❖ Conservazione/sviluppo delle aree verdi esistenti e creazione di nuove
- ❖ Smaltimento naturale e uso delle acque piovane
- ❖ Priorità dei trasporti pubblici, creazione di vie pedonali e ciclabili
- ❖ Allaccio di tutti gli edifici alla centrale termica comunale
- ❖ Tutti gli edifici a basso consumo energetico
- ❖ Creazione di un centro di quartiere con negozi e servizi di necessità quotidiana
- ❖ Creazione di un ambiente accogliente per famiglie e bambini
- ❖ Attiva partecipazione della cittadinanza al progetto

La programmazione e la progettazione del nuovo quartiere segue il concetto di “pianificazione didattica”, che significa un’elevata flessibilità nel reagire a nuove esigenze emergenti e nuove proposte da parte della cittadinanza.



**Il Forum Vauban**

Lo sviluppo del quartiere sostenibile Vauban è strettamente collegato all'attività del FORUM VAUBAN. Il FORUM venne costruito, nel 1994, da alcuni cittadini sensibili che vedevano nel recupero e nella riqualificazione dell'area militare un'occasione unica per realizzare un quartiere residenziale ecologico modello. Dal 1995 il FORUM organizza gruppi di lavoro, campagne d'informazione e altre manifestazioni relative allo sviluppo del quartiere.

Il FORUM, costituito come associazione senza fine di lucro, ha 300 soci circa ed oggi è l'ufficiale responsabile della partecipazione della cittadinanza al processo progettuale e realizzativi del nuovo quartiere. Il concetto di quartiere socio-ecologico è nato proprio dal lavoro dei gruppi, aperti a tutta la cittadinanza.

Un piccolo gruppo di collaboratori fissi, un direttivo part-time e vari gruppi volontari svolgono i lavori materiali ed organizzativi dell'associazione. I fondi finanziari del FORUM derivano dalle quote d'iscrizione, da donazioni, da servizi pagati e da contributi pubblici. Negli anni 1997-1999, per la coordinazione del progetto "Realizzazione del quartiere sostenibile Vauban", il FORUM ricevette un sostegno finanziario da parte dell'UE nell'ambito del programma LIFE.

I cittadini partecipano con le loro idee su vari livelli. I gruppi di lavoro si riuniscono all'incirca ogni quattro settimane. In queste riunioni si discutono problemi come "traffico", "energia", "comunità abitative" e "questioni femminili". Altri temi come "vie residenziali" e "cinture verdi" vengono affrontati in workshops co-organizzati dall'amministrazione comunale. Il FORUM organizza, inoltre, riunioni dei residenti, incontri informali e corsi pratici e pubblica il notiziario del quartiere "Vuban aktuell".

Il FORUM è membro consultivo del gruppo consiliare del Comune per il quartiere Vauban. Nelle riunioni del gruppo, consiglieri del Comune e rappresentanti dell'amministrazione comunale discutono le questioni relative allo sviluppo del quartiere, prima del voto nel Consiglio Comunale. Molti suggerimenti della popolazione sono pertanto stati portati, con successo, dal FORUM al voto nel Consiglio.

Nella fase iniziale, un lavoro di massima importanza consisteva nell'individuazione dei futuri abitanti del quartiere. A questo scopo, il

FORUM, insieme all'amministrazione comunale, organizzò la campagna "Primavera dell'abitare a Friburgo", nell'ambito della quale è stato presentato al grande pubblico l'indirizzo ecologico del progetto. La campagna consisteva nella distribuzione di volantini, nell'affissione di manifesti, nonché in una mostra mobile presente sulle piazze della città e in occasione di mercatini.

Per il loro impegno esemplare e la cooperazione con la cittadinanza, la città di Friburgo e il FORUM sono stati scelti dal Governo tedesco per presentare il lavoro svolto, come "best practice", alla conferenza mondiale dell'abitare HABITAT II ad Istanbul. Il FORUM è l'iniziativa residenziale S.U.S.I. hanno anche ricevuto il "Premio Ambiente" del Comune di Friburgo. Questi avvenimenti hanno ulteriormente accresciuto l'interesse della cittadinanza nei confronti del progetto.



Nel 1999 il FORUM ha pubblicato il libro "Lo sviluppo sostenibile inizia nel quartiere", un manuale per urbanisti, amministratori comunali, cooperative e iniziative cittadini.

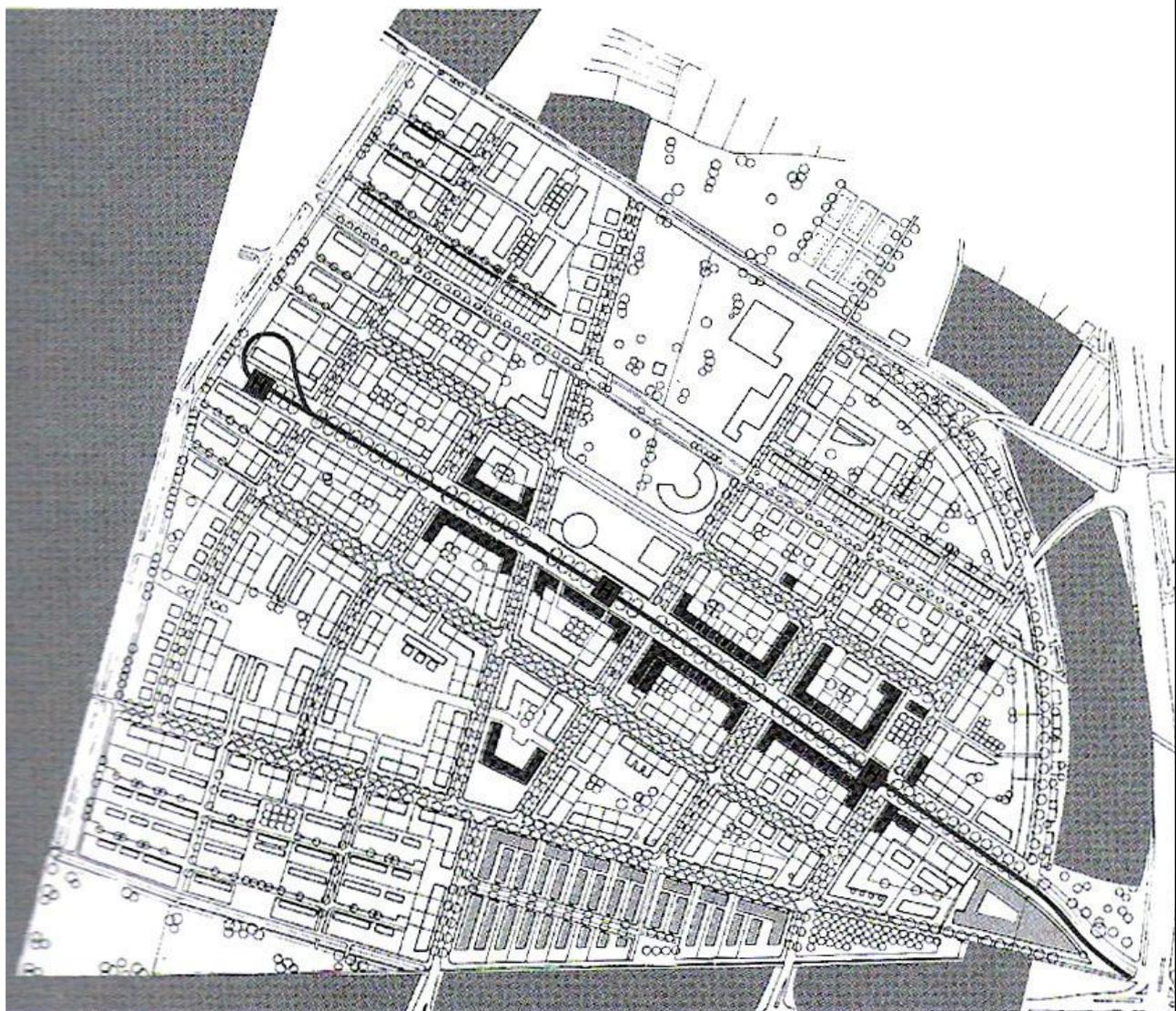
Il quartiere solare "Am Schlierberg" dell'architetto Rolf Disch sorge a sud del centro storico di Friburgo ed è stato costruito secondo i criteri di "ecologia" e di "efficienza energetica". In bicicletta, il centro città è raggiungibile in soli 10 minuti. Nelle immediate vicinanze si trovano tutti i

servizi per la vita quotidiana: supermercati, panetterie, farmacia, studi medici, ecc.

Case che producono più energia di quella che consumano. Nel quartiere solare “Am Schlierberg” la visione di un’architettura solare ed ecologica è già divenuta realtà. Il progetto comprende 50 case a schiera immerse nel verde, di cui 47 già realizzate, che producono più energia di quella consumata dagli abitanti.

Le falde dei tetti, esposte verso sud, sono interamente ricoperte da pannelli fotovoltaici che producono energia elettrica. Le case diventano così vere e proprie centrali che forniscono energia senza inquinare e per i proprietari rappresentano anche una fonte di guadagno.

Per questa ragione sono chiamate Plusenergiehauser.



Le case possiedono un isolamento termico molto efficiente ed un impianto di ventilazione che consente di riscaldare l'aria fredda invernale con quella calda dell'aria esausta. Rispetto ad una casa convenzionale, una casa solare di questo tipo richiede solo un decimo dell'energia per il suo riscaldamento. Al riscaldamento contribuisce anche il sole che in inverno penetra dalle finestre esposte a sud, mentre, in estate, il tetto solare e i balconi ombreggiano le finestre e, pertanto, le temperature rimangono sempre in un intervallo gradevole.

Il sistema costruttivo delle case consiste in telai di legno ed elementi di tamponatura, anche in legno, con uno spesso strato di isolamento termico esternamente rivestito con doghe di legno. Le finestre sono dello stesso tipo usato negli edifici passivi ( $U < 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).



I balconi sono costruzioni metalliche montate, come elementi indipendenti, davanti alle facciate sud in modo tale da non creare ponti termici.

Ogni famiglia ha a disposizione un annesso per attrezzi da giardinaggio, biciclette e motorini.

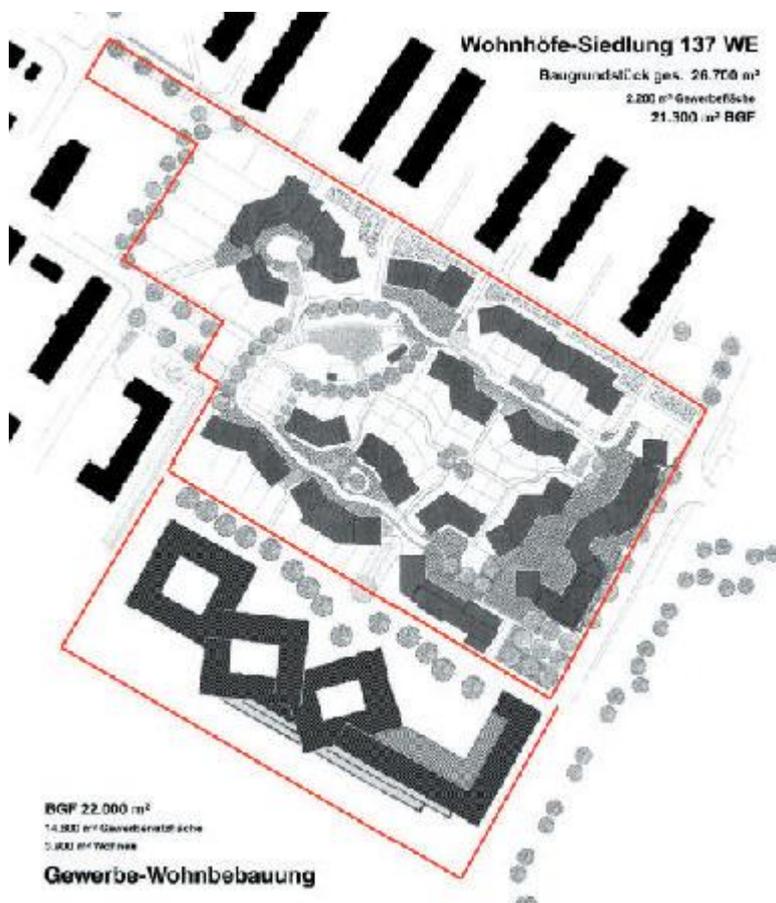
La programmazione e la progettazione del nuovo quartiere segue il concetto di "pianificazione didattica", che significa un'elevata flessibilità nel

reagire a nuove esigenze emergenti e nuove proposte da parte della cittadinanza.

Materiali naturali e un design esistente creano un ambiente abitativo affascinante e salubre. Al benessere abitativo contribuisce anche la luminosità degli ambienti illuminati dalla luce del giorno che penetra ampiamente nelle case.



## KARSRUHE



Dati del quartiere

Area 26.700 mq

140 unità abitative - 416 abitanti

Superficie utile: 15.700 mq

Edifici passivi da 2,5 a 4,5 piani 36 parcheggi per auto

Tipologia architettonica: Case a schiera

Un progetto urbanistico ecosostenibile 140 unità abitative di differente taglio per 416 abitanti (persone singole, famiglie, anziani, comunità) su un'area di 26.700 mq (inclusi vie pedonali, stagno ecc.). Una superficie utilizzabile di 15.700 mq, il cui 10% è riservato a locali di destinazione terziaria (attività ecologiche, uffici, negozi, ristorante "bio") e il 3 % ad attività collettive (asilo per bambini, ecc.). Edifici passivi da 2,5 a 4,5 piani,

di differente tipologia architettonica (case a schiera, maisonettes, CoHousing).

Solo 36 posteggi (0,3/UA) per automobili, di cui alcuni riservati all'asilo, agli uffici e ai negozi, ma è previsto il CarSharing.

Una centrale di cogenerazione alimentata con biomassa che, oltre a fornire l'acqua calda sanitaria e per il riscaldamento, copre anche una parte del fabbisogno elettrico.

Servizi igienici sottovuoto per risparmiare acqua, nelle abitazioni sono previsti. Un impianto di fitodepurazione per le poche acque reflue.

Edifici con pareti composte da doghe di legno accostate (Brettastapelbauweise) e con un isolamento termico di fibre di canapa e fiocchi di cellulosa.

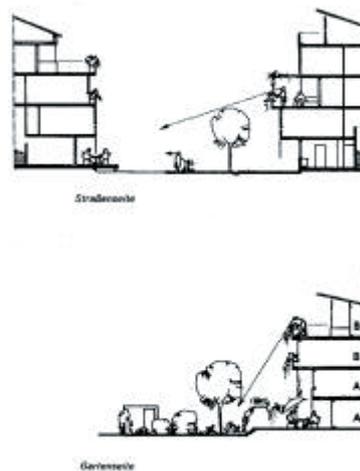
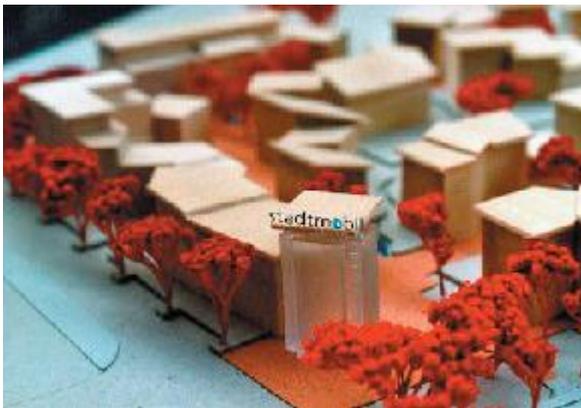
Edifici che sfruttano l'energia solare in maniera passiva e attiva. A questo scopo è stato studiato l'ombreggiamento degli edifici durante le varie stagioni e ore del giorno. La simulazione ha consentito di ottimizzare l'orientamento degli edifici. Sui tetti e sulle facciate sono previsti collettori solari e pannelli fotovoltaici.

Queste sono le principali proposte di un progetto per un quartiere sostenibile da realizzare a Karlsruhe (Germania), sull'area di un ex campo sportivo; un quartiere solare senza automobili, integrato nella rete delle piste ciclabili della città di Karlsruhe (Germania). Il progetto è stato elaborato da un gruppo di studenti di architettura in collaborazione con l'Iniziativa Architettura e Sostenibilità", un'associazione che si occupa di edilizia ecologica.

Base della progettazione è stata un'inchiesta tra i soci dell'associazione e tra molte altre persone interessate ad abitare in un quartiere ad indirizzo ecologico.

L'idea fondamentale è stata quella di progettare un quartiere urbano senza auto. Possedere un'automobile comporta alti costi fissi e poi un tipo di automobile non si presta a tutti gli usi. Un'automobile di taglio medio è troppo grande per il trasporto di un'unica persona tra abitazione e luogo di lavoro, ma è spesso troppo piccola per trasportare tutta la famiglia in vacanza. Il progetto prevede pertanto che, in caso di necessità, gli abitanti possano noleggiare il veicolo più adatto. Si è calcolato che vivere senza

auto, ma percorrere annualmente lo stesso tratto di 13.000 Km in treno, tram, bus, car-sharing, taxi, bicicletta, a piedi e trasportare oggetti ingombranti, significa risparmiare mensilmente circa 75 – 150 euro, e anche più; considerando che il risparmio sarebbe di 1.500 euro/mese in caso di una Mercedes 600s.



Il progetto prevede pertanto solo 36 parcheggi, invece dei 140 richiesti dal regolamento urbanistico. Ciò significa evitare la costruzione di circa 100 parcheggi che avrebbero dovuto essere realizzati solo con la costruzione di un'autorimessa interrata, ad un costo d'investimento di  $100 \times 20.000$  euro = 2 milioni di euro. I soldi risparmiati potranno essere investiti in altri servizi,

per esempio abbassando il prezzo delle abitazioni in modo tale che anche famiglie con un reddito modesto possano acquistarne una.

Trattandosi di un progetto urbanistico, l'attenzione dei progettisti si è concentrata soprattutto sugli spazi pubblici seguendo la teoria "A pattern language" (un linguaggio di disegno) di Christopher Alexander. Secondo questo approccio, gli spazi aperti in un quartiere residenziale non dovrebbero essere più larghi di 15 – 18 metri. Questa distanza consente ancora la comunicazione delle persone a voce e gesti. I locali abitativi a piano terra esposti alla vista di altri devono avere questa distanza minima, affinché sia garantita la privacy degli abitanti.

Il concetto urbanistico prevede inoltre un massimo di partecipazione dei futuri abitanti, che dovrebbero avere l'opportunità di intervenire nella progettazione della propria abitazione.

Un particolare del progetto è un bilancio ecologico per l'intero quartiere, eseguito dall'architetto Holger Wolpensenger nell'ambito della sua tesi di laurea. In passato la metodologia del bilancio ecologico è stata applicata solo a prodotti, processi di produzione e a singoli edifici, ma mai, prima d'ora, ad un intero quartiere. Per poter valutare il progetto dal punto di vista della qualità ambientale, sono stati analizzati e flautati tre scenari:

- 1) il caso convenzionale che si basa sui dati statistici attuali;
- 2) il caso migliore (best – case) che si ha quando vengono sistematicamente sfruttate tutte le nozioni derivanti dalle esperienze fatte con altri quartieri ecologici;
- 3) il caso peggiore (worst case) che si ha quando avvengono grandi sprechi di risorse.

Per tutti e tre gli scenari è stato eseguito un bilancio ecologico che non si limita solamente agli aspetti urbanistici ed edilizi, ma include anche la mobilità e lo stile di vita degli abitanti.

Per quanto riguarda gli edifici, nel bilancio ecologico si è tenuto conto dei seguenti parametri:

- ❖ sistema costruttivo: confronto di una costruzione in muratura e cemento armato con un'altra in legno;
- ❖ consumo d'energia primaria (CEP) nella costruzione di un'autorimessa sotterranea

- ❖ CEP dei materiali da costruzione inclusi i relativi trasporti
- ❖ Tipologia architettonica degli edifici (villetta, palazzo residenziale, edificio compatto)
- ❖ CEP per il riscaldamento e la produzione d'acqua calda sanitaria
- ❖ CEP derivante dai consumi elettrici
- ❖ Efficienza dell'isolamento termico
- ❖ CEP legato all'approvvigionamento d'energia e d'acqua

I risultati più importanti dei bilanci sono i seguenti:

Secondo le strategie ufficiali, ogni europeo consuma mediamente 45.000 kWh di energia primaria all'anno, di cui 39.000 kWh sono determinati dalla tipologia urbanistica ed architettonica e dallo stile di vita. Lo scenario "caso migliore" dimostra che sarebbe possibile ridurre i consumi energetici nella misura del 75 per cento, e, di conseguenza, quello del GWP 100 (Global Warming Potential delle emissioni di CO<sub>2</sub> ed equivalenti in 100 anni) dell'80 per cento. Questa riduzione è realizzabile con l'attuazione di tutte le misure di risparmio di cui oggi disponiamo.

Gli elementi edilizi che offrono il maggiore potenziale di risparmio d'energia primaria sono il riscaldamento e l'approvvigionamento energetico. I consumi di energia primaria possono essere notevolmente ridotti con la costruzione di edifici a basso consumo energetico e di edifici passivi e con la produzione di calore tramite una centrale di cogenerazione alimentata con energie rinnovabili (per esempio biomassa). Altri potenziali di risparmio energetico li offrono i consumi elettrici e quelli per la produzione d'acqua calda.

L'energia primaria contenuta nei materiali da costruzione acquista particolare rilevanza nel caso di edifici passivi, dove incide su 2/3 del ciclo di vita. In questo caso può essere conveniente l'uso di materiali ottenuti con poca energia primaria, quali legno, gasbeton e terra cruda. Sfruttando tutte queste possibilità, sarebbe possibile avvicinarsi ad uno standard di emissioni ZERO.

Si è calcolato che la costruzione con elementi lignei richiede solo la metà dell'energia primaria di una costruzione in laterizio e cemento armato. L'energia necessaria per lo scavo e i trasporti dei materiali a breve percorrenza è normalmente poca e non incide molto sul bilancio energetico,

ma il trasporto a lunga percorrenza può essere invece molto rilevante, come, per esempio, il trasporto di elementi prefabbricati in cemento armato a una percorrenza di 500 km o quello di una casa prefabbricata di legno proveniente da un paese scandinavo (2000 km).

La qualità ecologica di un quartiere residenziale non dipende solo dall'efficienza energetica degli edifici e pertanto, nei bilanci ecologici, sono stati analizzati anche la mobilità e lo stile di vita degli abitanti. Per quanto riguarda quest'ultimo fattore, lo studio ha potuto evidenziare che il consumo d'energia primaria può essere notevolmente ridotto qualora gli abitanti adottino un'alimentazione ecologica. Se gli abitanti dovessero cambiare dieta e consumare solo prodotti bioagricoli stagionali e locali e mangiare meno carne e latticini, essi potrebbero risparmiare tanta energia quanta se ne risparmia trasferendosi da un edificio a basso consumo energetico ad un edificio passivo.

Nell'ambito del bilancio ecologico è stato anche analizzato uno scenario in cui gli abitanti seguono uno stile di vita normale, usano i mezzi pubblici per gli spostamenti in città e abitano in edifici passivi dotati di un efficiente sistema energetico che produce, da fonti rinnovabili, più energia di quella che si consuma negli edifici. Gli abitanti usano il surplus d'energia per gli spostamenti con la propria automobile. Questi abitanti hanno però l'abitudine di trascorrere le ferie in paesi lontani e quindi usano l'aereo più della media. Nonostante l'efficienza energetica delle abitazioni e una mobilità esemplare, il consumo d'energia primaria pro capite di questi abitanti supera quello medio rilevato dalle statistiche ufficiali a causa dei loro viaggi in aereo.

<b>CONSUMO D'ENERGIA PRIMARIA</b>	
Consumo medio pro capite in kWh/a	39.200
Di cui	
Riscaldamento, acqua calda	800
Trasporti	1.900
Alimentazione, abbigliamento, altri consumi	16800
Viaggi in aereo	19700

Un altro tipo di abitante è quello che conduce una vita ecologica, consuma solo prodotti naturali, viaggia poco in automobile, ma vive in una casa che ha un isolamento termico insufficiente ed è riscaldata da una normale caldaia a gas. Questo cittadino consuma solo la metà dell'energia primaria rispetto ad un cittadino normale, ma potrebbe risparmiare ancora di più se la sua casa fosse termicamente isolata e il 70 % dell'energia consumata non vada sul conto del riscaldamento.

Il bilancio ecologico è quindi un ottimo strumento per scoprire le potenzialità di risparmio energetico in molti settori e per quantificare singoli impatti ambientali. Sono oggi disponibili vari software che consentono di calcolare questi bilanci con relativa facilità nel corso della progettazione.

## **MALMOE**

### **BoO1 Malmoe**



BoO1 a Malmo: qualità ambientale, qualità della vita, efficienza energetica

L'obiettivo del quartiere sperimentale BoO1 è quello di sviluppare una Città del Futuro basata sulla sostenibilità ambientale, cioè la rivalutazione del capitale naturale e sulla costruzione di una sostenibilità nella quale la comunità è al centro delle scelte e stimola i soggetti per l'innalzamento della qualità ambientale, sociale e fisica.

#### **Le sinergie dell'organizzazione e della gestione del processo**

Il quartiere è stato scelto dalla Comunità Europea e dal Dipartimento Europeo per l'Energia, come uno dei migliori esempi per l'applicazione dell'utilizzo di energia rinnovabile in Europa. Al progetto sull'energia hanno partecipato la Compagnia Energetica Multiservizi Sydkraft, la città di Malmoe, in collaborazione con Dublino, Barcellona e Tallin.

Su un'area portuale di 30 ettari, che si affaccia su Copenaghen, di fronte al ponte Oresund, si articola il programma che comprende: la costruzione del

quartiere BoO1, City of Tomorrow, con 800 appartamenti, parchi e infrastrutture pubbliche, e l'esposizione sull'edilizia sostenibile e sulla società dell'informazione, ospitata da una decina di stando temporanei.

Gli interventi sono stati organizzati e sviluppati da diversi soggetti: national Board of Housing (Comitato Nazionale per l'edilizia), l'Associazione Svedese delle Autorità Locali, National Housing Credit Guarantee Board (Comitato Nazionale di Credito per l'edilizia) e da 16 autorità locali svedesi. I principali promotori sono: la Commissione europea, la Svezia, Malmoe, Sydkraft e SBAB.

### **Il quartiere come sperimentazione ambientale e sociale**

Il quartiere BoO1, L'Esposizione delle Aziende, la futura Conferenza sullo Sviluppo Sostenibile (27 – 29 giugno 2001, Malmoe) alimentano il dibattito sulle nuove pratiche progettuali nelle aree urbane in sviluppo e trasformazione (Agenda 21, Programmi Europei) e divulgare questo modo di operare in Europa. I temi che vengono affrontati e che hanno realizzazioni pratiche nel quartiere, sono principalmente tre: la sostenibilità ambientale degli interventi e la rivalutazione del capitale naturale, la rivalutazione del capitale sociale e la costruzione di una "società intelligente".

### **Sostenibilità ambientale**

Partendo da considerazioni che riguardano l'aumento della popolazione, la sempre più rapida urbanizzazione e le esternalità prodotte, non solo sull'ambiente, ma anche sull'uomo, diviene importante lo sviluppo di nuovi strumenti per la costruzione della casa e della città. Per questo è stato articolato un programma che ha come obiettivi la qualità ambientale e la qualità della vita, mettendo in risalto le nuove opportunità tecnologiche.

Il tema centrale è l'efficienza energetica, il quartiere, difatti utilizza al 100% energia da fonti rinnovabili: vento, sole e acqua. Il sistema energetico è stato pensato con tre obiettivi:

- Rispondere all'abbattimento delle emissioni atmosferiche, dettato dal Protocollo di Kyoto, con l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e nuove tecnologie

- Soddisfare al 100% il fabbisogno di energia (produco quello che consumo)
- Aumentare il comfort degli abitanti

Per raggiungere questi scopi il programma ha stabilito delle regole base alle quali devono sottostare tutti i progetti:

- Utilizzo di pannelli solari per il condizionamento dell'aria e il riscaldamento dell'acqua
- Utilizzo dell'energia eolica proveniente dalla vicina macchina eolica, e dell'energia prodotta da celle fotovoltaiche, per la produzione di elettricità
- Utilizzo del calore prodotto dal mare
- Recupero di gas da biomassa

### **Rivalutazione del capitale sociale**

L'evento BoO1 comprende anche un intenso programma educativo in tutta Europa. BoO1 si propone di diventare il centro di un Forum di discussione europeo sul futuro della casa e della costruzione della città e per questo ha dato molto spazio alla partecipazione dei cittadini al processo.

### **Quartiere intelligente**

La circolazione della conoscenza, a livello globale e all'interno del quartiere è assicurata da un sistema tecnologico di comunicazione che lo attraversa pervasivamente. I residenti possono usare Internet per gli acquisti, per prenotare il turno alla lavanderia comune, per controllare elettrodomestici e sicurezza della casa. Oltre a questi servizi, gli abitanti possono dividere l'utilizzo di automobili offerte dal Comune di Malmo (car sharing) e di un parco di auto elettriche, a gas metano e ibride che appartengono alla Comunità.

### **Il programma di efficienza energetica**

La Compagnia europea, l'unione Europea ha fissato un obiettivo preciso per quanto riguarda il settore energetico: entro il 2010, almeno il 12

% dell'energia deve provenire da fonti rinnovabili. All'interno di questo programma sono state individuate 100 aree geografiche che vanno dal quartiere alla porzione di stato, che devono essere completamente alimentate da energia proveniente da fonti rinnovabili locali. Il quartiere BoO1 è stato selezionato e l'Amministrazione di Malmo, la Compagnia Energetica Sydcraft, l'Università di Lund e l'Autorità per l'Energia hanno formato un'Agenzia per assicurare il raggiungimento dell'obiettivo.



L'autosufficienza energetica al 100%, cioè il raggiungimento di un equilibrio tra l'energia prodotta e l'energia consumata nell'area; questo concetto energetico mantiene, comunque, alti gli standard qualitativi degli edifici e si basa sui seguenti principi:

- ❖ Riduzione del consumo energetico
- ❖ Utilizzo di fonti di energia rinnovabili

Il quartiere diventa il più grande intervento urbano svedese, dove viene utilizzata l'energia solare. Il sistema energetico e quello degli scarichi lavorano insieme attraverso il recupero e la generazione di energia da biogas; bacini sotterranei immagazzineranno aria calda e fredda che verrà utilizzata dalle abitazioni.

Monitoraggio e informazione, per misurare, monitorare e regolare i vari sottosistemi viene utilizzato un sistema di IT ad hoc per ogni casa, così da informare i singoli abitanti sul consumo energetico unitario e di tutto il quartiere. Questo sistema informativo ha l'obiettivo di sensibilizzare gli abitanti e di indirizzare i loro costumi verso un uso più sostenibile delle risorse a disposizione.



Sole, vento e acqua sono le fonti per la produzione di energia, insieme alla produzione di energia da biomassa.

Il riscaldamento degli edifici è fornito dal calore estratto dal mare, dalle sorgenti sotterranee e dai pannelli solari.

L'elettricità è generata dalla macchina eolica e dalle celle fotovoltaiche. Il gas prodotto dall'incenerimento dei rifiuti urbani, viene pulito e reimpresso nella rete urbana di fornitura gas.

L'impresa elettrica Sydcraft assicurerà la manutenzione dei pannelli solari, delle celle fotovoltaiche e degli impianti sia pubblici che privati.

Equilibrio energetico permanente. Per compensare la differenza tra la produzione ed il consumo di energia, il sistema energetico del quartiere è connesso a quello cittadino, che verrà utilizzato come un accumulatore e una riserva di capacità di energia.

### **Gli strumenti del programma**

#### ❖ Centrale eolica

Produce più di 6 milioni di kWh l'anno, energia sufficiente per 200 appartamenti. L'energia eolica fornisce il 99% dell'energia necessaria al quartiere boO1. La macchina eolica è alta 80 metri e le tre pale hanno un diametro di 80 metri, è situato a 3 Km di distanza dal quartiere.

#### ❖ Aquifer, bacini di acqua fredda e calda.

Nella zona sono presenti delle riserve naturali d'acqua nella roccia, che possono essere utilizzate come depositi per l'acqua calda d'inverno e per l'acqua fredda d'estate. Sono stati ricavati dieci pozzi ad una profondità di 90 metri; in asse con questi, a 50 metri di profondità, sono stati ricavati cinque bacini per l'acqua calda. Nei bacini freddi l'acqua mantiene una temperatura di 5° C e, d'estate, può essere utilizzata direttamente nella rete idrica del quartiere. Lo stesso meccanismo funziona per l'immagazzinamento di acqua calda che viene utilizzata d'inverno.

#### ❖ Pannelli solari.

Il quartiere è dotato di 1400 mq di pannelli solari distribuiti in nove edifici. Questi generano 525.000 kWh di potere calorifico l'anno, che equivalgono al 10-15% del calore utilizzato dall'area. Il pannello solare comprende una

lastra di vetro che lascia passare l'energia dal sole, dietro alla lastra di vetro c'è una piastra nera che assorbe il calore, tra le lastre sono posizionati i tubi dove scorre l'acqua riscaldata dal sole.

❖ Celle fotovoltaiche

Sul tetto di un unico edificio è stato posizionato un modulo di 120 mq di celle fotovoltaiche. Esse producono 9000 kWh di elettricità l'anno, quantità sufficiente per quattro appartamenti, cioè l'1% dell'energia elettrica consumata nel quartiere.

❖ Collettore solare termico

Sopra due edifici ne sono stati installati 200 mq, che producono il 50% di energia in più rispetto al pannello solare standard, in più sono anche più facili da installare.

❖ Centrale di energia

Qui si controlla e si fa il monitoraggio della produzione di energia nel quartiere; la centrale include una pompa di calore che porta la temperatura dell'acqua depositata nei bacini da 15 a 67°C e la trasferisce alla rete di riscaldamento di BoO1. La pompa di calore produce l'85% del calore richiesto dalla zona e funziona con l'elettricità generata dall'impianto eolico.

❖ Mobilità alternativa

Gli abitanti del quartiere hanno la possibilità di prenotare via Internet un'automobile elettrica o a gas, che fa parte di un gruppo di veicoli forniti di Sydcraft. Tutte le automobili sono parcheggiate in un garage ad hoc che le ricarica.

### **Il quartiere BoO1 – La città del futuro**

Questa città del futuro comprende più di 1000 case d'abitazione, uffici, negozi, bar, ristoranti, asili, scuole e biblioteche. In particolare su 120.000 mq verranno costruite 800 abitazioni. Il Lay-out della nuova area urbana ha una media densità, con edifici bassi, ad eccezione della torre di 45 piani, alta 140 m, che sarà costruita entro il 2002 su progetto di Santiago Calatrava. L'altezza degli edifici varia da uno a sei piani e la'rea ha uno sviluppo di 175.000 mq, di cui due terzi sono residenziali e un terzo commerciali. La tipologia delle case varia: da case isolate, a case a schiera e alcuni blocchi di appartamenti. Gli appartamenti seguiranno diversi regimi: appartamenti in

affitto, appartamenti in diritto di superficie, case e appartamenti in proprietà assoluta; la maggior parte sarà costruita da appartamenti in diritto di superficie.

Le case lungo la banchina saranno alte cinque piani per riparare tutto il quartiere dal forte vento proveniente da ovest, dietro gli edifici sono più bassi.

Grande importanza è data agli spazi aperti e collettivi che si articolano in una serie di parchi artistici, giardini e banchine lungo il mare e il canale che attraversa l'area.

A livello compositivo il progetto si è articolato in diverse parti tematiche:

❖ La biodiversità nel quartiere.

La costruzione del paesaggio del quartiere ha come paradigma principale la biodiversità e il riutilizzo delle acque. L'obiettivo è quello di far crescere la vegetazione locale e di rinforzare lo sviluppo della fauna acquatica. Il programma prevede dieci "azioni verdi" che tutti i promotori devono attuare sia nelle parti pubbliche che nei giardini privati delle abitazioni.

❖ La consapevolezza ambientale.

La nuova area urbana includerà molte aree verdi e tre parchi: il Kanalpark che varierà continuamente ospitando diverse piante e animali acquatici, con diversi biotipi; il beach Park, lo Skania Park e i giardini progettati da dieci architetti internazionali.

❖ Il ciclo dell'edificio

Sia il quartiere BoO1, che l'Expo sperimentano un nuovo modo di progettare che parte dalla scelta di materiali sostenibili, alla progettazione di un edificio energeticamente autosufficiente, fino al riciclo o riuso dei materiali o di parti di edificio alla fine del suo ciclo di vita. Non si progetta l'edificio solo per il momento in cui entreranno i proprietari, ma si inserisce l'edificio in un ciclo di vita che tiene in considerazione le risorse utilizzate, l'energia consumate e il flusso di queste attraverso l'edificio.

Quindi sia la scelta dei materiali che delle tecniche costruttive devono essere valutati attraverso i criteri di curabilità, flessibilità, riciclo e riuso, quantità di energia utilizzata nella produzione, nel trasporto e nella messa in opera.

❖ Qualità tecnologica

L'Amministrazione di Stoccolma ha organizzato una serie di concorsi per le imprese produttrici di materiali e tecnologie per la costruzione. Ai partecipanti è stato fornito un elenco, dove i clienti hanno specificato le performance dei materiali e delle tecniche costruttive. I nuovi prodotti sono stati testati e ai vincitori è stato assicurato un mercato dove vendere e applicare le loro innovazioni tecnologiche.

❖ **Certificazione di qualità dell'impresa**

Per assicurare un processo costruttivo di qualità, le imprese e i fornitori lavorano secondo un "sistema di gestione ambientale", applicando le certificazioni ISO 14001 e EMAS e la riqualificazione ambientale degli addetti.

## **HANNOVER**

### **Kronsberg**

La città di Hannover, capitale statale della Bassa Sassonia, sulla base di principi già fissati a partire dagli anni '60, avvia nel 1993 la costruzione del quartiere residenziale ecologico di Kronsberg; tali principi si concretizzano in occasione dell'EXPO 2000 – manifestazione che, peraltro, ha come tema principale la gestione sostenibile dell'ambiente- mediante la realizzazione del quartiere, che si configura come naturale prolungamento dell'area espositiva, come concreta e "vivibile" dimostrazione della fattibilità degli assunti proposti, come concreta e "vivibile" dimostrazione della fattibilità degli assunti proposti, come modello residenziale da visitare anch'esso.

Kronsberg è frutto di una progettazione partecipata che vede coinvolte le istituzioni cittadine e statali, l'Agenda 21 Locale, un team di una trentina di progettisti, diversi costruttori edili, la popolazione dei quartieri limitrofi e parte di quella da insediare destinataria del nuovo progetto. Il vasto intervento urbanistico, per un totale di 6000 unità abitative, servizi primari, scuole e centro per la cultura e le arti, si sviluppa su un terreno di circa 150 ettari, con destinazione precedentemente agricola, posto sul limitare dell'area che ospita l'Esposizione. La consapevolezza di sottrarre un ampio spazio naturalistico alla città di Hannover per trasformarlo in uno densamente abitato unita alla volontà di proporre una nuova tipologia di quartiere sostenibile portano alla realizzazione di un complesso insediativo che rispetto a uno tradizionale ha un fabbisogno energetico specifico inferiore di 50 kWh/mq anno e che emette una percentuale di C=2 minore del 60%. Seguendo i metodi costruttivi che assicurano edifici LEH, nella primavera del 2000 gran parte del quartiere è già ultimato e il Consiglio Comunale inizia il monitoraggio energetico delle residenze per verificare che tali obiettivi siano stati effettivamente raggiunti.



Vista del parco urbano e planimetria del programma di sviluppo urbanistico per l'area dell'Expo del 2000 e del vicino distretto di Kronsberg

Basterebbero queste poche premesse per fare di Kronsberg uno dei primi esempi mondiali di edilizia residenziale pubblica ecocompatibile e a basso impatto ambientale realizzata su una così grande scala. Ma Kronsberg è anche la dimostrazione che l'antropizzazione del territorio non porta necessariamente alla distruzione di ecosistemi naturali, che è possibile "comporre" un quartiere che ha come obiettivo la gestione integrata delle risorse naturali e delle necessità degli abitanti, della campagna circostante e dei padiglioni espositivi realizzati per l'EXPO, della sostenibilità energetica e di quella economica. Quest'ultimo punto risulta di particolare interesse in quanto nel 1993 le tecnologie solari erano già diffuse nei paesi nordici, ma non ancora così convenienti a livello finanziario. Eppure, attraverso alcune scelte quali l'utilizzo di tecniche tradizionali e materiali facilmente reperibili in loco, la riduzione dei tempi di costruzione e degli sprechi di materiale, l'analisi attenta delle risorse naturali disponibili e del rapporto costi/benefici, è stato possibile realizzare edifici dalle ottime prestazioni energetiche con extracosti che variano dal 4 a 75 rispetto a quelli di una costruzione convenzionale. I 15.000 abitanti insediatesi a

Kronsberg sono distribuiti in diverse tipologie abitative, dalle case monofamiliari a quelle appartenenti a edifici in linea di 4 o 6 piani.



Per realizzare le residenze e tutti i servizi di quartiere su un'area così vasta sono state necessarie ingenti opere di scavo e grosse movimentazioni di terra. In un'ottica di gestione sostenibile del suolo, questo volume di terreno è stato riutilizzato all'interno del quartiere per disegnare altimetricamente il suolo, per migliorare e incentivare la biodiversità mediante il reinserimento di essenze autoctone, per creare un terrapieno che fungesse da zona cuscinetto fra i nuovi edifici e la strada limitrofa a scorrimento veloce e per sigillare una discarica esaurita. L'uso sostenibile del suolo è attuato anche mediante l'interramento di due terzi delle aree destinate a parcheggio. Questa politica si sposa anche con la legge locale, varata al fine di ridurre l'uso delle vetture private e incentivare quello del trasporto pubblico e delle biciclette, legge che prevede una riduzione dello spazio pro capite di parcheggio e regole restrittive per i nuovi complessi residenziali che devono essere serviti da piste ciclabili e da un efficiente trasporto su rotaia.

Le caratteristiche innovative della realizzazione si possono riassumere in:

- 1) orientamento più favorevole degli edifici;
- 2) isolamento ottimizzato dei vari componenti edilizi, opachi e trasparenti;
- 3) materiali naturali ed ecocompatibili, composti in larga misura da elementi riciclati;
- 4) sistema di energia solare passiva (serre solari abitabili)

- 5) regolazione meccanica dei ricambi d'aria con recupero di calore;
- 6) stazioni di raccolta differenziata dei rifiuti e riciclaggio in situ di quelli organici;
- 7) sistema di riscaldamento misto composto da pannelli solari (copertura del 40% del fabbisogno di calore) e impianto di cogenerazione;
- 8) copertura del fabbisogno di energia elettrica mediante cogenerazione, impianti fotovoltaici e generatori eolici;
- 9) serbatoi interrati per l'accumulo termico;
- 10) gestione sostenibile delle risorse idriche del quartiere.



il progetto per il masterplan del quartiere residenziale di Kronsberg è dell'architetto H.Welp, vincitore del concorso del 1993. Quartiere periferico, Kronsberg nasce da una progettazione partecipata che ha coinvolto l'amministrazione cittadina e una trentina tra protagonisti e costruttori edili. Si estende su una superficie di circa 150 ettari, i 15.000 abitanti sono distribuiti in 6.000 unità abitative che presentano strutture monofamiliari ed edifici da 4 a 6 piani.

Quest'ultima caratteristica può considerarsi uno dei principali obiettivi dei progettisti di Kronsberg, in quanto attraverso l'uso sostenibile dei comparti ambientali suolo e acqua si è inteso compensare gli effetti dell'antropizzazione di un'area agricola. Infatti, per imitare i processi naturali del ciclo dell'acqua – che a seguito di eventi meteorici viene filtrata attraverso i diversi strati del terreno per arrivare alle falde profonde, alimentare e rigenerare le riserve idriche naturali – quella piovana non è immessa direttamente (come da prassi) nella rete fognaria e poi nei corpi idrici superficiali, ma è convogliata, tramite un sistema di pozzetti e di canali, in un bacino di raccolta, dove è immagazzinata, filtrata e rilasciata lentamente nel terreno. In tal modo le acque bianche provenienti dal dilavamento delle strade, da tutte le aree pavimentate e dai tetti degli edifici, non si disperdono, ma sono sottoposte – grazie all'estensione dei tempi di permanenza negli impianti filtranti a rilascio graduale – al naturale drenaggio esistente prima dell'intervento.



Inoltre, la cura con la quale è stato riproposto artificialmente il ciclo naturale dell'acqua ha avuto risonanze positive da un lato sul disegno degli spazi aperti, tramite l'inserimento di bacini idrici di raccolta a cielo aperto, vasche e piccoli corsi d'acqua divenuti elementi significativi di arredo urbano e di controllo del microclima, dall'altro sulla consapevolezza pubblica dell'importanza cruciale di questa risorsa. Invero, per la gestione sostenibile delle risorse idriche è stato anche previsto un programma completo di misure per il risparmio dell'acqua potabile del quartiere: le case private, ad esempio, sono dotate delle misure per un uso più economico dell'acqua, quali aeratori, limitatori e stabilizzatori di flusso, e la scuola elementare adopera l'acqua che cade sul lotto sia per alimentare gli sciacquoni che per irrigare il giardino.

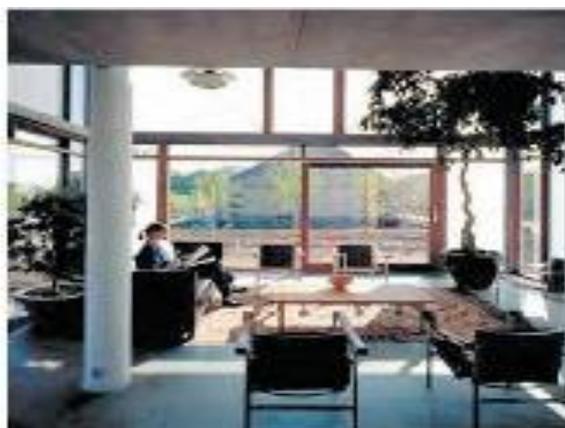


## COPENAGHEN

### Intervento nel quartiere di Egebjerggard a Ballerup-Copenaghen



I soggetti coinvolti nel processo per la costruzione del quartiere di Egebjerggard sono: il proprietario del terreno (Comune, privati), l'Housing trust (Cooperativa con proprietà indivisa), la tenant's association ("Consiglio dei locatori", composto da un rappresentante dell'Amministrazione Pubblica, un rappresentante della Cooperativa e tre rappresentanti eletti da tutti i locatori) e l'Amministrazione Locale.



Il processo di gestione, finanziamento e costruzione si avvia secondo queste fasi:

1. Il Comune determina la quota di case in cooperativa da costruire nel suo territorio
2. Quando il Comune decide di far partire l'intervento e individua l'area, la Cooperativa forma una società di "project management", che compra l'area al Comune, o a proprietari privati, secondo il regime di proprietà indivisa, i soci quindi non potranno rivendere né l'area, né gli edifici
3. Si avvia la fase in cui la Cooperativa sceglie i progettisti, fissa i costi di realizzazione, di manutenzione ordinaria e straordinaria
4. La determinazione dei costi, degli affitti e della manutenzione avviene attraverso la concertazione tra il Comune, la Cooperativa, che si pone come intermediario, e il "consiglio dei locatari"
5. A questo punto, fissati costi di gestione e realizzazione, gli affitti, le spese di manutenzione, si avvia la fase finanziaria
  - 5.1. Il Comune finanzia il 14%, che deve essere restituito senza interessi in 20 anni
  - 5.2. una Società finanziaria Sociale finanzia l'84%, gli interessi del 6% vengono finanziati per il 50% dallo Stato (in 10 anni) e per il resto dalla finanziaria
  - 5.3. il 2% è finanziato dai locatari a mezzo di un deposito che gli sarà restituito quando rescinderanno il contratto

La Cooperativa si pone come una compagnia fiduciaria, cioè ha come obiettivo il raggiungimento di uno scopo concentrato con l'Amministrazione e il cittadino. In questo processo è importante la capacità gestionale della cooperativa che diventa il mediatore tra le parti e il gestore del processo: dalla gestione finanziaria alla progettazione degli interventi, alla manutenzione degli edifici e degli spazi pubblici.



La cooperativa danese, quindi, non compra fisicamente il suolo e non vende appartamenti, ma gestisce gli interventi dal punto di vista finanziario, per la loro realizzazione e gestione del ciclo di vita.

All'interno di un sistema di interventi che riguardano più cooperative, il Comune tutela i cittadini e gli altri developers, prendendosi il diritto di cambiare la Cooperativa con un'altra, se questa non risponde ai requisiti stabiliti di qualità e ai costi, o, se, per ragioni economiche, non riesce a realizzare gli interventi.

L'intervento del quartiere di Egebjerggard, si inserisce all'interno dei programmi di Case in cooperativa, sopra descritti.

Il quartiere fa parte della città di Ballerup, 50.000 abitanti, a 20 km di distanza da Copenaghen; è stato sviluppato da un insieme di cooperative che ha stabilito il programma finanziario, gestionale e funzionale insieme all'Amministrazione di Ballerup e al "Consiglio dei locatari" di Egebjerggard.

E' un quartiere sperimentale che ha sviluppato due temi, concentrati tra amministrazione, promotori e abitanti:

- l'efficienza energetica, con la sperimentazione di nuovi materiali per ottimizzare l'utilizzo dell'energia e lo sviluppo tecnologico per l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia (solare termico, fotovoltaico)
- l'alta qualità degli spazi pubblici, attraverso installazioni artistiche che dislocate in tutto il quartiere, creano spazi con un'alta quantità e riconoscibilità.

L'intervento è articolato in:

- diverse tipologie residenziali, tutte con una bassa densità, destinati a famiglie, anziani e studenti
- servizi scolastici e centri diurni per i bambini
- servizi agli anziani e disabili
- spazi verdi attrezzati, giardini, parchi e installazioni artistiche

La varietà delle tipologie e la particolare cura nella scelta dei materiali per la pavimentazione, l'illuminazione pubblica e gli spazi verdi, fanno sì che questo insediamento abbia un'altra qualità sociale, oltre che ambientale.

## HELSINKI

### Viikki



Eco-vikki è stato costruito tra il 1999 e il 2004. il quartiere è situato a 8 km dal centro di Helsinki, in prossimità di una vasta zona agricola che forma una cintura verde vitale attorno a una importante riserva naturale.



Il parco scientifico di Vikki e il Centro biologico dell'Università di Helsinki sono tutti vicino al nuovo quartiere residenziale, che comprende condomini e case a schiera per circa 2000 abitanti così come servizi: 2 ospedali, un centro medico, un centro giochi, una scuola e un commercio di negozi con generi di prima necessità.



Il mescolare i diversi tipi di alloggi è tipico di Helsinki: quasi il 50% degli alloggi sono occupati dai loro proprietari, il 15% sono affittati, e il resto in diritto di occupazione. L'insieme del quartiere di Vikki rappresenta un territorio costruito di 6400 mq. Durante la pianificazione e la costruzione di Eco-Vikki, da parte della Città di Helsinki sono stati dati dei criteri ecologici eccezionalmente stretti alle imprese di costruzione al momento dell'attribuzione dei lotti. Una serie di criteri ecologici sono stati definiti da consulenti esterni. Questi 17 criteri riguardavano principalmente cinque problemi principali:

- La riduzione dell'inquinamento (CO<sub>2</sub>, acque sporche, rifiuti di cantiere, rifiuti domestici)
- L'utilizzo delle risorse naturali (riduzione dell'acquisto di carburante fossile per il riscaldamento),
- Salute (clima interno degli alloggi, controllo del rischio di muffe, rumore, valorizzazione delle qualità intrinseche del sito)
- Biodiversità (scelta delle piante e di diversi tipi di habitat, acqua di pioggia),
- Alimentazione (piante e suolo)

Durante tutta la fase di costruzione sono stati effettuati dei controlli ambientali. La Città di Helsinki controlla il processo di valutazione in qualità di cliente e di organo supervisore.

I principali obiettivi sono stati:

- L'applicazione di un design e di regole di costruzione conforme alle tendenze della costruzione ecologica e acquisizione di esperienza per i progetti futuri: costruire una vetrina del des sevoir – fair finnico,
- La conformità col Programma Nazionale per le costruzioni ecologiche e sostenibili
- Energie: ricorso alle tecnologie a bassa temperatura, riscaldamento geotermico e energie rinnovabili, principalmente solare (15% dei bisogni di riscaldamento per l'intero quartiere), una ventilazione naturale sostenuta dall'energia solare ed eolica, delle saune comuni alimentate a legna, e delle soluzioni innovative per il congelamento delle derrate; una riduzione del 20% delle emissioni di CO2 rispetto alle costruzioni convenzionali,
- Tecnologie per il risparmio dell'acqua (obbiettivo: 40-50 l/persona/giorno),
- Rifiuti: riduzione del 20% rispetto alla situazione attuale (max 160 kg/persona/anno).

### **Programma governativo**

Durante gli anni 90, la Finlandia aveva già definito dei principi di pianificazione ecologica e degli obiettivi per le costruzioni. Nel 1998, il governo finlandese ha dato il via a un programma sperimentale di costruzioni sostenibili che garantisse un regolamento sia per i progetti in corso che per i nuovi. Con iniziativa della città di Helsinki, Eco-Vikki è stata scelta come terreno di prova.

### **Concorso di urbanistica**

Dopo la definizione del perimetro di progetto, è stato organizzato un concorso di urbanistica per trovare un concetto di sviluppo urbano ecologico e sostenibile per l'insieme del quartiere. La pianificazione urbana è cominciata allora sulla base della proposta vincitrice. In seguito, sono stati organizzati dei concorsi di architettura per la realizzazione degli edifici,

mettendo l'accento sull'innovazione ecologica e la realizzazione concreta di costruzioni conformi allo sviluppo sostenibile.

Il progetto è stato finanziato principalmente dalla città di Helsinki, l'Agenda nazionale della tecnologia (TEKES) e il Ministro dell'Ambiente, con circa 4Mo/euro.

Il progetto fa parte altresì del progetto europeo di dimostrazione energetica Termie, EU PVNord.

Il linea col progetto governativo, è stata erogata una sovvenzione speciale per i progetti pilota, e nel 1998-2000 Vikki ne ha potuto beneficiare.

Nel 1993, il Ministero finlandese dell'ambiente, l'Associazione degli architetti e la Municipalità di Helsinki hanno lanciato un concorso per la creazione di Eco-Viikki. Hanno ricevuto 91 progetti e la giuria ha deciso con l'aiuto di un grande gruppo di esperti multidisciplinari.

Questi partners erano:

- La Città di Helsinki
- L'Agenzia Nazionale per la Tecnologia (TEKERS)
- La Commissione Europea
- L'Equipe di progetto: lo sviluppatore, gli architetti, gli ingegneri, gli impresari
- Gli abitanti, gli utenti (con la partecipazione attiva al processo decisionale che riguardava le loro abitazioni)

## **Risultati**

Tutti i progetti di costruzione approvati andavano al di là degli standards ambientali minimi imposti per Eco-Viikki, che erano già ben stretti di quelli che si applicavano all'epoca in Finlandia.

- Energia: 2 installazioni locali di riscaldamento solare termico coprono i bisogni di 10 proprietari; disegno di alloggi a basso consumo energetico; rete di riscaldamento centralizzata attraverso un impianto di cogenerazione, uno degli edifici utilizza l'elettricità prodotta da una superficie di più di 200 mq di pannelli fotovoltaici integrati nelle balaustre dei balconi. I pannelli solari termici coprono una superficie totale di 1.400 mq, che

attualmente rappresenta il progetto più grande esistente in Finlandia.

- Materiali da costruzione: utilizzo di tecniche flessibili e innovative di costruzioni in legno; preferito l'utilizzo di numerosi materiali naturali (principalmente legno)
- Basamenti: ripartizione dei lotti adattati in modo tale da rendere utilizzabile da parte degli abitanti, l'utilizzo del giardino; mix funzionale tra zone d'abitazione, parchi e spazi verdi.
- Acqua: recupero dell'acqua piovana per l'irrigazione.
- Rifiuti: riduzione del 10% dei rifiuti di cantiere generati dai lavori.
- Sociale: Centro di giardinaggio di Viikki: gli abitanti possono affittare un giardino familiare da 500 a 1000 mq; creazione di Vikkari Park per i bambini e i giovani: saune tra gli edifici; costruzione di asili; centro commerciale locale comprendente delle grandi superfici alimentari e generi di prima necessità, vari negozi e ristoranti; vari spazi verdi e una abbondanza di essenze vegetali.

### **Difficoltà e soluzioni**

Nel quartiere c'era una drogheria, ma non una banca né un servizio postale, che era insufficiente per coprire i bisogni di una popolazione di circa 2.000 abitanti.

In più, la situazione si era aggravata a causa dell'assenza di mezzi pubblici, poiché esiste solo una linea di bus che si dirige verso il centro della città. Secondo gli abitanti, questo bus è troppo lento e la linea troppo carica durante le ore di punta. Questo ha avuto come conseguenza il fatto che non solo gli abitanti hanno considerato l'acquisto di un'automobile ma lo hanno realmente fatto.

Evidentemente questa situazione è in contraddizione con gli obiettivi e l'idea di base di Eco-Viikki. Oggi, al fine di ridurre il problema, è stato costruito un centro commerciale in prossimità di Eco-Viikki, comprendendo tutti i servizi pubblici importanti, ma che non è di facile accesso per tutti i pedoni.

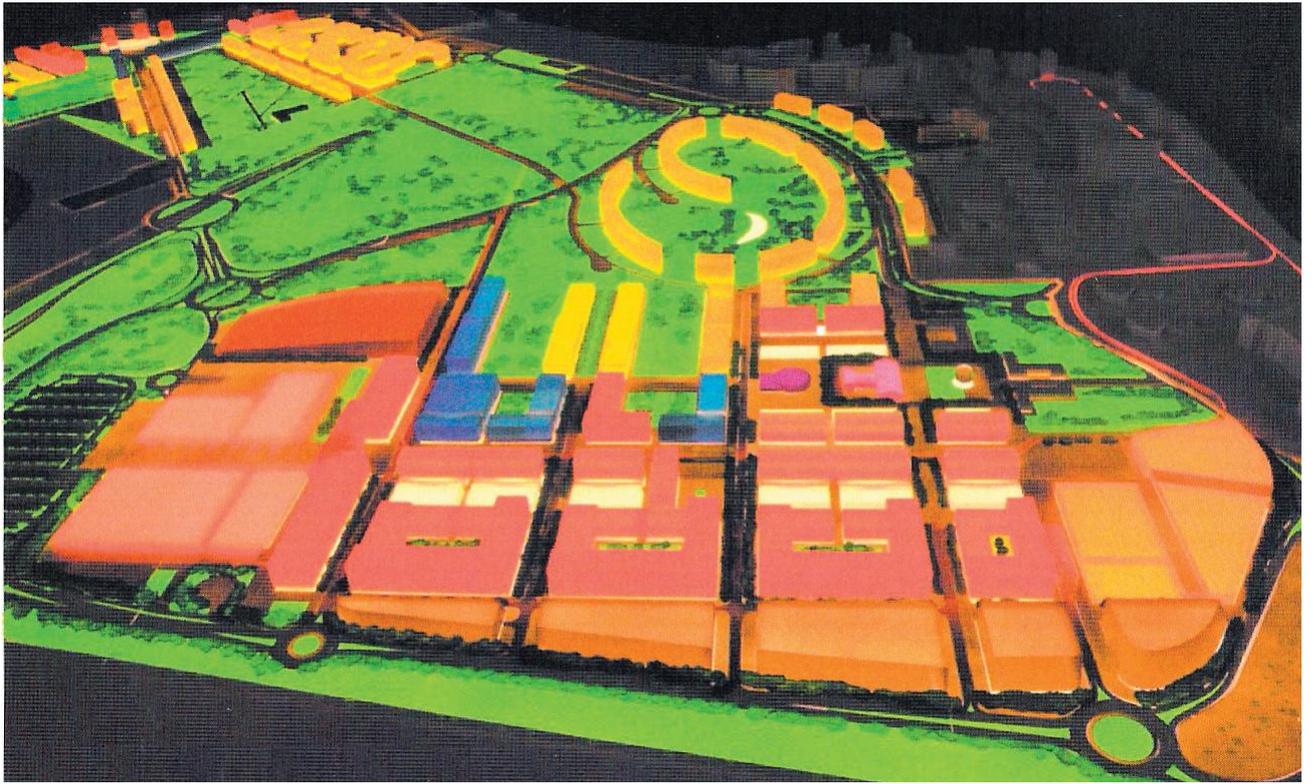
Gli errori di costruzione sono in via di correzione, i diversi dispositivi in corso di aggiustamento e le persone stanno imparando poco a poco a servirsene.

L'esperienza di Eco-Viikki mostra che degli obiettivi ambiziosi e dei criteri ecologici non sono sufficienti per ottenere i risultati finali sperati.

Per raggiungere i propri obiettivi, occorre un sistema pratico di monitoraggio e di ritorno delle informazioni, in più, le conoscenze, gli obiettivi prefissati e le responsabilità assegnate, devono essere diffuse a tutta la catena di produzione.

Il lavoro di sviluppo richiede di attaccarsi e raggiungere gli obiettivi sul lungo termine, in un settore, quello edilizio, dove il fattore più importante è il profitto.





## MADRID

### Ecoboulevard



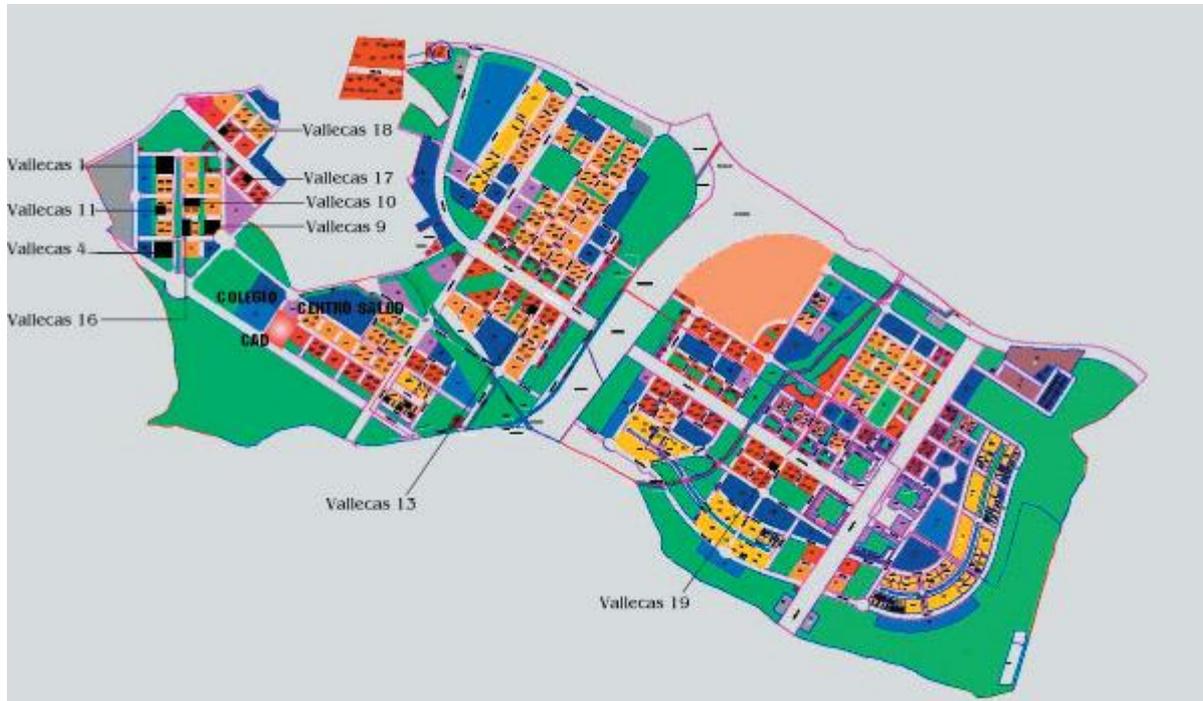
Il progetto dello studio “Ecosistema Yrbano” per la riqualificazione di un viale urbano nella nuova comunità sub-urbana di Vallerкас a Madrid, si è aggiudicato il premio “AR Awards 2007”.

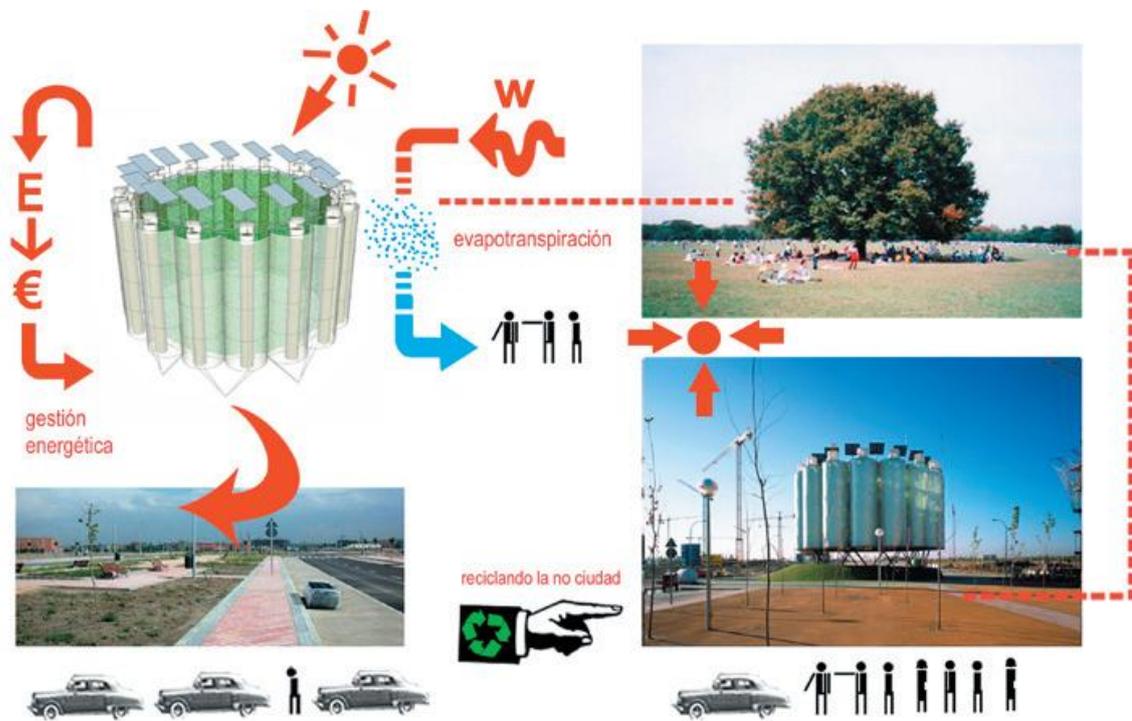
Tre fondamentali obiettivi sono alla base dell’idea progettuale: portare più verde nella zona, creare spazi aggregativi per la comunità, sviluppare una sorta di “serra volante”.

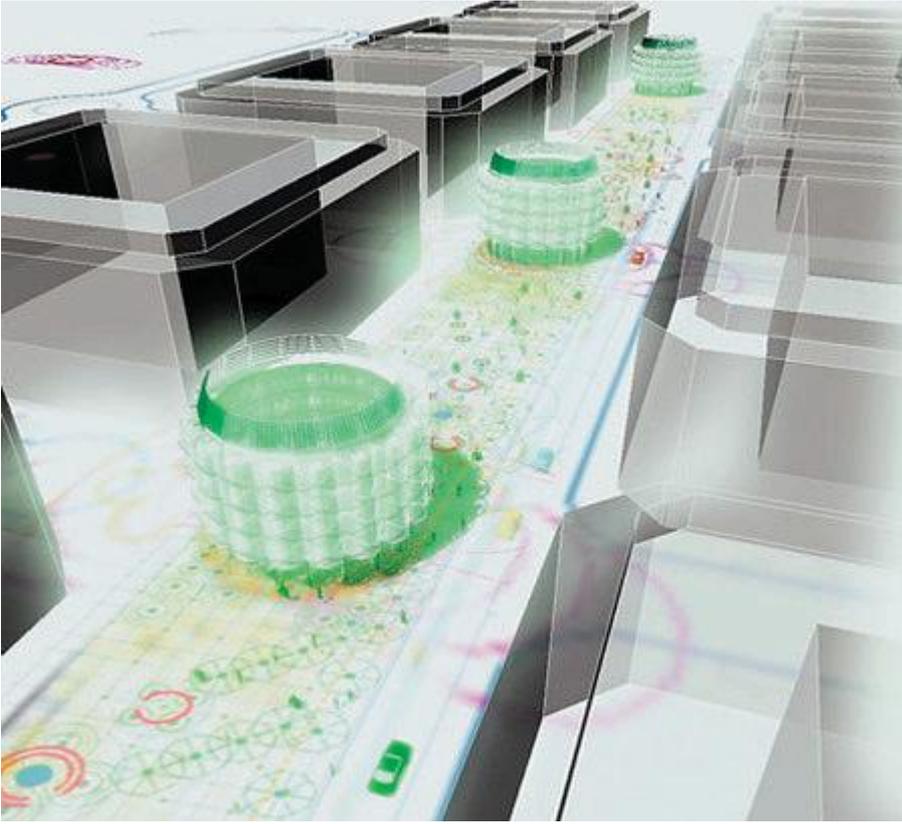
Gli architetti hanno realizzato un'opera di bioarchitettura che si compone di materiali riciclati e riciclabili facili da montare.

Lo spazio del luogo e il grande viale è scandito da tre padiglioni cilindrici, denominati dai progettisti "alberi d'aria", composti da una struttura di acciaio zincato che funge da supporto per i vasi delle piante rampicanti e che è sollevata dal suolo. Al di sotto di ogni "albero d'aria" si crea una piazza semi chiusa nella quale si innesca un meccanismo climatico di evapo-traspirazioni particolarmente apprezzabile d'estate quando consente all'aria di raffrescarsi di circa 10-15 °C. Sulla sommità degli "alberi d'aria" sono stati installati pannelli fotovoltaici che li rendono energeticamente autosufficienti oltre che capaci di produrre energia vendibile e grazie a tali proventi si azzerano i costi di manutenzione.

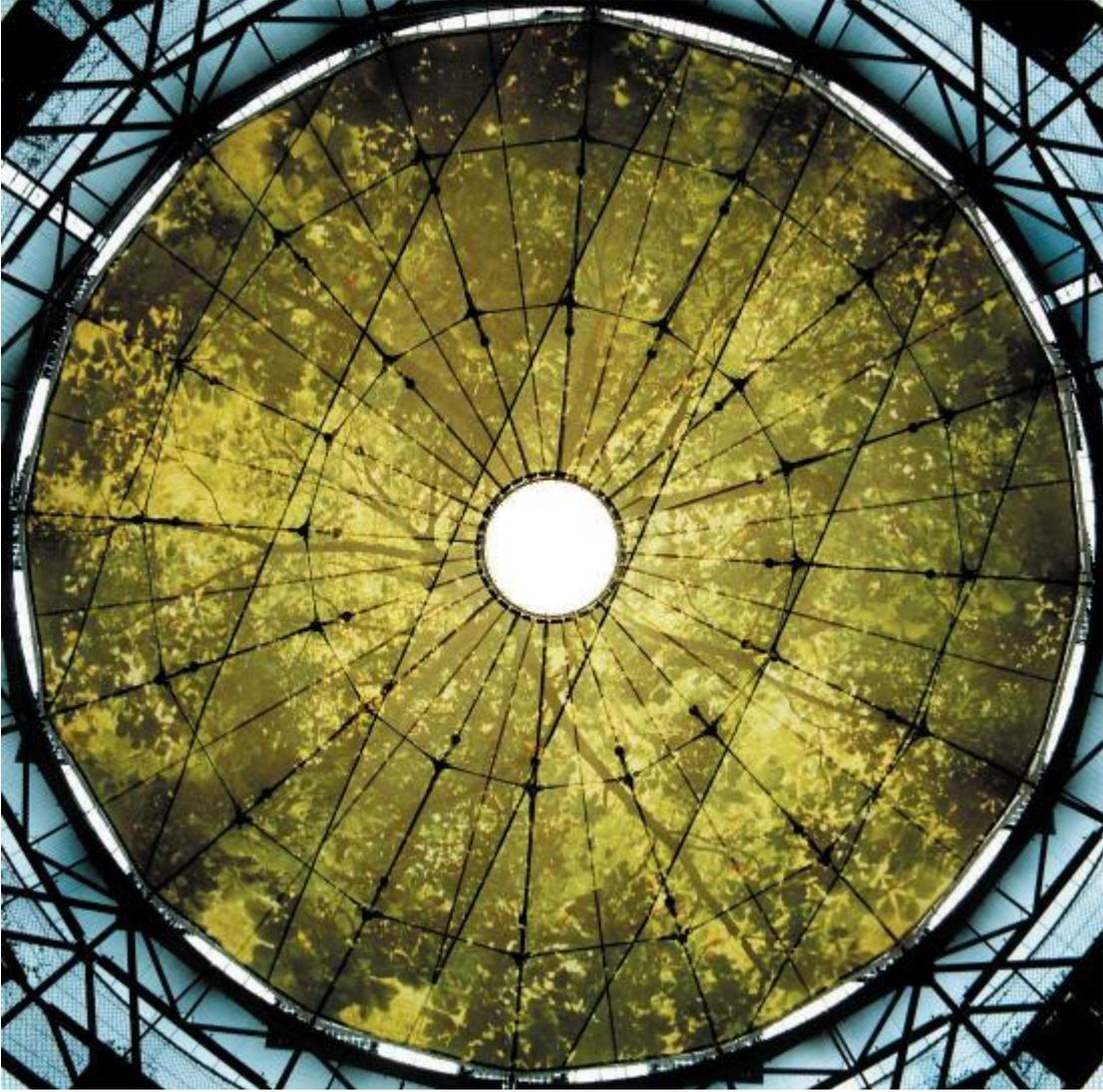
Alla base del progetto c'è l'idea che questi "alberi d'aria" servano a migliorare le non buone caratteristiche ambientali della zona che manifesta le tipiche problematiche delle aree suburbane; una volta raggiunto il loro obiettivo le strutture possono essere smontate e riutilizzate in altre zone















## LONDRA

### Brownfields



La città di Londra ha intrapreso un innovativo programma di pianificazione urbanistica e di risanamento ambientale di diverse sue parti degradate, programma questo che ha per oggetto anche la realizzazione di quartieri residenziali su alcuni brownfields a seguito di operazioni di bonifica ambientale. L'obiettivo risulta doppiamente sostenibile e ancor più ambizioso se si considera che su un terreno di fondazione contaminato, quindi all'interno di un ecosistema naturale depauperato e ormai privo di qualità ambientale, si intendono realizzare villaggi ecosostenibili che possono ristabilire le peculiarità naturali del luogo fungendo da volano per il reinserimento in situ di essenze arboree e specie animali locali. Duplice fine, quindi, in quanto si risanano e si restituiscono alla città aree abbandonate caratterizzate da pesanti carichi ambientali e, nel contempo, si evidenzia di costuire su terreni agricoli o su aree verdi.

Uno degli esempi pilota è il complesso del Millennium Greenwich Villane ai Docks, inserito nel master plan redatto da Richard Rogers per la Greenwich Peninsula, sito di indubbio valore paesaggistico ma purtroppo degradato dal punto di vista ambientale a causa della presenza di industrie e raffinerie. La trasformazione da sito industriale dimesso e inquinato a parte di città dotata di rinnovata vitalità avviene in un'ottica sostenibile; in chiave sostenibile sono, infatti, pensati la bonifica dei suoli e il sistema di approvvigionamento idrico, il nuovo parco urbano e l'espansione residenziale. L'Ecology Park, disegnato da Desvigne & Dalnoky, è un sistema complesso di 120 ettari costituito da laghi artificiali, da 12 Km di percorsi pedonali e ciclabili, da tappeti erbosi e da aree con piantumazione a differente densità; il fine è quello di realizzare un "polmone verde" che contribuisca alla bonifica del suolo, alla rigenerazione atmosferica, al controllo climatico e alla reintroduzione nell'area di flora e fauna autoctone.

Nel 1997 Ralph Erskire vince il concorso per la costruzione di 1.080 alloggi che andranno a costruire "l'ecosistema Villane", insediamento che rientra nel processo denominato a "zero CO2", consistente non tanto nell'assenza di emissioni dannose, quanto nella loro riduzione nonché nel loro futuro riutilizzo per altri scopi. In quest'ottica i componenti costruttivi adoperati, i rifiuti solidi urbani, le acque grigie e persino il biossido di carbonio (CO2) prodotto dall'impianto di cogenerazione diventano parte del sistema ecologico e come tali non gravano come "rifiuti" sull'ambiente. L'utilizzo di elementi prefabbricati e materiali riciclati e riciclabili, i risparmi nei consumi di acqua e l'impiego di fonti rinnovabili per coprire il fabbisogno energetico dell'insediamento contribuiscono alla riduzione dei costi ambientali per la realizzazione e la vita del complesso.

## LONDRA

### IL BedZED a Sutton



Il progetto del BedZED consiste in blocchi residenziali a terrazza costituiti da aree domestiche e spazi lavorativi, giardini e terrazze di pertinenza di ogni alloggio, aree destinate a parcheggio sul limite del lotto e, sul lato nord-ovest affiancato dal campo sportivo, un edificio adibito a spazio tecnologico per la cogenerazione e clubhouse.



Nella zona dell'espansione vittoriana del distretto londinese di Sutton, sorge il bedZED, il nuovo quartiere progettato nel 1999 da Bill Dunster e

dalla sua equipe. Definito dai progettisti eco-friendly development, propone un rinnovato modo del vivere urbano, radicalmente diverso da quello consolidato: un insediamento residenziale di media/alta densità protetto da una cintura di verde, sostenibile e autosufficiente dal punto di vista energetico.

La ZedFACTORY, il team di progettisti guidati da Dunster, in collaborazione con lo studio Ove Arup & Partners e con il Bio Regional Development Group, ha inteso creare un sistema urbano facilmente riproducibile a costi competitivi, all'interno del quale possano convivere edifici residenziali a più piani e spazi dedicati al lavoro e al tempo libero. Al termine di un percorso di studi e spazi dedicati al lavoro e al tempo libero. Al termine di un percorso di studi durato cinque anni, l'equipe ha definito la massima densità insediativi che consente da un lato di ottenere i benefici di un quartiere densamente popolato e ben attrezzato dall'altro la possibilità di garantire un sufficiente guadagno solare in inverno e una corretta illuminazione e ventilazione naturale degli ambienti confinanti durante tutto l'arco dell'anno.

Il quartiere, costruito sul sito di un ex impianto per il trattamento delle acque reflue, è composto da 82 alloggi a terrazza a cui sono associati ambienti di lavoro per 200 persone. L'intero progetto si fonda sul principio ambientale "zero energy" e "zero carbon emissions", ovvero la realizzazione di residenze e spazi attrezzati che non consumano più energia di quella che riescono a produrre.

La facciata rivolta a sud è caratterizzata dalla presenza sia di elementi di accumulo termico passivo, quali vetrate e serre solari, che da pannelli fotovoltaici semitrasparenti.



a

Le coperture degli alloggi a terrazze con i pannelli fotovoltaici semitrasparenti, i tetti giradino e gli elementi per la compattazione/espulsione delle brezze stagionali, divenuti ormai il simbolo del BedZED



I materiali per l'involucro opaco (legno di quercia non trattato e mattoni) sono reperiti entro un raggio di 25 miglia; l'involucro trasparente è costituito da un triplo vetro montato su infissi in legno; in parte nuovi e in parte riciclati

Per ridurre del 60% il fabbisogno di energia di una tipica casa suburbana e del 90% quello di calore sono state adottate poche e mirate strategie, quali l'uso di edifici molto isolati e di sistemi di ventilazione a recupero passivo di calore, l'installazione di pannelli fotovoltaici, di apparecchi energy-saving e di impianti tecnologici che non usano combustibili fossili e che, pertanto, non emettono gas climalteranti.

In sintesi, dal punto di vista urbano, BedZED soddisfa cinque condizioni:

1. massima densità possibile nel rispetto delle condizioni ambientali (50 alloggi per ½ ettaro);
2. sviluppo misto di abitazioni e di ambienti di servizio come per i tradizionali mews londinesi;
3. terrazze verdi, di pertinenza di ogni alloggio, che si affacciano sui giradini o sulle altre terrazze sottostenti;
4. coperture curve con mansarde abitabili.

All'interno dell'insediamento sono previsti diverse tipologie e di spazi di servizio/lavoro per rispondere alle molteplici esigenze degli utenti. Mirando sulla compresenza in situ di residenze, ambienti lavorativi e servizi primari (commerciali, sportivi e ludici) è stato possibile ridurre l'utilizzo da parte dei residenti del mezzo privato di locomozione tanto da rendere sufficienti, per le loro necessità di spostamento, le 40 auto elettriche a disposizione dell'intera comunità.

Tutti i nuclei edilizi sono stati progettati per garantire condizioni di benessere indoor sia in inverno che in estate. Nella stagione fredda, la massima struttura in laterizio e il notevole strato di isolamento termico "a cappotto" presente sull'intero involucro edilizio opaco consentono di conservare l'energia accumulata durante le ore di sole evitando che il calore raccolto attraverso gli spazi solari e prodotto dalle comuni attività domestiche e lavorative sia disperso all'esterno.

Le serre solari abitabili esposte a sud immagazzinano calore attraverso le superfici vetrate, mentre uno scambiatori di calore provvede al recupero del 50-70% del calore presente nell'aria viziata in uscita. Al raggiungimento del confort estivo contribuiscono l'inerzia termica dello spessore murario, i sistemi d'ombreggiamento e la ventilazione naturale favorita dai camini solari. Questi ultimi, utili per eliminare il calore in eccesso tramite circolazione forzata e/o aspirazione statica nelle giornate ventose, sono divenuti il simbolo del BedZED perché caratterizzati da una particolare forma a proboscide e da differenti e vistosi colori.

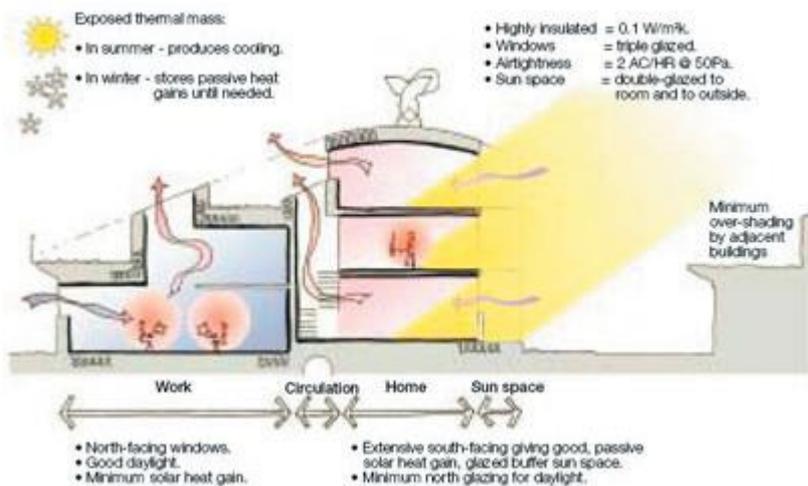
Gli uffici sono esposti a nord e fungono da zone cuscinetto per le abitazioni; il calore necessario al loro riscaldamento proviene sia dall'ntà di cogenerazione CHP (Combined Heat and Power generation che da condotti

di aerazione collegati alle serre solari. Nel periodo estivo, per evitare il surriscaldamento, gli uffici sono ombreggiati dalle abitazioni stesse. Le coperture degli ambienti lavorativi sono terrazze verdi così che ogni alloggio può beneficiare di un giardino privato anche all'interno di un agglomerato urbano che per densità propria lascerebbe spazio solo ad un balcone.

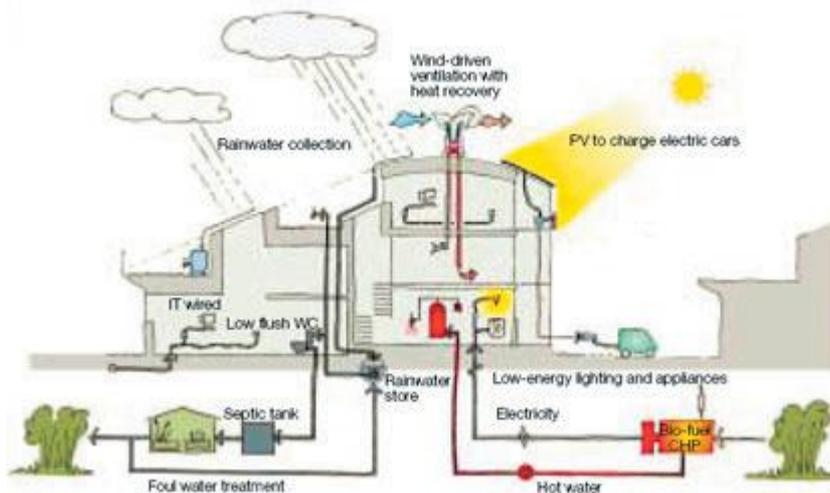
Dal punto di vista impiantistico, elettricità e calore sono prodotti dall'impianto CHP alimentato con biomassa di trucioli di legname provenienti dal taglio di alberi locali. Inoltre, tutte le case sono dotate di pannelli fotovoltaici che forniscono energia elettrica utile sia al fabbisogno domestico che a alimentare il parco macchine elettrico comune riducendo, in tal modo, la richiesta di combustibile fossile per il trasporto.

I materiali costruttivi adoperati sono reperiti entro un raggio di 25 miglia al fine di evitare un surplus di costi – finanziario e ambientale – di trasporto; anche le tecniche costruttive sono tradizionali allo scopo di minimizzare il tempo di costruzione e l'impianto ambientale e di assicurare la curabilità del manufatto. Il principio adottato rispecchia la volontà di non utilizzare materiali nuovi o difficilmente reperibili ove è possibile servirsi di elementi riciclati e diffusi in loco: ad esempio, per l'involucro opaco sono stati adoperati mattoni prodotti da fabbriche locali o provenienti da vicini edifici demoliti, per gli infissi quercia verde normalmente usata per gli imbanchi navali. In generale, quindi, l'aspetto innovativo dell'alloggio Zed non risiede tanto nell'utilizzo di una costruzione high-tech quanto nella ricerca di nuove combinazioni fra tecniche e materiali locali.

Una particolare attenzione è stata anche rivolta all'immagazzinamento e al riuso delle acque piovane e allo smaltimento sostenibile di quelle reflue. Per ridurre il consumo di acqua potabile, le acque bianche sono raccolte in appositi serbatoi presenti all'altezza delle fondazioni e i sanitari e gli elettrodomestici sono tutti del tipo energy-saving. Tutta l'acqua grigia e nera della comunità è raccolta e trattata sul posto attraverso un sistema di fitodepurazione contenuto in una serra. L'acqua così depurata è riutilizzabile per gli scarichi dei servizi igienici.



Dal punto di vista energetico, le residenze possono “operare” sfruttando solamente l’energia prodotta in situ. L’autonomia energetica è resa possibile attraverso: la riduzione del fabbisogno energetico degli alloggi; l’installazione dei pannelli fotovoltaici in copertura; la presenza di elementi di accumulo termico stagionale e non; l’adozione di un generatore CHP.



L’ecosistema alloggio lavora in stretta connessione con quello ambientale: l’energia solare, attraverso i pannelli fotovoltaici, alimenta il parco macchine elettriche; gli scarti di legname forniscono il combustibile per l’impianto CHP che procura energia elettrica per gli apparecchi domestici, acqua calda sanitaria e calore per il riscaldamento; l’acqua piovana è immagazzinata e utilizzata per gli scarichi dei sanitari e per l’irrigazione; le acque reflue sono depurate attraverso la fitodepurazione e riutilizzate per irrigare; il vento è captato e sfruttato per i ricambi d’aria in inverno tramite un impianto a recupero di calore e per la ventilazione incrociata in estate.



## Scheda N° 1

### **FOSTER AND PARTNERS** **Beach Road (Singapore)**

Anno 2012

**Architetti:** Foster and Partners



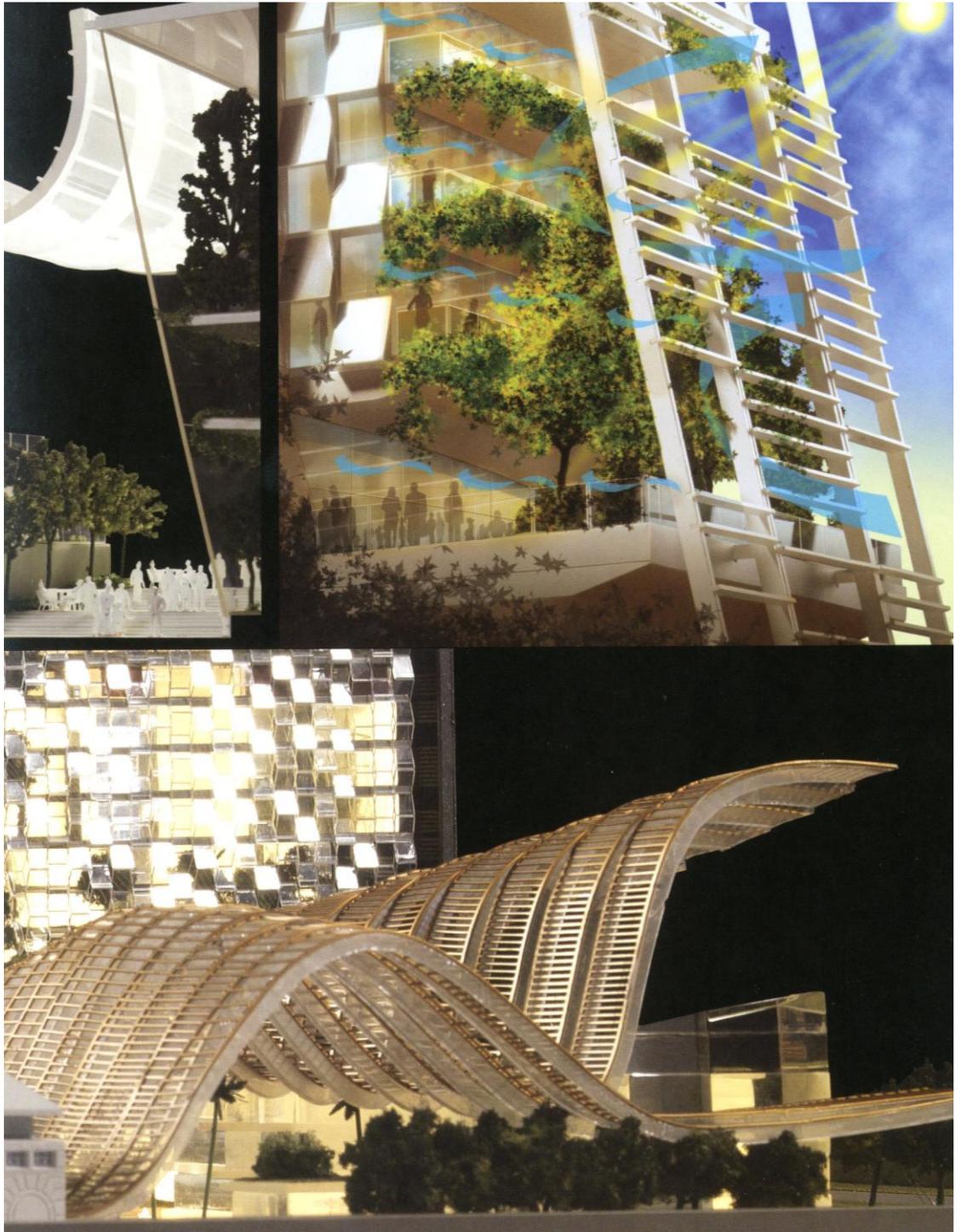
Beach Road è un antico accampamento militare che si trova al centro della città ed occupa un grande isolato di 150.000 mq. Le autorità locali hanno convocato un concorso internazionale per trasformarlo in un complesso ad usi misti per dinamizzare la città, data la sua situazione strategica. Il progetto vincitore è una proposta di un

eco quartiere futuristico capace di trasformarsi in un'icona e segue il modello ideale della città giardino caratteristico di Singapore, con la sua esuberante piantagione di giardini pensili. La giuria ha apprezzato il suo design ambientale e la tecnologia del verde, capace di creare una proposta urbanistica di alto livello che si adatta al clima tropicale e al peculiare contesto urbano.



Il complesso si sviluppa lungo una nuova strada che funge da asse principale che si incrocia nei punti chiave per stimolare la circolazione attraverso i negozi e caffè. Il nucleo è formato da due torri di 45 e 42 piani il cui volume è composto da due sezioni. Al di

sotto di queste, si estende una grande copertura ondulata che oltre a creare ottime condizioni climatiche, definisce lo spazio pubblico a minor altezza (insieme agli antichi edifici restaurati dell'accampamento) dello spazio terziario e residenziale delle torri. E' un filtro che protegge le zone comuni e pedonali smorzando gli effetti del clima tropicale, mentre al di sopra della copertura si erge una città verticale di torri. Questa prolungando l'effetto di movimento, rispondono alle esposizioni del vento e simulando un intreccio di nastri, tra i quali si trovano un grande numero di piccoli spazi verdi in altezza. Filtrano il sole e offrono la giusta cornice per la vegetazione che trasformerà le torri in una serie di spazi verdi verticali. Raccolgono e filtrano le correnti d'aria fresca verso gli spazi del pianterreno, sfruttando così parte dell'energia naturale generando solo la necessità per arrivare ai livelli di comodità più adeguati in ogni momento. Tra gli usi del complesso vi sono quello residenziale, commerciale ed uffici, oltre che due hotel ed una connessione diretta di linea verde alla stazione MRT. Si è badato al massimo all'efficienza energetica del complesso in modo che le sia conferito il riconoscimento di Green Mark Platinum Rating. Beach Road darà una nuova dimensione a Singapore, emblema della vita sostenibile e della città degli affari.



**Scheda N° 2**

**FOSTER AND PARTNERS  
Jameson House (Vancouver, Canada)**

Anno 2005

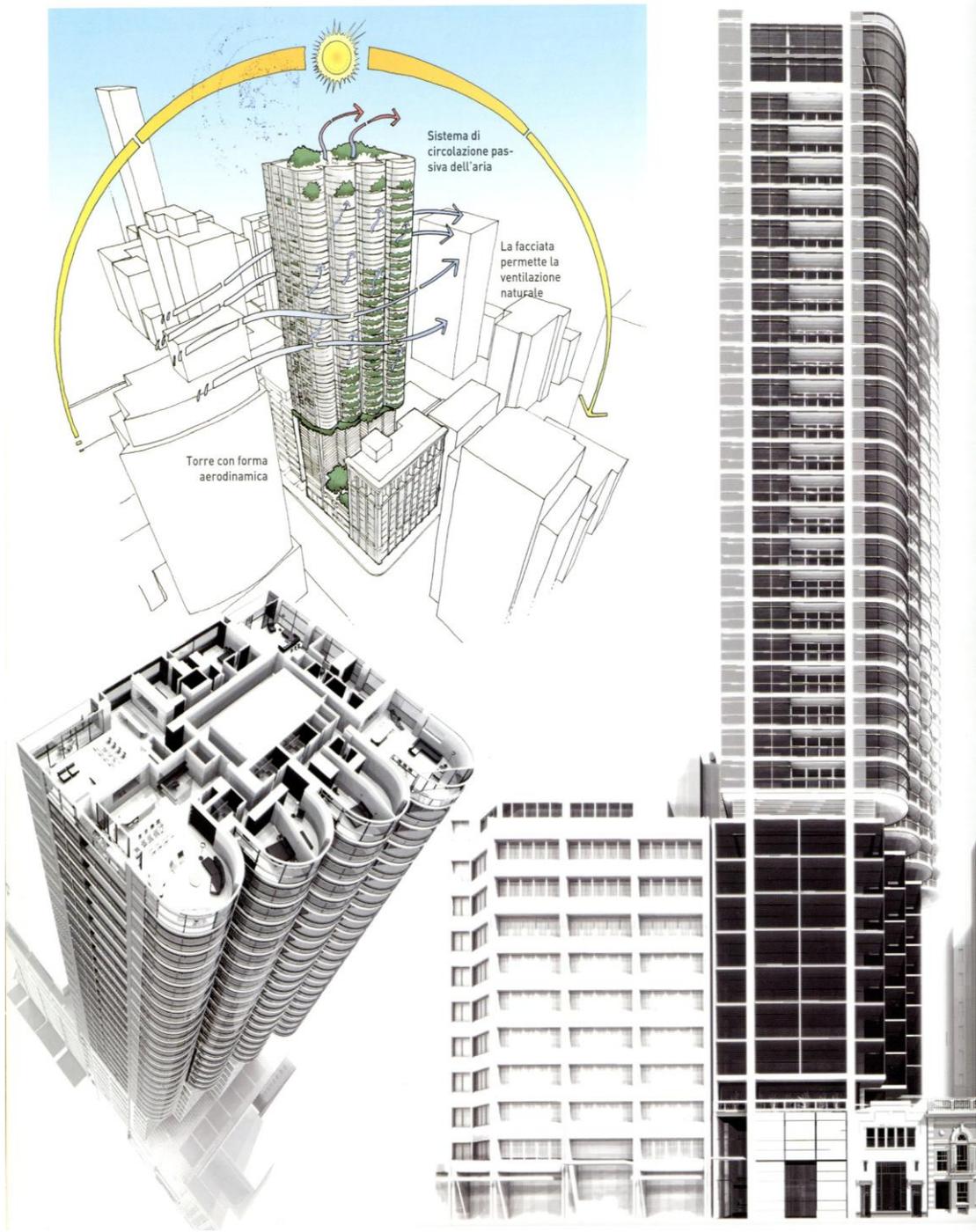
**Architetti: Foster and Partners**



“Torre verde” è una torre a funzioni miste composta da 38 piani e un’altezza di 116 metri, che combina la preservazione del patrimonio, l’integrazione con l’intorno e la sostenibilità. Si trova nel centro della città e prende come basi di riferimento due edifici esistenti art-decò a tre piani che ospiteranno negozi e ristoranti. Il Ceperley Rounsfell Building, del 1921, è stato completamente ristrutturato ed è stata conservata inoltre la facciata del Listed Royal Financial , del 1929; sono stati realizzati anche dei nuovi piani sotterranei adibiti a parcheggio “intelligente”, completamente automatizzato. Completano il progetto il nuovo edificio per uffici di 8 piani situato tra i due esistenti e i piani che formano la torre, destinata ad uso residenziale. Il risultato è un edificio dove si mescolano vita e lavoro in un solo posto, stimolando la socialità e dinamizzando la vita urbana, nonché riducendo il consumo energetico diurno e notturno.

Il Jameson è il primo grattacielo ad ottenere la certificazione LEED Gold (un’etichetta di “edifici verdi” che si distinguono per design e tecnologia) poiché oltre ad essere energeticamente autosufficiente (utilizza un nucleo centrale di cogenerazione di bio-disel, il primo di questo genere a Vancouver), riduce il consumo d’acqua del 35%. Anche la concezione strutturale, volumetrica e il progetto delle facciate si rifanno ai principi dell’aerodinamica (risposta alla forza del vento), a regioni climatiche (utilizzo dell’esposizione solare, installazione di pannelli fotovoltaici nella facciata a sud, ventilazione naturale, incidenza del carico termico) ottenendo così il massimo livello di climatizzazione e di confort interno.

Inoltre sono stati considerati aspetti paesaggistici inusuali nella progettazione di un grattacielo. E’ stato introdotto il concetto di spazio verde, nella parte superiore della torre, nei balconi e la terrazza del quarto piano dove sono state introdotte specie arboree e vegetali autoctone, irrigabili in maniera naturale attraverso un sistema di ricezione d’acqua piovana. In questo progetto si è messo in discussione la concezione del grattacielo come un edificio poco sostenibile e che consuma molta energia: questa concezione è senza dubbio ormai superata.



**Scheda N° 3**

**MVRDV**  
**Gwang Gyo Power Center (Seul, Corea)**

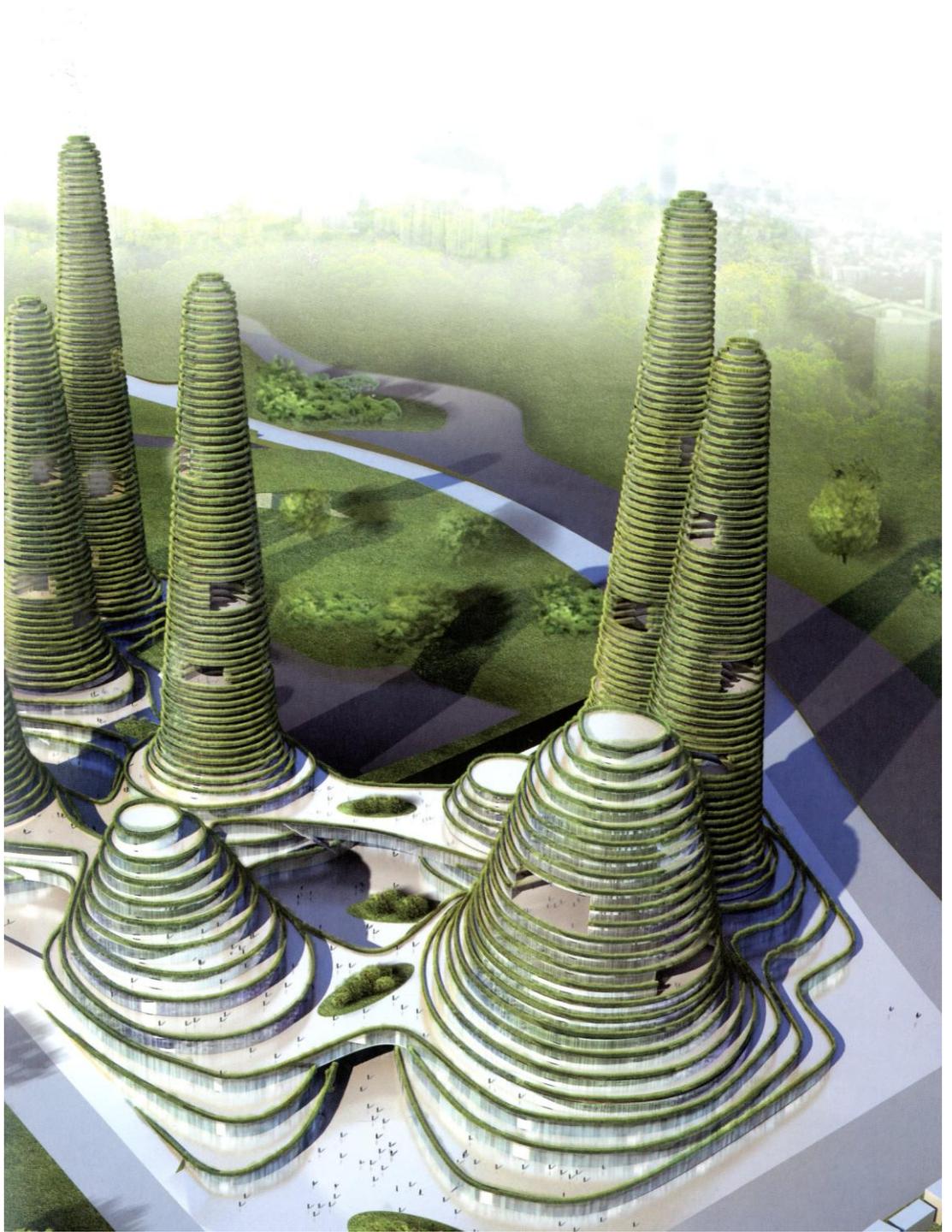
Anno 2012

**Architetti:** Winy Maas, Jacob van Rijs, Nathalie de Vries con Youngwook Joung, Wenchian Shi, Raymond van den Broek, Paul Kroese, Naiara Arregi, Wenhua Deng, Doris Strauch, Bas Kalmeijer, Simon Potier, Silke Volkert, Marta Pozo, Francesco Pasquale



L'urbanistica coreana degli ultimi anni si è distinta per la strategia del "power center" o nuove centralità, si tratta di nodi locali ad alta densità con una concentrazione di usi misti (funzioni pubbliche commerciali, residenziali, uffici ed ozio) con l'obiettivo di generare una nuova vita nelle aree metropolitane e stimolare la crescita intorno ad esse. Le nuove centralità utilizzano la tipologia delle torri su un basamento commerciale, ognuna delle quali con caratteristiche progettuali specifiche, nella maggior parte dei casi però si tratta di architetture con poca personalità. Gwang Gyo fa un passo avanti una nuova generazione del "power center" che incorporano fra altri un'agenda verde, dando vita a luoghi con una grande personalità dove si sviluppi la cultura locale che accentua le specificità capace di ampliare la diversità e poter attrarre nuovi abitanti.

Il nuovo complesso di Gwang Gyo ha una capacità di 77.000 abitanti, fa parte di un importante sviluppo urbanistico vicino al nuovo Distretto Centrale del Commercio e si trova vicino ad un lago circondato da vegetazione a 35 km a sud della città. E' stato concepito come una nuova topografia di colline dove sono protagoniste cinque snelle torri residenziali, vicino ad altri edifici di minore altezza, destinati ad uffici, divertimento, spazi culturali ed educativi, parcheggi, con tutte le funzioni di una città. Tutti gli edifici sono formati da strutture a pianta circolare che rastremano il loro diametro secondo l'asse verticale e con una caratteristica tessitura vegetale in facciata. Tutte le abitazioni hanno una terrazza che permette di godere dell'esterno e raccogliere l'acqua piovana, piantumare la vegetazione e far passare le installazioni. Ognuna di queste "colonne" possiede grandi vuoti, atti a far ventilare gli edifici, grandi spazi interni cavi che occupano i nuclei, trasformandoli in dispositivi simili ai camini. A livello pedonale si creano differenti percorsi e connessioni mediante passerelle e strade che conducono al lago e allo stesso modo si creano percorsi a differenti livelli tra le colline. Un nuovo paesaggio darà nuova vita a Gwang Gyo, che si fonderà con l'ambiente per creare un grande parco.





**Scheda N° 4**

**ASYMPTOTE ARCHITECTURE  
Penang Global City Center (Penang, Malesia)**

Anno 2012

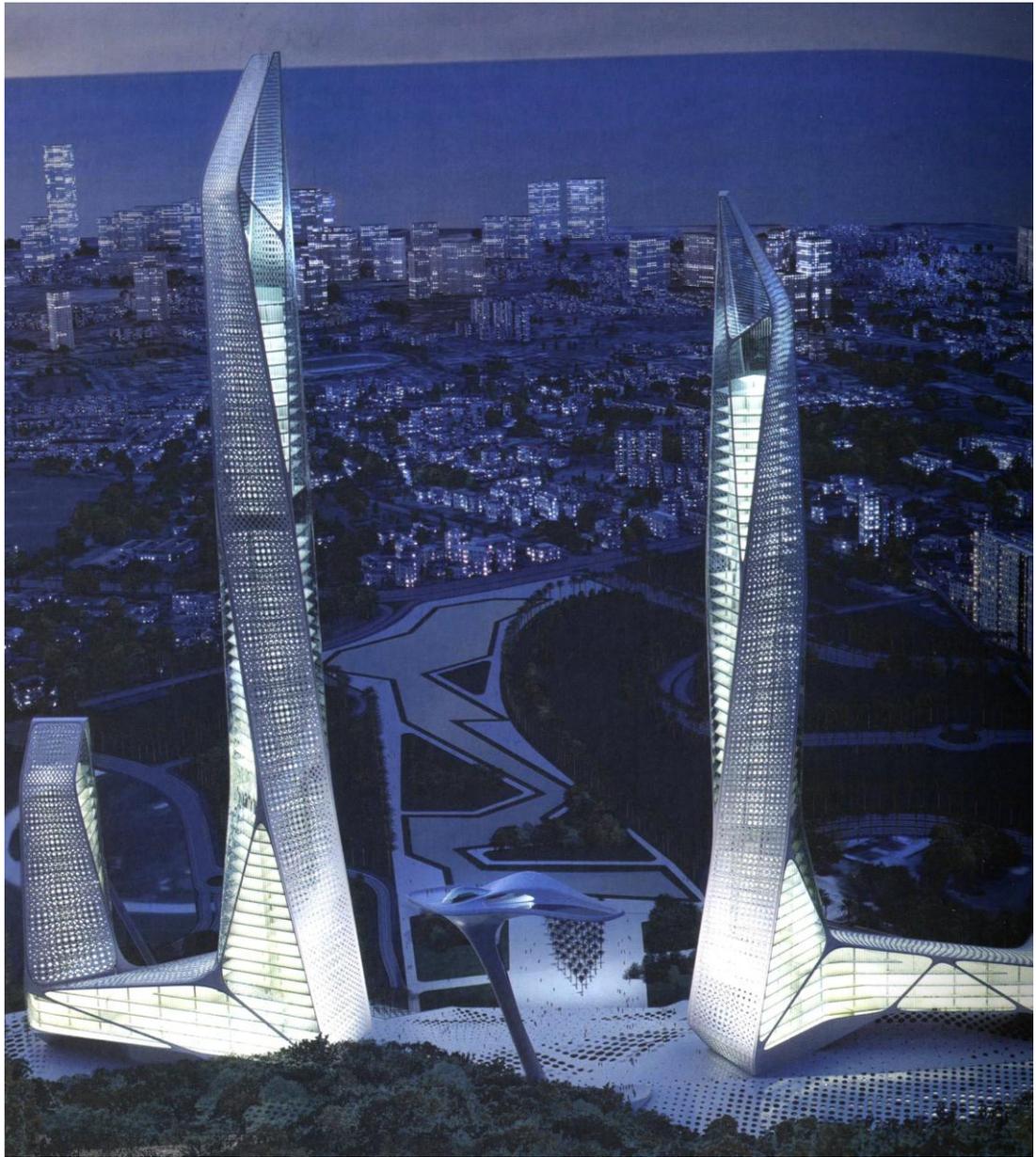
**Architetti: Hani Rashid + Lise Anne Couturel**

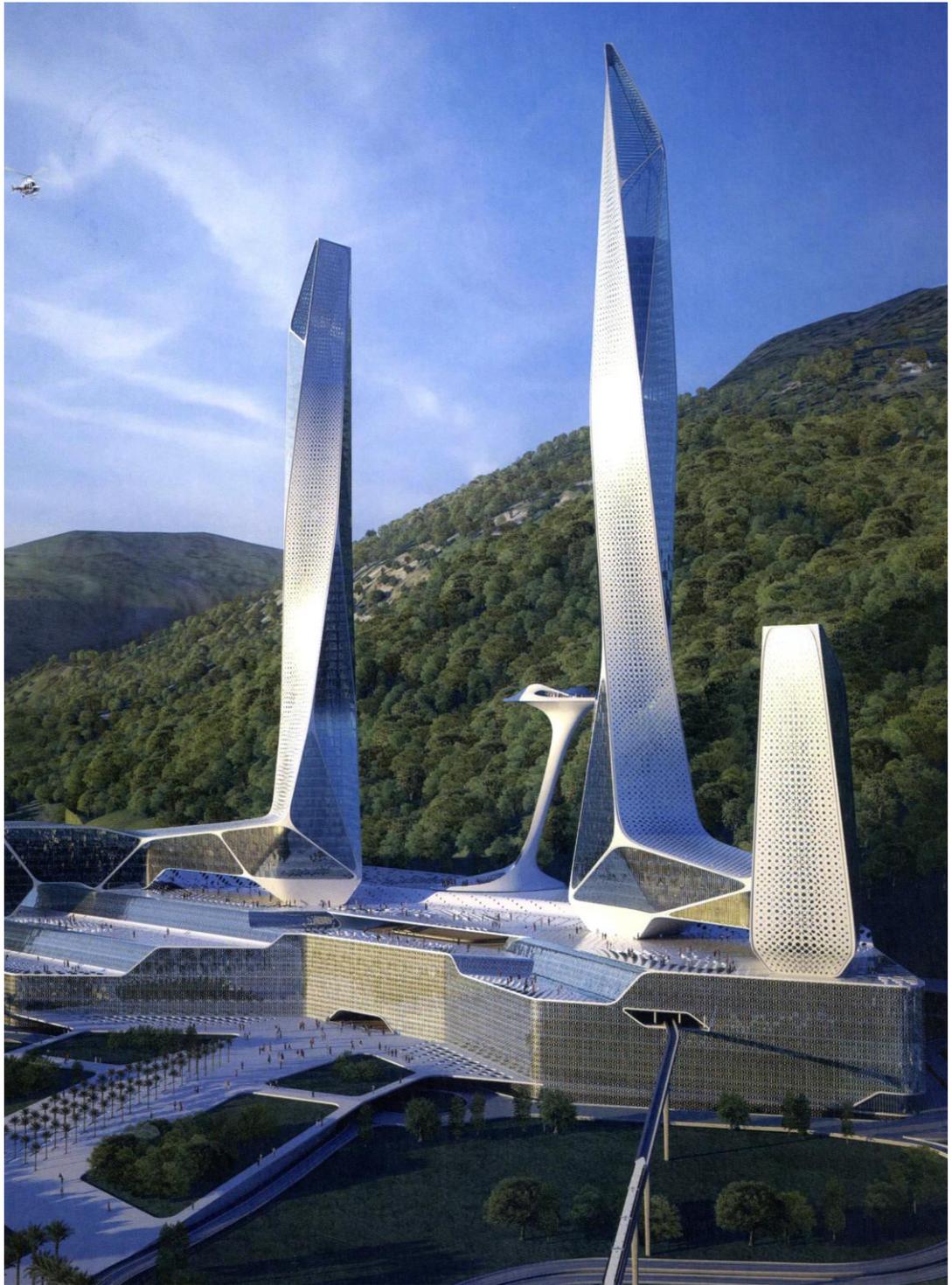


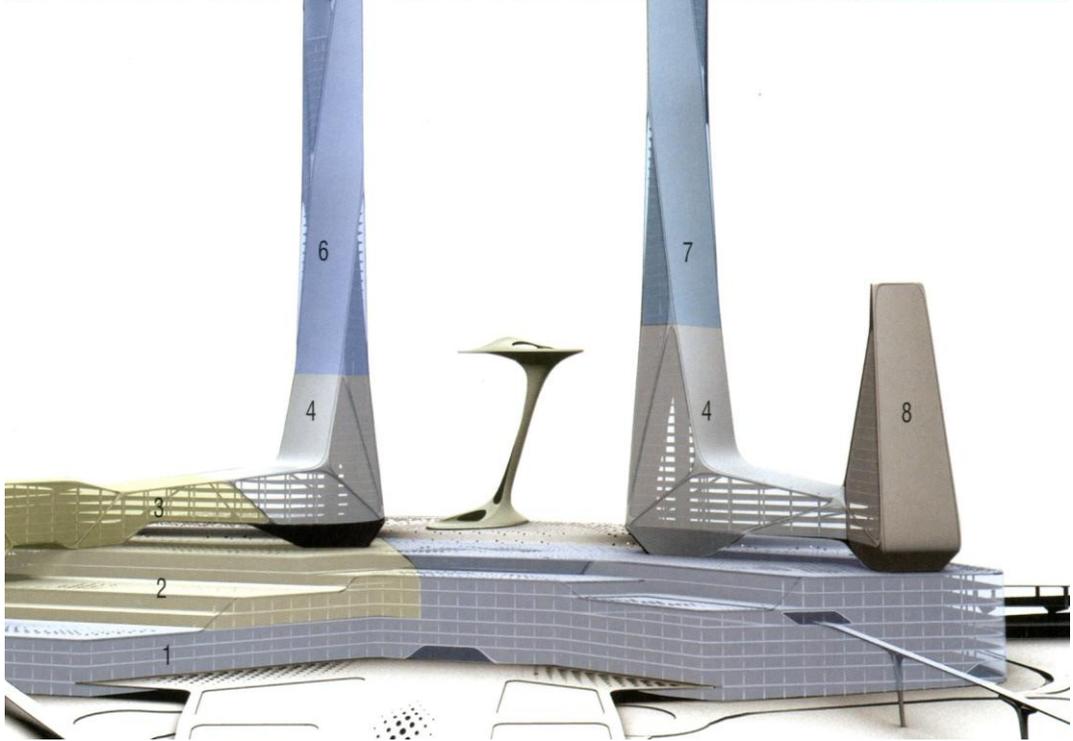
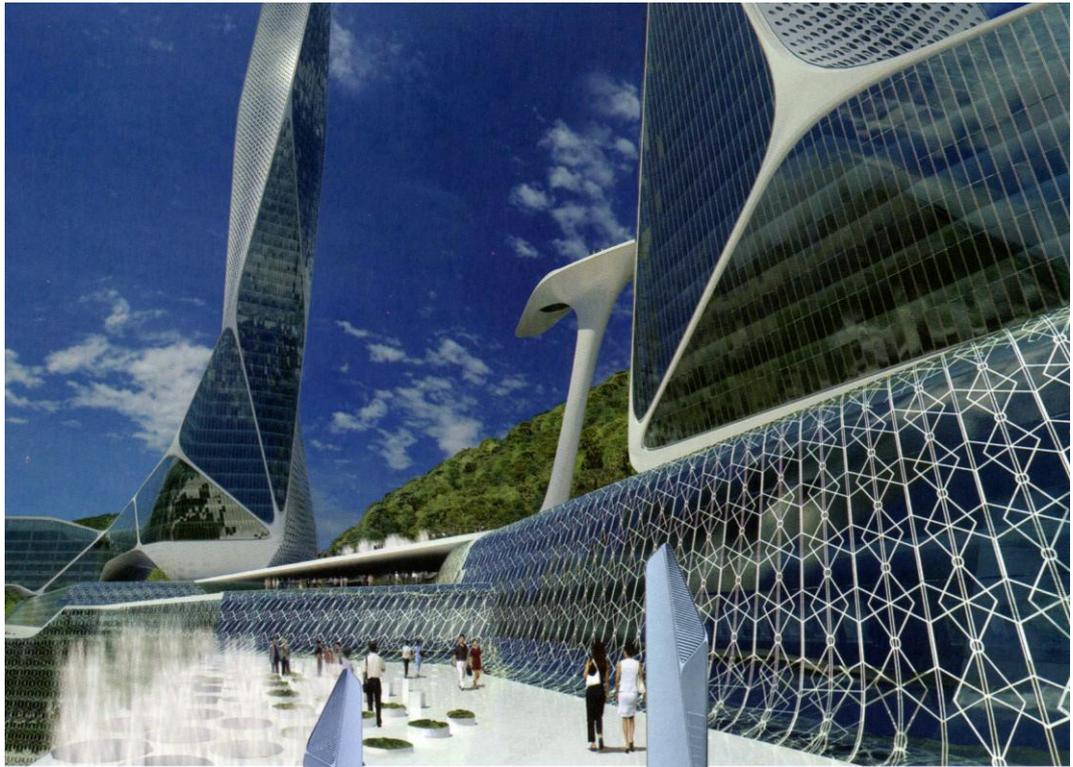
Con l'obiettivo di potenziare lo sviluppo economic del nord della Malesia, il governo ha promosso una serie di iniziative, fra le quali la costruzione della Penang Globale City Center nella città di Penang, con la capacità per attrarre nuove attività e rafforzare l'economia. E' un complesso ad usi misti, situato in una zona strategica ai piedi della riserva naturale di Penang Hill, lungo il pendio delle montagne, con vista sulla città e sulla baia.

Il complesso è composto da due grandi grattacieli di 60 piani che accolgono le abitazioni, uniti da un atrio di grandi dimensioni che accoglie le funzioni pubbliche e comunitarie. In totale si ha un milione di metri quadrati edificati che si dedicheranno ad usi misti: centro commerciale, centro di convenzioni, Penang Performing Arts Center, appartamenti, hotel ed aparthotel, uffici, osservatorio e parcheggio. Dispone delle ultime tecnologie in materia di sostenibilità come turbine eoliche, facciate ad alto rendimento energetico e pannelli fotovoltaici.

L'idea degli architetti di Asymptote si ricerca nel creare una nuova e poderosa immagine per la città di Penang e della regione nord della Malesia. La forma degli edifici si ispira all'immagine di due leoni marini, ma anche al paesaggio che li circonda e al patrimonio culturale del paese. La forma delle torri è complessa, formata da edifici orizzontali e verticali dalle forme organiche si innalzano e si trasformano in strutture verticali articolate. A sua volta, la torsione delle facciate vetrate crea effetti nella superficie, nel rilievo esistente del paesaggio naturale. Tra le torri e seguendo la pendenza naturale del territorio si forma un plinto che si trasforma in una grande piazza pubblica ed anche per accogliere i servizi e gli uffici, laddove ha luogo la vita urbana; le altezze sono state riservate alle abitazioni.







1. ZONA COMMERCIALE
2. CENTRO CONGRESSI
3. CENTRO D'ARTE E TEATRO
4. APPARTAMENTI
5. ZONA PANORAMICA
6. HOTEL A E APPARTAMENTI
7. HOTEL B E APPARTAMENTI
8. UFFICI
9. PARCHEGGIO

## Scheda N° 5

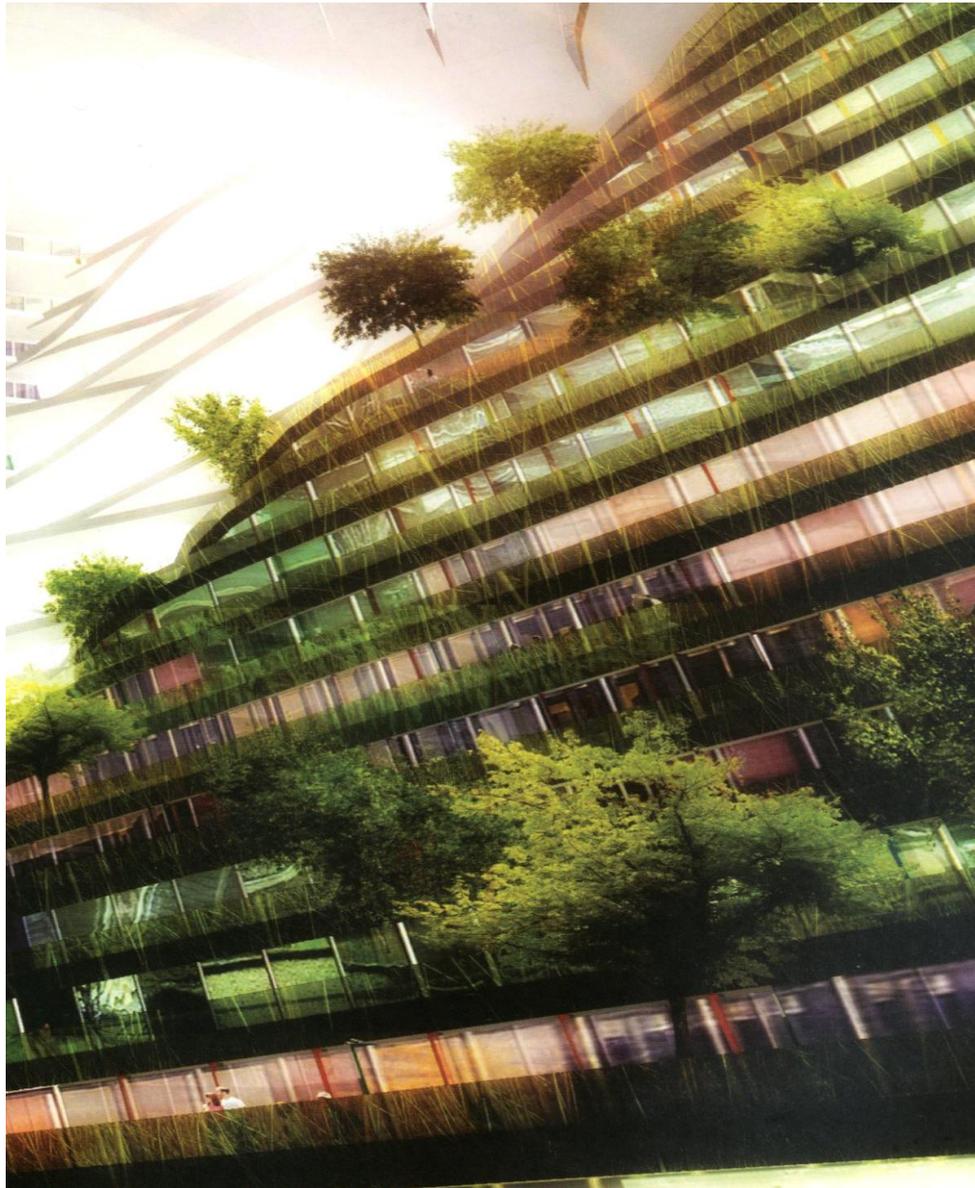
### JDS Julien de Smedt Architects High Towers e Centro Commerciale (Shenzhen, Cina)

Anno 2026

**Gruppo di progetto:** Julien de Smedt, Charlotte Truwant, Andrew Griffin, Andy Vann

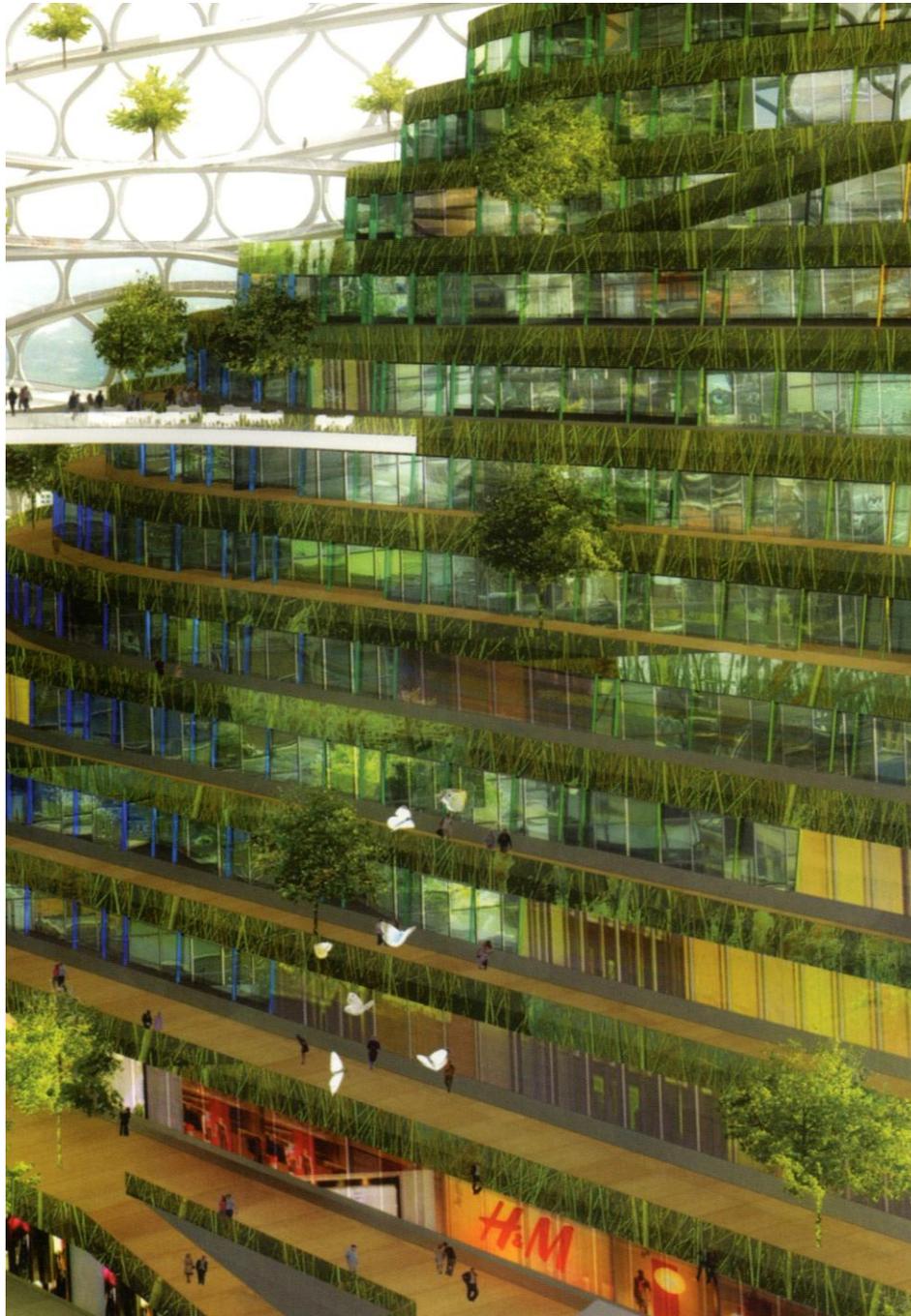


La città di Shenzhen, situata nella provincia cinese di Guangdong, è conosciuta come una delle metropoli con la crescita più rapida del mondo. Il paesaggio montuoso circostante è parte integrante dello sviluppo urbano della città, mettendo da parte le regole e la logica per ciò che riguarda l'espansione della città. Questo è stato un fattore importante nella formulazione del progetto, permettendo all'architetto di creare un'apparenza unica e dotarlo di un valore singolare.



JDS ha ricevuto l'incarico di progettare due progetti che sono, a scala, non contestuali: due torri di rispettivamente 1111 m e 666 m d'altezza ed un'area negozi e commercio. Il progetto costituisce un intervento urbano massiccio in una città in cui l'edificio più alto misura 384 m. Inoltre, si userà come mezzo per arricchire di vegetazione la città, per cui gli architetti hanno dovuto considerare lo spazio verde come parte fondamentale dell'architettura degli edifici. La vita vegetale abbonda, circonda agli edifici e può essere apprezzata dall'interno e attraverso le facciate. Questo genera un'eccellente implementazione di verde nello skyline della città. L'ambiente montagnoso si è integrato nell'architettura ed offre agli utenti

dell'edificio l'opportunità di passeggiare nei sentieri, attraversare crepe e percorrere i pendii che la caratterizzano.



La forza creatrice del progetto della torre più alta sta nella combinazione della forma strutturale e dei futuri usi dell'edificio. L'edificio coniuga artificialmente le due caratteristiche di un ambiente urbano: uno spazio pubblico elevato, circondato da una serie di negozi, uffici ed abitazioni. Il vuoto presente nella struttura si usa per

generare energia mediante turbine eoliche . Inoltre consente che l'interno del complesso si inondi di luce naturale, riducendo al massimo l'uso della luce artificiale durante il giorno, ed apre lo spazio al resto della città. Come risultato l'edificio si trasforma in una città verticale ed auto sostenibile.

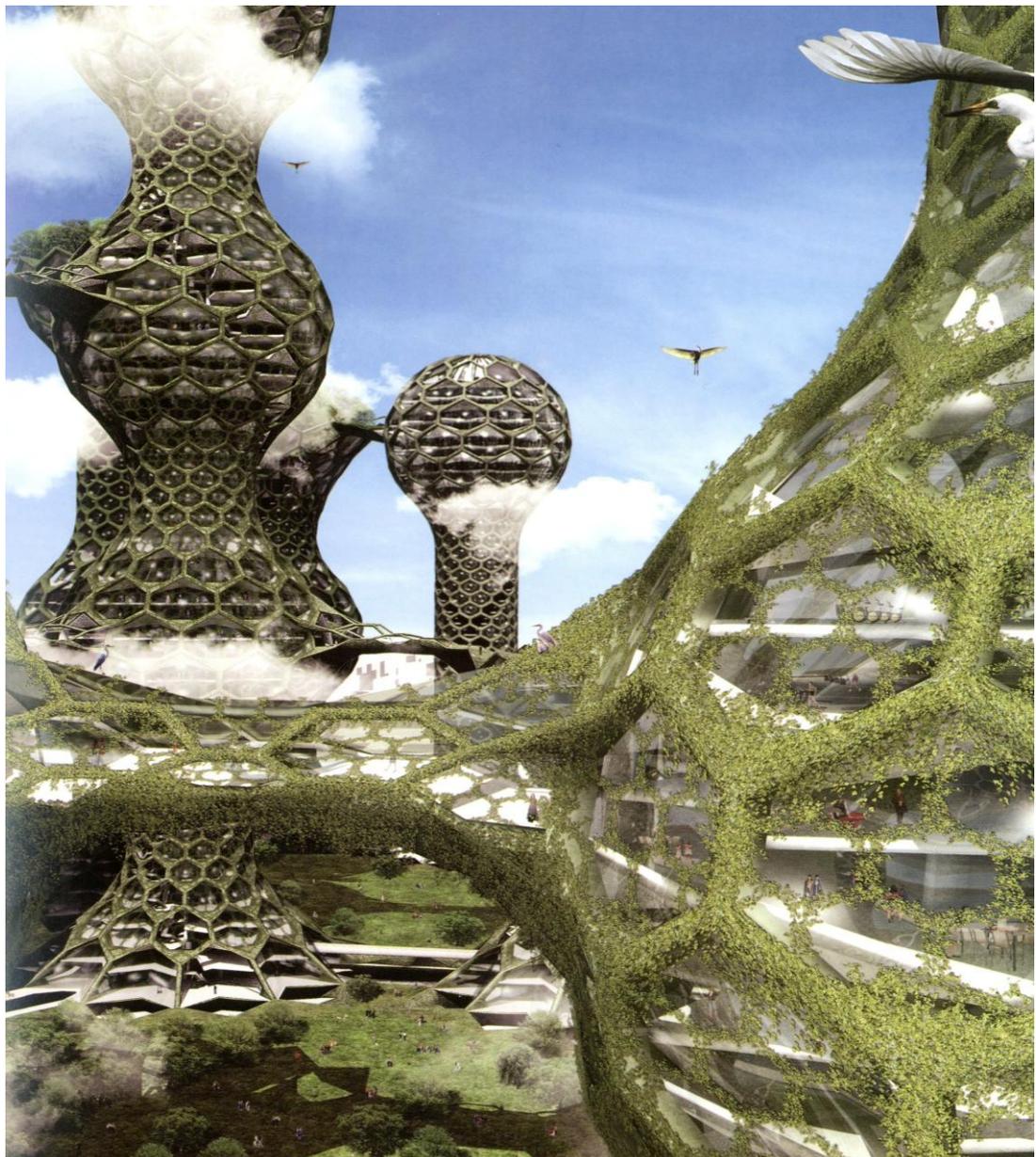
Scheda N° 6

**MASS STUDIES**  
**Seoul Commune 2026 (Seul, Corea)**

Anno 2026

**Architetti:** Minsuk Cho + Kisu Park (Partner)

**Gruppo di progetto:** Joungwon Lee, Ko Joonhee Lee, Bumhyun Chum, Dongchul Yang, Darwoong Kim, Jieun Lee, Jongseo Kim, Byungkyun Kim, Soonpyo Lee, Songmin Lee, Jisoo Kim)



Il concetto di “torri nel parco” ricerca un’alternativa sostenibile alle dense aree metropolitane del futuro, integrando i grattacieli con le zone verdi. La comunità di Seul 2026 fa di questo concetto il punto di partenza: si tratta di una proposta urbanistica per un distretto a sud della città e che è oggetto di un importante processo di riqualificazione. Si propone di sostituire i degradati complessi abitativi che hanno dominato il paesaggio urbano della Corea dagli anni 40, da 15 torri con differenti altezze, da 16 a 53 piani che funzionano come delle giganti case nel parco. Una strategia che sta prendendo sempre di più piede in Corea dove Mass Studies ripensa il concetto di torri nel parco. Trasformando le torri nel parco seguendo una strategia atta ad equilibrare architetture e natura, e creare spazi intermedi per stimolare l’integrazione sociale. Si creano intersezioni tra interno ed esterno, spazio pubblico e privato in una varietà di scale che danno spazio a differenti attività residenziali e ludiche.

Le funzioni interne delle torri si organizzano secondo complesse reti di spazi privati, semi-pubblici. Il concetto si basa su un miscuglio di spazi privati chiamati cellule (una stanza con bagno) e gli spazi pubblici o zone comuni (sala da pranzo, salone etc..) secondo una struttura a nodo d’ape. Gli spazi privati si raggruppano in alveari che formano torri a pianta circolare. Le torri sono composte da una base, un ronco e la cupola, si dispongono le attività pubbliche, insieme al resto di usi che compongono la città (uffici, servizi sanitari, ecc..). Il controllo e l’utilizzo degli spazi si realizza attraverso la rete digitale di un sistema che permette ai suoi abitanti di comunicare favorendo l’interazione sociale.





Scheda N° 7

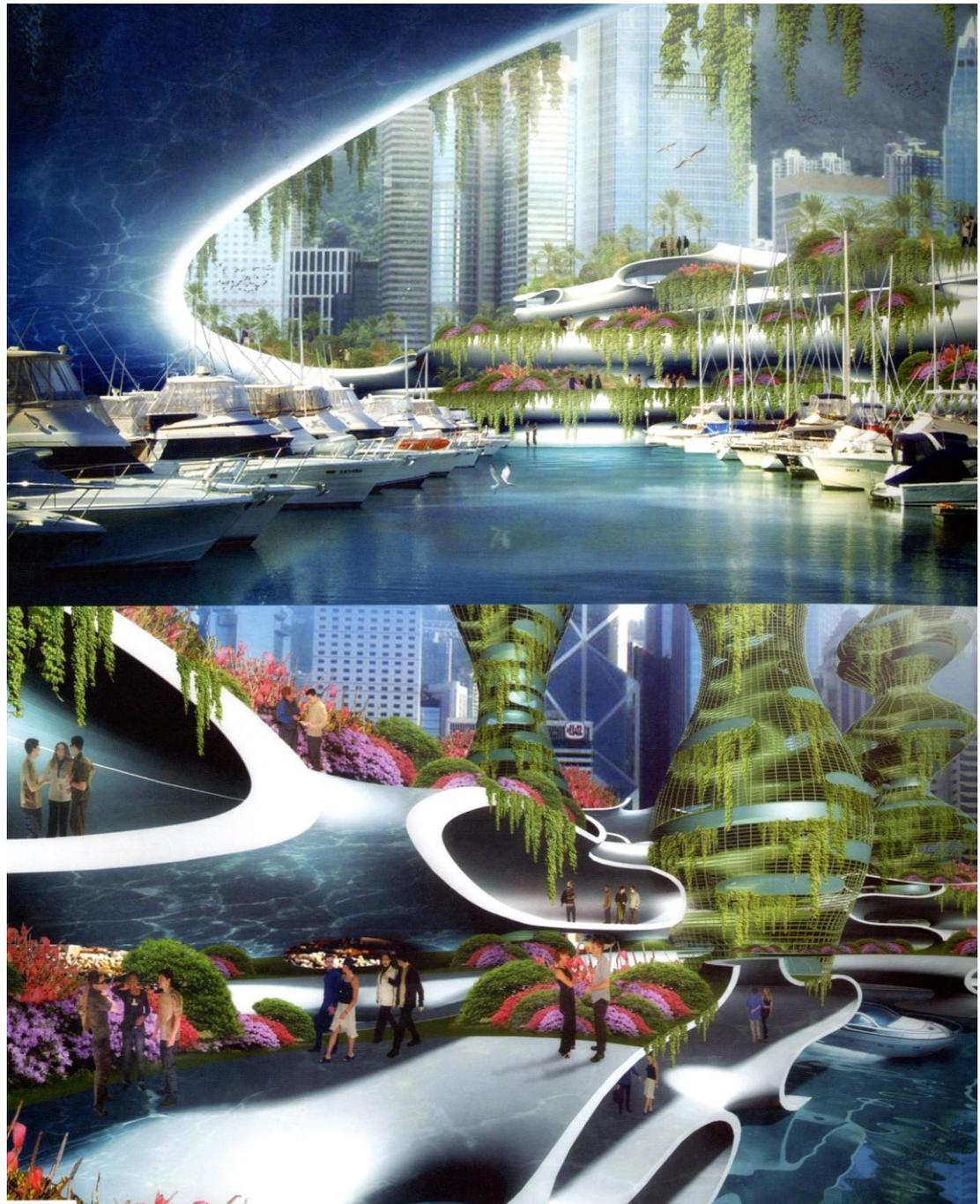
**VINCENT CALLEBAUT**  
**Perfumed Jungle (Hong Kong, Cina)**

Anno 2012



Hong Kong è una delle città più popolate del mondo. Il Distretto Centrale dei Commerci si trova in prossimità del fronte marittimo ed è circondato da verdi colline, formando una densa struttura verticale di torri di vetro ed acciaio. Per risolvere il problema della sovrapposizione, il progetto “Urban Jungle” si propone di riaddomesticare la natura ed ampliare il territorio della grande città contemporanea. Si tratta di rinaturalizzare il paesaggio urbano e la sua estensione verso il fronte marittimo con nuovi edifici che

funzionino come piccole centrali oltre ad essere autosufficienti per energia e biodiversità.



La ridefinizione del fronte marittimo offre l'opportunità di interpretare il mondo acquatico e trascriverlo da un mezzo liquido, generando spazi di alta fluidità attraverso uno strato continuo di cellule perforate che si convertono in un nuovo sottratto del progetto.

Si tratta di una maglia irregolare di cellule che permette all'acqua di infiltrarsi nella parte più profonda del tessuto urbano esistente; è allo stesso tempo un nodo intermodale, poiché raccoglie tutte le modalità di trasporto.



Le cellule si sovrappongono e situano visitatori ed utenti al centro di uno spazio aperto che oscilla tra spazi all'aperto, piscine, porti sportivi, strade, passeggiate pedonali e piste ciclabili, laghetti, lagune di depurazione biologica, musei subacquee e teatri. Davanti alla sagoma della penisola di Kowloon, una vera cascata di vegetali

acquatici e terrazze si alzano come un sipario formando la quinta facciata. Questa nuova topografia, senza barriere né limiti, è stata progettata per gli abitanti della città ed anche per essere attraversata e abitata dalle numerose specie della fauna e della flora locale.



E' un nuovo ecosistema dove organiche torri si sviluppano come autentici alberi, la sua struttura cresce verticalmente lungo il tronco e si ramifica. La configurazione spaziale di queste torri ecologiche offre loro una doppia funzione: da una parte stabilisce gli spazi pubblici e privati (abitazioni) nell'esterno ed interno dell'arborescenza,

generando diversità di funzioni ed attività. In questo modo si fa fronte alla tendenza alla desertificazione delle downtowns (centri città) e si genera una nuova vitalità urbana di scambi sociali ed interconnessioni.

Scheda N° 8

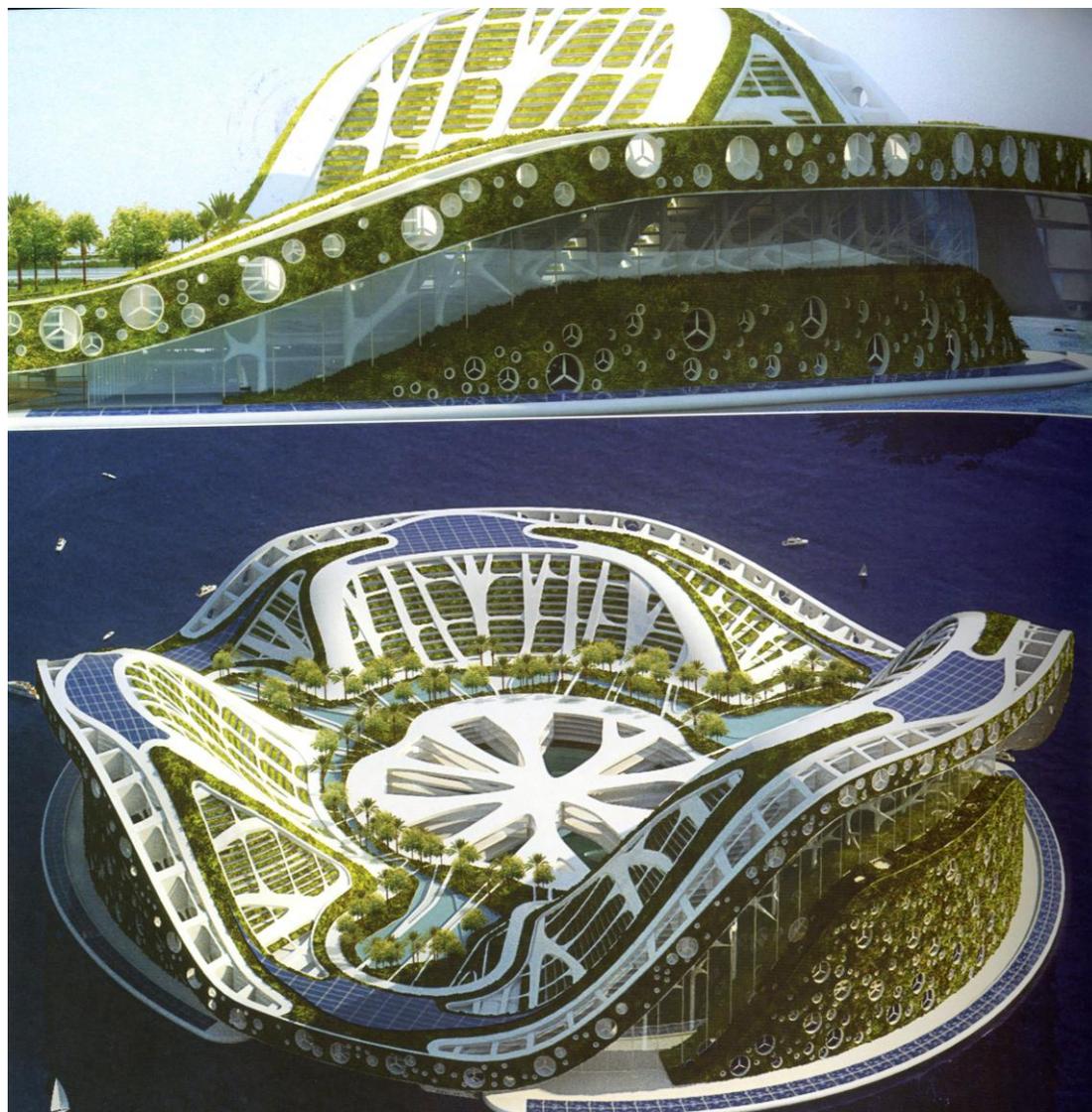
**VINCENT CALLEBAUT**  
**Lilypad (Oceania)**

Anno 2058



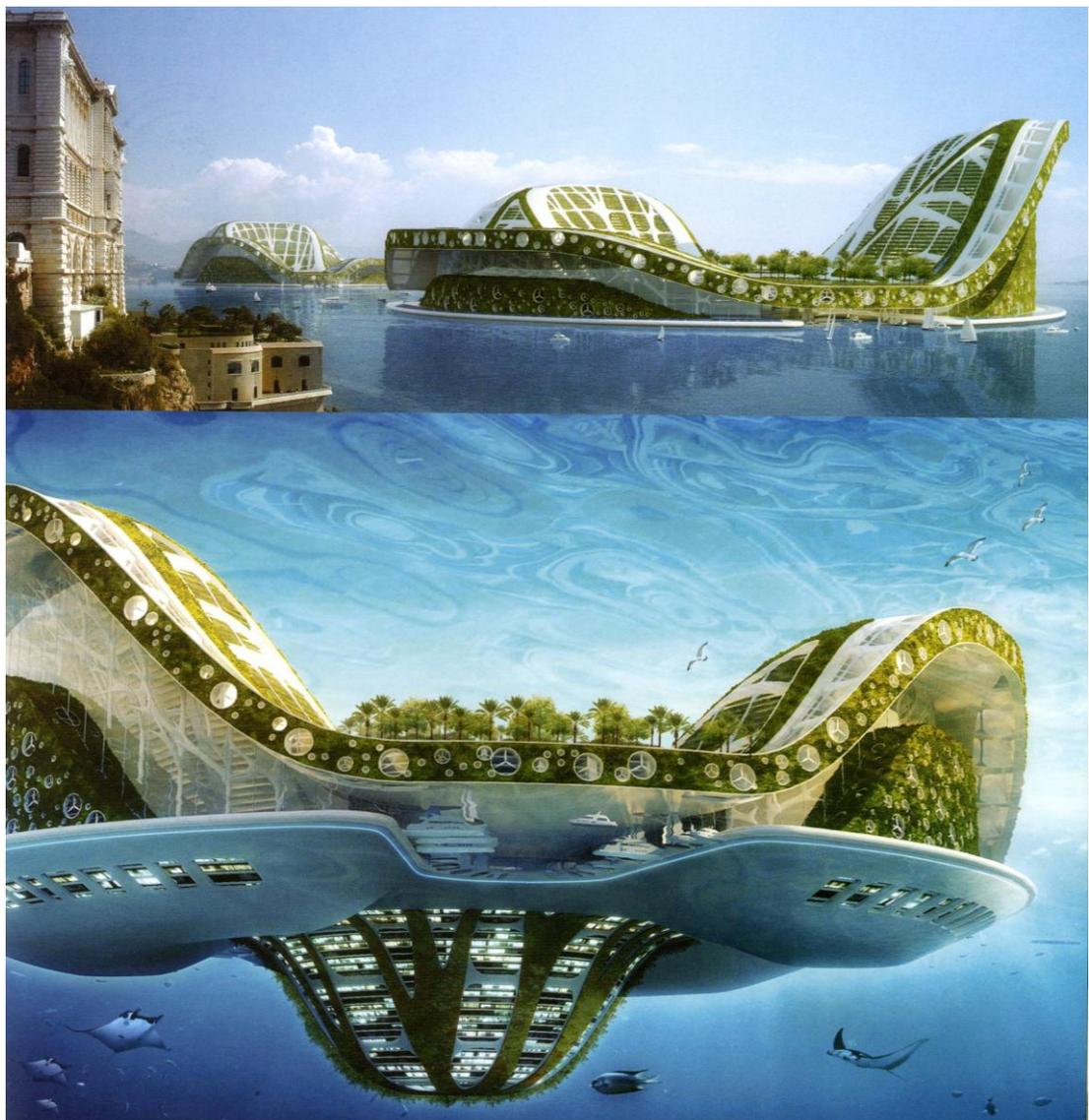
Se le previsioni del Gruppo Intergovernativo sull'Evoluzione del Clima diventeranno realtà, nel ventunesimo secolo il livello degli oceani aumenterà di un metro per ogni aumento di un grado centigrado della temperatura del pianeta. Le città e metropoli costiere

corrono il pericolo di essere sommesse ed i suoi abitanti saranno costretti ad abbandonare le proprie abitazioni e diventare dei “rifugiati climatici”.



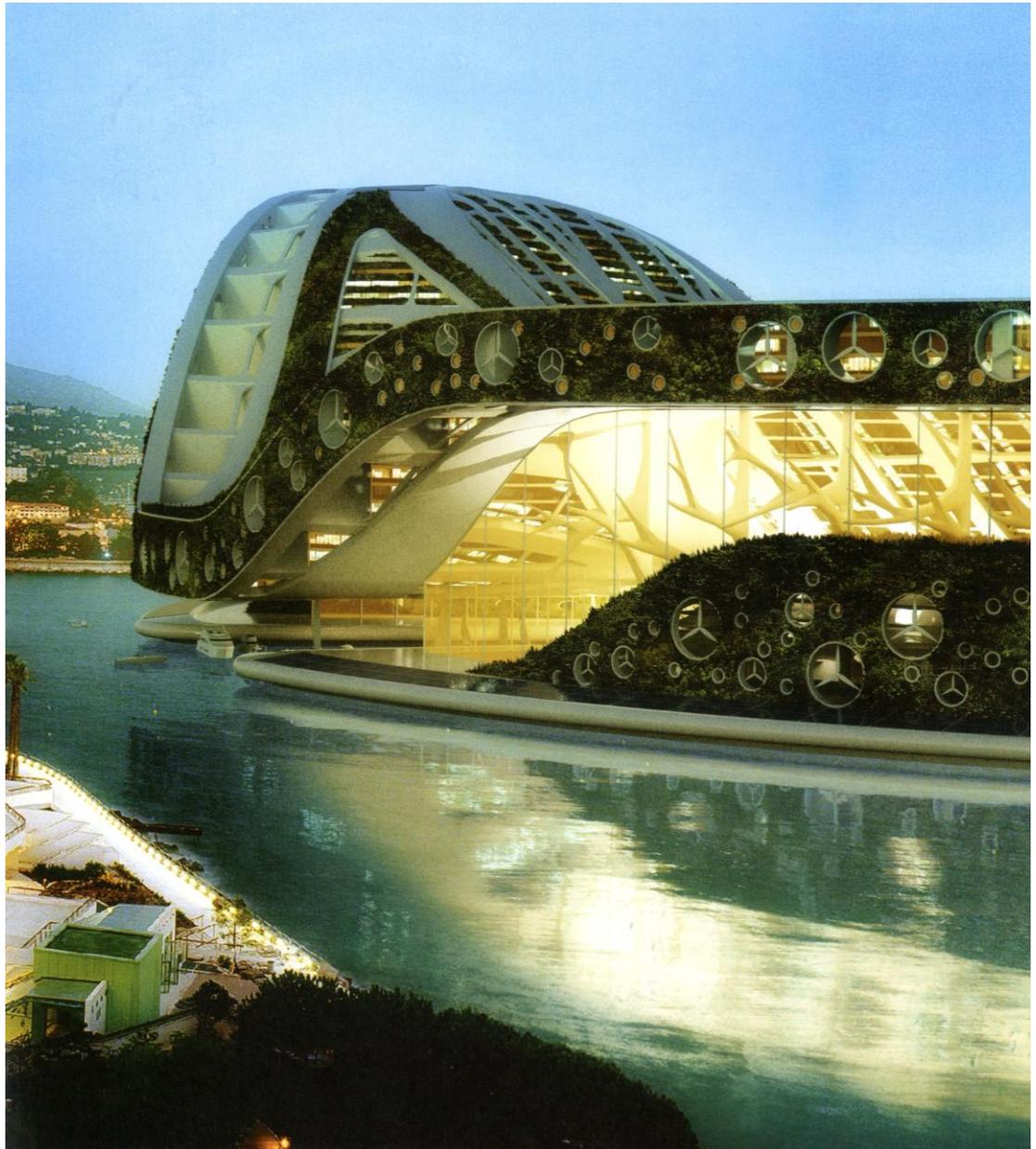
Lilypad è un progetto futurista per una città galleggiante, un’ecopolis o città ecologica che ha il doppio obiettivo: quello di essere sostenibile e di garantire una casa ai futuri rifugiati. E’ un nuovo prototipo biotecnologico della residenza legata al nomadismo ed all’ecologia urbana nel mare e viaggia attraverso gli oceani seguendo le correnti marine. Una struttura galleggiante il cui design si ispira alla foglia di una ninfea dell’Amazzonia, il Vittoria Regia convertito in una piattaforma anfibia, metà acquatica e metà terrestre.

Ha una capacità di 50.000 persone ed è stata progettata secondo un principio di armonia tra gli esseri umani e la natura. Sviluppa la sua fauna e flora in una laguna artificiale centrale formata da acqua piovana che sta totalmente sommersa, servendo da zovorra della città e permettendo la vita nel cuore delle profondità subacquee.



Il programma multifunzionale si organizza attraverso 3 fasce costiere e 3 montagne dedicate al lavoro, il commercio e il tempo libero coperto da uno strato di abitazioni con giardini sospesi ed attraversato da una rete di strade secondo un'ordinazione organica. Ha come obiettivo quello di esplorare nuovi modi di vivere nel mare costruendo spazi collettivi e scenari che ricordano la letteratura di Giulio Verne, proponendo persino la creazione di uno stato

'pluriculturale galleggiante il cui metabolismo starebbe in perfetta simbiosi coi cicli della natura. Sarà una delle principali sfide politiche e sociali del XXI secolo: lo sviluppo urbano sostenibile più che mai deve armonizzarsi col mondo dello sviluppo urbano sostenibile.





## Riferimenti bibliografici

- Associazione Nazionale Bonifiche, Irrigazioni e Miglioramenti fondiari (2002): L'azione della bonifica e dell'irrigazione in Italia – Monografie per ambiti territoriali
- [\[link\]](#)
- [\[link\]](#)
- INEA (2007): *Uso irriguo dell'acqua e principali implicazioni di natura ambientale*, [INEA](#) Roma
- Mathieu Carole: *Keynote on the interaction of Common Agricultural Policy and the implementation of the Water Framework Directive*, 2nd Policy- Workshop: Interaction of CAP and the implementation of the WFD, 4/5th April 2005, Brussels, Belgium
- Zaccarini C. e Zucaro R. (a cura di) (2005): *Risorse idriche e sviluppo rurale – Contributo tematico alla stesura del Piano Strategico Nazionale*, Ministero delle Politiche Agricole e Forestali
- Zucaro R. (a cura di) (2004): *Rapporto di analisi degli investimenti irrigui nelle regioni centro settentrionali*, [Istituto nazionale di economia agraria \(INEA\)](#)
- - SCHEER, Hermann. *Autonomia energetica. Ecologia, tecnologia e sociologia delle risorse rinnovabili*. Milano: . *Edizioni Ambiente* [2006]
- - BARTOLAZZI, Andrea. *Le energie rinnovabili*. Milano: *Ulrico Hoepli Editore S.p.A*, 2006c.
- - SCHEER, Hermann. *Il solare e l'economia globale. Energia rinnovabile per un futuro sostenibile*. Milano: *Edizioni Ambiente*, 2004c
- - *Direttiva 2001/77/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 settembre 2001, sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità* Gazzetta ufficiale n. L 283 del 27/10/2001 pag. 0033 – 0040
- - COIANTE, Domenico. *Le nuove fonti di energia rinnovabile*. Milano: *Franco Angeli s.r.l*, 2004c.
- - *DEGLI ESPINOSA, Paolo (a cura di)*. *Italia 2020. Energia e ambiente dopo Kyoto*. Milano: *Edizioni Ambiente srl*, 2006
- - *DENTI, Antonio Ballarin; SINDONI, Elio (a cura di)*. *Energia, Etica e Ambiente. Atti del convegno*. Milano, 10 novembre 2006. Milano: *Fondazione Lombardia per l'Ambiente*, 2007c.
- - *GOODSTEIN, David (prefazione di CARLINI Franco)*. *Il mondo in riserva. Energia clima: il futuro della civiltà*. Milano: *Università Bocconi Editore/EGEA*, 2004c.
- *Go Green, il nuovo trend della comunicazione di Diego Masi - editore Fausto Lupetti editore*
- *L'energia del sole e dell'aria come generatrice di forme architettoniche di Luca Siragusa - editore CLEUP*
- **"Energia che c'è"**  
di Nicola G. Grillo - Geva Edizioni S.r.l.
- **"Impianti termici alimentati da energia solare"**  
di Nicola G. Grillo - Geva Edizioni S.r.l.
- **"Impianti solari fotovoltaici a norme Cei"**  
di Groppi-Zuccaro - Editoriale Delfino
- **"Economia all'idrogeno"**  
di Jeremy Rifkin - Mondadori

- *"Economia delle risorse naturali e dell'ambiente"*  
di D.Pearce - R.Turner - Il Mulino
- *"Vivi con Stile"*  
di Andrea Poggio - Terre di Mezzo
- *"Le guerre del petrolio"*  
di Benito Li Vigni - Editori Riuniti
- *"50 piccole cose da fare per salvare il mondo"*  
di Andreas Schlumberger - Apogeo
- *"Salvare il mondo senza essere superman"*  
di Roberto Rizzo - Einaudi
- *"Il turismo responsabile"*  
di Luca Colombo - Xenia
- *La grande guida di Roma*  
di Paola Lucentini - Newton
- *Tecnologia*  
di Gianni Arduino - Lattes