

17.  
18.

## ilProgettoSostenibile

**Ricerca  
e tecnologie  
per l'ambiente  
costruito**

## EDILIZIA SCOLASTICA ECOCOMPATIBILE

Edilizia scolastica. Linee guida per la salvaguardia e il rispetto dell'ambiente naturale • Strategie e metodi di verifica di eco-sostenibilità e biocompatibilità per le scuole in area mediterranea • La valutazione del comfort ambientale e delle prestazioni energetiche degli edifici scolastici esistenti • Una gestione energetica sostenibile per l'edilizia scolastica • Considerazioni sulla climatizzazione naturale degli edifici scolastici • Il raffrescamento passivo degli edifici scolastici • Scuola e salute. Rischio radon e tecniche di bonifica

## 17. il Progetto Sostenibile

## 18. Edilizia scolastica ecocompatibile

### FOCUS

- 10. Edilizia scolastica. Linee guida per la salvaguardia e il rispetto dell'ambiente naturale**  
*Paola Gallo, Università di Firenze*
- 20. Strategie e metodi di verifica di eco-sostenibilità e biocompatibilità per le scuole in area mediterranea**  
*Dora Francese, Università Federico II di Napoli*
- 30. La valutazione del comfort ambientale e delle prestazioni energetiche degli edifici scolastici esistenti**  
*Gabriele Bellingeri, Università di Roma 3*
- 38. Una gestione energetica sostenibile per l'edilizia scolastica**  
*Marco Filippi, Politecnico di Torino,  
Enrico Fabrizio, Università di Torino*
- 44. Considerazioni sulla climatizzazione naturale degli edifici scolastici**  
*Gian Luca Brunetti, Politecnico di Milano*
- 52. Il raffrescamento passivo degli edifici scolastici**  
*Mario Grosso, Politecnico di Torino,  
Mario Voerzio, Politecnico di Torino*
- 62. Scuola e salute. Rischio radon e tecniche di bonifica**  
*Carlo Bigliotto, ARPA Veneto Dipartimento di Padova,  
Giovanni Zannoni, Università IUAV di Venezia*

### STUDI E RICERCHE

- 72. Salubrità indoor in ambiente scolastico**  
*Daniela Giannone*
- 76. Strumenti di autovalutazione dell'eco-efficienza degli edifici scolastici**  
*Silvia Tedesco*
- 78. L'utilizzo continuo delle strutture scolastiche**  
*Fabio Albani*

### ARGOMENTI

- 82. Ecosistema scuola 2008. Il rapporto sull'edilizia e i servizi scolastici in Italia**  
*Monica Pergoloni, Vanessa Pallucchi*
- 84. I progetti del Ministero dell'Ambiente per le scuole**  
*Carmelo Spitaleri*
- 86. Modalità di gestione innovativa per l'edilizia scolastica**  
*Rossella Maspoli*
- 88. La riqualificazione delle strutture scolastiche. L'esperienza del Comune di Roma**  
*Chiara Cecilia Cuccaro*
- 90. Il progetto SAVE BESTCert per la diagnosi e certificazione energetica. L'esperienza della Provincia di Pordenone**  
*Sergio Bergnach, Stefano Contin*
- 92. Il bando di finanziamento della Compagnia di San Paolo per gli asili nido in Piemonte**  
*Antonella Ricci*
- 94. L'esperienza della progettazione partecipata a Reggio Emilia**  
*Anna Bigi, Luisa Gazzetti*

**ilProgettoSostenibile**  
Ricerca e tecnologie per l'ambiente costruito  
Rivista trimestrale  
Anno 6 - n° 17-18 marzo-giugno 2008  
Registrazione Trib. Gorizia  
n. 5/03 del 9.9.2003  
Direttore responsabile: Ferdinando Gottard  
Coordinamento editoriale: Anna Raspar  
Direzione scientifica Focus: Gianni Scudo

Redazione: Lara Bassi, Lara Gariup  
Progetto grafico: Marco Klobas  
Editore: EdicomEdizioni - Monfalcone (Go)  
Redazione e amministrazione  
Via I Maggio 117 - 34074 Monfalcone - Gorizia  
tel. 0481.484488, fax 0481.485721  
e-mail: redazione@edicomedizioni.com  
Pubblicità: EdicomEdizioni  
Stampa: Grafiche Manzanese - Manzano (UD)  
Stampato interamente su carta riciclata da fibre selezionate

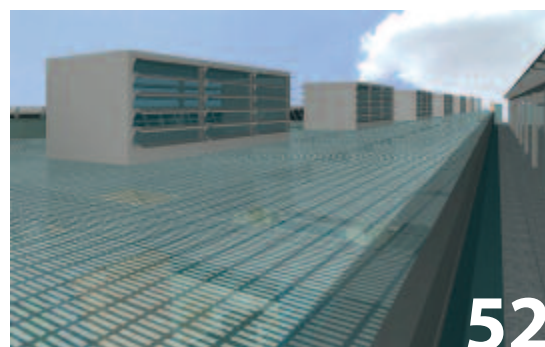
Prezzo di vendita: Euro 20,00  
Abbonamenti: Italia: Euro 50,00 - Estero: Euro 100,00  
Gli abbonamenti possono iniziare, salvo diversa indicazione, dal primo numero raggiungibile in qualsiasi periodo dell'anno.  
Distribuzione in libreria  
Joo Distribuzione  
via F. Argelati, 35 - Milano  
La direzione lascia agli autori piena responsabilità degli articoli firmati. È vietata la riproduzione, anche parziale, di articoli, disegni e foto se non espressamente autorizzata dall'editore.

## PROGETTI E TECNOLOGIE

- 98. Nido aziendale "Nidoblu" a Colognola ai Colli (VR)**  
*Strutture in legno*
- 99. Scuola elementare e scuola media a Gambellara (VI)**  
*Strutture leggere in legno multistrato*
- 100. Centro di integrazione intergenerazionale a Basiglio (MI)**  
*Sistema costruttivo in legno, finiture in terra cruda e sistemi radianti ecologici*
- 101. Scuola media "A. Pedrollo" a Montebello Vicentino (VI)**  
*Strutture in legno*
- 102. Scuola elementare a Brugnera (PN)**  
*Sistemi di isolamento termico per esterni*
- 103. Scuola media Pedagna a Imola (BO)**  
*Isolamento in fibra di legno*
- 104. Scuola media Pedagna a Imola (BO)**  
*Isolamento in fibra di kenaf*
- 105. Scuola dell'infanzia a Cardano al Campo (VA)**  
*Isolamento in legnomagnesite*
- 106. Scuola elementare Wiva a Bagnolo in Piano (RE)**  
*Isolamento in lana di legno mineralizzata*
- 107. Scuola dell'infanzia a Pozzuolo Martesana (MI)**  
*Rivestimento in mattoni faccia a vista a pasta molle*
- 108. Scuola Professionale provinciale a Bolzano (BZ)**  
*Rivestimento in fibra di gesso*
- 109. Scuola elementare Wiva a Bagnolo in Piano (RE)**  
*Vernici naturali*
- 110. Asilo nido a Casalecchio di Reno (BO)**  
*Impianti di riscaldamento radianti a soffitto*
- 111. Scuola elementare a Bagnacavallo (RA)**  
*Illuminazione naturale*

## DOSSIER

- 113. Edilizia scolastica ecocompatibile nella provincia di Brescia**  
*Carlo Lazzaroni, Raffaella Merigo*



**Paola Gallo**  
Università di Firenze

## Edilizia scolastica. Linee guida per la salvaguardia e il rispetto dell'ambiente naturale

*L'aggiornamento della normativa tecnica per l'edilizia scolastica relativamente agli aspetti del benessere e salvaguardia ambientale è stato uno dei principali obiettivi delle linee guida messe a punto dal Ministero della Pubblica Istruzione.*

L'evoluzione dell'insegnamento dal nozionismo di un tempo a naturale connessione teorica con la sperimentazione pratica, è andata di pari passo con le più aggiornate impostazioni pedagogiche secondo le quali si ritiene che provando direttamente ciò che si è imparato sui libri, il livello di apprendimento risulta più veloce ma soprattutto riesce più immediatamente a trasformarsi in cultura personale in quanto stimola e coinvolge in maniera ampia l'ambito sensibile dell'individuo fatto di vista, tatto, odori, udito, gusto. Inoltre la sperimentazione, l'elaborazione e l'affinamento delle pratiche manuali, in quanto attività

che comportano il coinvolgimento di gruppi di individui, posseggono anche valenze sociali, abitano alla collaborazione ed al rispetto dei diritti altrui e dell'ambiente in cui si vive. Non solo, ma in una società dove il prolungamento dell'orario scolastico è diventato una necessità dettata anche dagli impegni nelle attività lavorative dei genitori, la scuola diventa anche luogo del dopo scuola, degli incontri e delle attività da svolgere durante il tempo libero anche al di fuori dell'orario scolastico.

Queste nuove esigenze richiedono una diversa impostazione delle strutture scolastiche anche sul piano della scelta del sito, delle volumetrie e delle distribuzioni dello spazio, il tutto in relazione sinergica con la naturalità dei luoghi; si tratta soprattutto di individuare spazi ampi

ed elastici, programmare l'evoluzione dell'uso delle strutture mediante un approccio alternativo rispetto a quella architettura che attualmente si identifica con il paradigma di progresso.

In questa direzione e secondo tali premesse, l'edilizia scolastica ha sempre rappresentato un terreno di facile applicazione per la sperimentazione diffusa dei principi di progettazione consapevole nel rispetto dell'ambiente; gli edifici scolastici presentano infatti alcune caratteristiche che li rendono ottimi "soggetti" per un approccio di tipo ambientalmente responsabile e soprattutto per un approccio bioclimatico

**Figura 1. Rendering del progetto per il nuovo polo scolastico di Bagno a Ripoli (FI), progetto architettonico architetti Anna Pescarolo, Paola Gallo, Francesco Stolzuoli, Sebastiano Giannuzzi (progetto preliminare, 2004).**

**Figura 2. Vista dal giardino del progetto per il nuovo polo scolastico di Bagno a Ripoli (FI).**





2

con le applicazioni di tecnologie innovative ad esso connesso, sia per il tipo di utilizzazione degli spazi che per i loro requisiti: l'uso quasi esclusivo nelle ore diurne, la chiusura estiva, la distribuzione regolare delle funzioni che consente di ottimizzarne l'orientamento, l'esigenza di elevata illuminazione interna, l'uso diretto degli spazi esterni collegati alla struttura ed infine non ultimo il fatto di essere sede di apprendimento e quindi capace di rappresentare uno strumento educativo anche per quanto riguarda i comportamenti in relazione con l'ambiente.

Le scuole sono luogo di soggiorno dai primi anni di vita fino all'adolescenza e quindi possono intervenire sulla crescita della consapevolezza ambientale dei futuri cittadini, oltre che influenzarne il loro benessere psicofisico. I giovani, nella loro fase di educazione e conoscenza, hanno diritto di formarsi una propria opinione e di essere coinvolti nelle decisioni che riguardano le risorse e lo sviluppo, e la scuola è il luogo preposto a garantire occasioni di accesso ad un corretto approccio alle tematiche di tipo ambientale mediante:

- la conoscenza dell'ambiente e dei cicli biologici;
- principio di responsabilità;
- cultura dell'alimentazione.

In questo ambito, l'edificio scolastico assume un ruolo primario se riesce a stimolare l'osservazione e l'esplorazione e nel contempo consentire lo sviluppo di concetti quali:

- il rispetto della natura;
- il risparmio energetico;
- il rapporto con il mondo animale;
- l'evoluzione tecnologica.

### **Il quadro normativo di riferimento per la progettazione degli edifici scolastici**

Nel corso degli ultimi decenni i problemi di

inquinamento e di deterioramento delle risorse naturali si sono aggravati notevolmente. Ciò ha prodotto una intensificazione delle iniziative di politica ambientale, sia a livello nazionale che internazionale, in quanto sono ormai evidenti da un lato la crisi del rapporto tra sviluppo e limitatezza delle risorse e dall'altro la necessità di perseguire il cosiddetto sviluppo sostenibile, ossia uno sviluppo in grado di garantire un'accettabile qualità della vita ed il rispetto per le generazioni future.

Dal decreto in vigore che regola gli interventi sull'edilizia scolastica (nuova costruzione e/o recupero) che risale al '75 (*Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975, "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica"*) emerge che il problema ambientale, riferito alla progettazione di edifici scolastici, è legato principalmente alla necessità di relazionare le attività scolastiche con il territorio circostante sia per esigenze didattiche (è questo il caso della scuola materna), di fruibilità (collegamenti accessibili, tempi e modalità di percorrenza, ecc.), o per rispettare i principi di benessere termoigrometrico, acustico ed illuminotecnico.

Comunque nessun accenno alla *Salvaguardia Ambientale*<sup>1</sup> e quindi al rispetto dell'ambiente (in tutte le sue forme) in cui l'edificio scolastico insiste (nel caso di nuova costruzione o di quelle esistenti) e quindi senza tenere conto che le costruzioni inserite in un ambiente naturale o antropizzato che sia, consumano risorse a partire dalla loro fase di programmazione, passando a quella del loro funzionamento fino alla fase di demolizione, causando modifiche ed alterazioni dell'ambiente. Si possono comunque ritrovare nel decreto del '75 alcuni requisiti relativi alla compatibilità ambientale, seppur non ancora definiti tali,

esplicitati in maniera trasversale rispetto all'articolazione della norma. Infatti, non esiste un vero e proprio capitolo dedicato ma solo richiami diffusi in alcuni stralci della norma che denotano la necessità di accorpate, sotto forma di requisito specifico per la compatibilità ambientale, quelli che erano indicazioni generali definiti per esempio per "la localizzazione della scuola (cap. 1.1 del D.M. '75) o per l'identificazione dell'area (cap. 2.0 del D.M. '75). In definitiva nei decreti emanati e tutt'ora vigenti, si tiene conto del rispetto per le esigenze degli utenti, anche se in qualche raro caso tutelano in maniera limitata l'ambiente (*D.M. 18/12/'75 OMISSIS.2.0.2 l'area non coperta dagli edifici deve essere congruamente alberata, sistemata a verde e attrezzata per consentire un permanente svolgimento, anche all'aperto, delle attività educative e ginnico-sportive; OMISSIS*). Comunque anche in questi casi si tratta di rispettare l'esigenza primaria di fruibilità degli spazi aperti secondo specifiche attività educative. Le nuove esigenze dettate dalla necessità di costruire e/o recuperare in piena compatibilità ambientale, suggeriscono l'adozione di criteri e raccomandazioni che, senza prevalere sulle necessità e le esigenze primarie dettate per la costruzione di edifici scolastici (di qualsiasi ordine e grado), devono essere necessariamente adottati per raggiungere un livello accettabile di sostenibilità delle costruzioni, anche per gli edifici scolastici.

Questi criteri si basano sulla necessità di gestire le risorse ambientali in modo responsabile unita all'esigenza sempre più pressante di integrare queste stesse con lo sfruttamento delle risorse rinnovabili. La struttura scolastica, luogo di educazione e di crescita, si presta molto di più delle altre tipologie edilizie alla sperimentazione; basti pensare alla funzione educativa che l'adozione di programmi che riguardano il coinvolgimento degli alunni e

Figure 3, 4, 5, 6. Recupero ed ampliamento del polo scolastico Lycée Chevroliier ad Angers (Francia), progetto architettonico: Sarl Logerais et Associés.



3



4



5



6

degli insegnanti nella gestione del proprio edificio scolastico per un buon rendimento energetico può avere, anche in vista dell'utilizzo di sistemi alternativi di approvvigionamento di risorse o di gestione delle stesse (vedi ad esempio utilizzo degli impianti fotovoltaici o di pannelli solari, ecc.)<sup>2</sup>.

La scuola, quindi, come educazione a nuove esigenze, come luogo di sperimentazione ed apprendimento di tecnologie innovative e come luogo di diffusione delle informazioni e dei risultati ad oggi ottenuti in questo settore. Allora la nuova articolazione degli spazi dettata da nuove esigenze didattiche potrà sicuramente integrare luoghi di apprendimento per nuove esperienze di partecipazione e conoscenza nel rispetto dell'ambiente.

### **La qualità ambientale**

La qualità dell'ambiente interno ed esterno è elemento determinante della qualità edilizia e le procedure di qualificazione e controllo della progettazione sottolineano la necessità di dichiarare i requisiti ambientali quali funzioni (aree problema) obiettivo del progetto.

Si definisce progettazione del benessere *"l'insieme delle operazioni progettuali che concorrono alla caratterizzazione dell'ambiente termico ed igrometrico, luminoso, acustico ed olfattivo ai fini del benessere dell'occupante"*.

In conformità alle norme ISO 9000 la qualità del prodotto edilizio consiste nella capacità di soddisfare le esigenze di colui che ne usufruisce (chi ci vivrà e/o lavorerà), nel suo essere conforme al dettato di una legge o norma vigente, o di un patto contrattuale.

Il raggiungimento dell'obiettivo della qualità edilizia richiede un'attività di progettazione scientifica giustificata nelle sue scelte e controllata nel suo progressivo accrescimento; una tale progettazione non può fare a meno di precise indicazioni sugli obiettivi da raggiun-

gere e sui requisiti da soddisfare.

In particolare nel definire in sede progettuale i requisiti che devono soddisfare l'ambiente termico ed igrometrico, l'ambiente luminoso, l'ambiente acustico e la qualità dell'aria interna per la salute ed il benessere di coloro che vivono e lavorano nell'edificio, due concetti meritano di essere sottolineati:

- il benessere è individuale e non collettivo perché corrisponde per definizione al soddisfacimento psicofisico di ogni singolo individuo. Tale interpretazione comporta un approccio progettuale che guarda ad "aree problema" all'interno delle quali emerga l'insoddisfazione espressa in percentuale del singolo individuo il cui valore limite sia stabilito a priori come requisito da rispettare;
- il benessere è globale e non singolare, perché nella realtà si verifica un'interferenza fra i fattori ambientali, dovuta alla sovrapposizione con le percezioni sensoriali.

Nell'ottica di una nuova normativa tecnica per l'edilizia scolastica che rispetti le condizioni minime garantite per il raggiungimento della qualità del processo edilizio ma che richiede il raggiungimento di obiettivi e livelli di prestazione più elevati quali quelli di "nuova generazione" come la *compatibilità ambientale*, occorre non solo definire i requisiti minimi indispensabili, ma individuare quelli che sono i requisiti funzionali ad una qualità ambientale del costruito che per ora risulta essere aggiuntiva, ma che dovrà far parte presto della qualità globale. Tali criteri che attendono ad una progettazione sostenibile, però, sono molto articolati ed i requisiti per raggiungerla devono corrispondere il più possibile agli standard ideali avendo come obiettivi l'armonizzazione del luogo, il risparmio delle risorse e la salute dei suoi utenti; inoltre, la scelta dei materiali deve tenere conto del loro contenuto energetico e del loro ciclo di vita

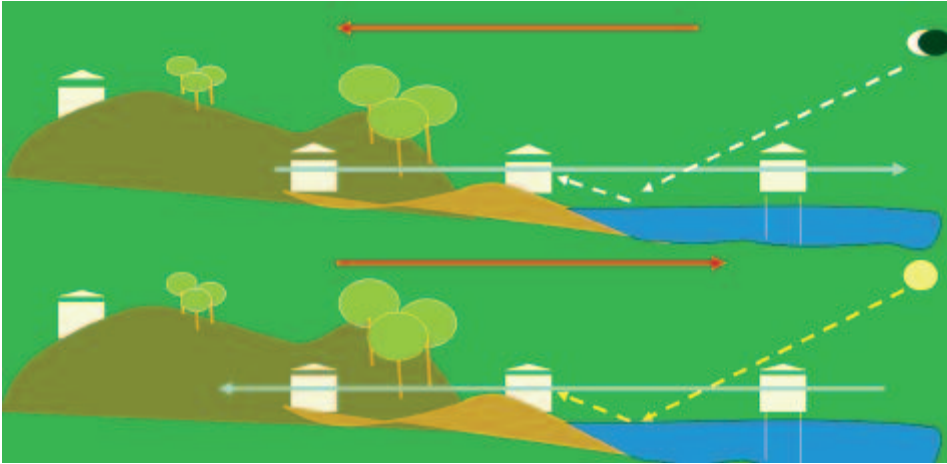
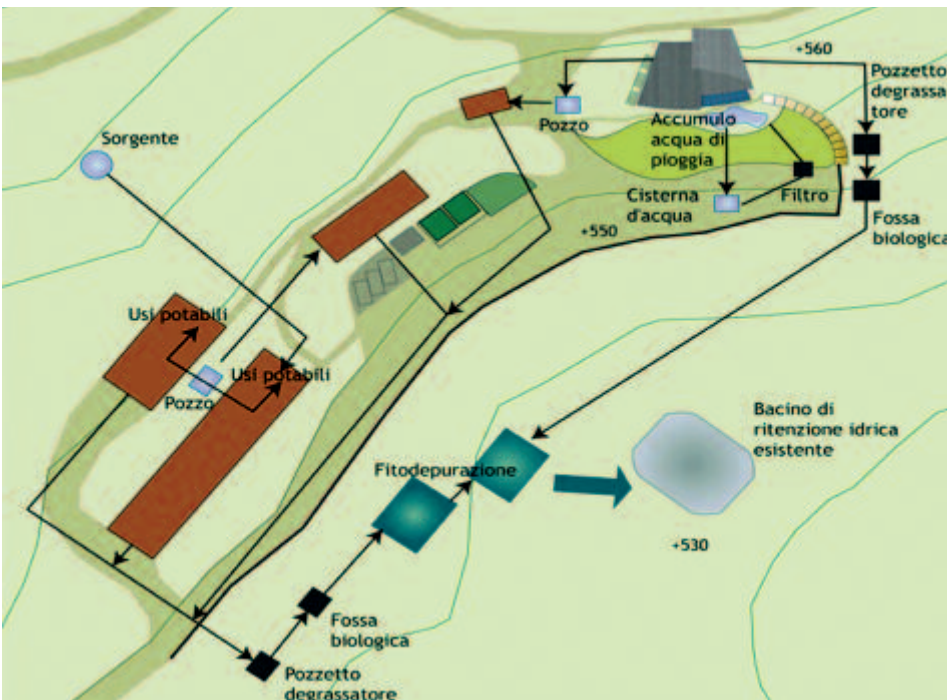


Figura 7. Gestione dei parametri climatici per la progettazione degli edifici sostenibili.

Figura 8. Esempio di gestione e controllo del sistema acque.



delle risorse, utilizzare le risorse locali, trattando i rifiuti, tutti sistemi e metodi atti a ridurre la dipendenza intensiva dalle risorse non rinnovabili per favorire l'efficienza delle risorse.

### Nuovi indirizzi per la progettazione e/o recupero degli edifici scolastici

La costante attenzione alla questione ambientale rilevata nel mondo delle costruzioni ha condotto il Ministero dei LL.PP. a prevedere di aggiornare e naturalmente migliorare la normativa tecnica<sup>3</sup>, anche in merito alla progettazione e ristrutturazione degli edifici scolastici con lo scopo di rivederla ed integrarla secondo gli indirizzi dettati dalle nuove esigenze nel contesto evolutivo nazionale.

L'aggiornamento della normativa tecnica per l'edilizia scolastica relativamente agli aspetti del benessere<sup>4</sup> e della salvaguardia ambientale<sup>5</sup> è stato quindi uno dei principali obiettivi delle linee guida messe a punto dal Ministero con il supporto scientifico dell'Università, e nel dettaglio ha introdotto una nuova classe di esigenza sulla *Salvaguardia e Rispetto dell'Ambiente Naturale* che recita:

*"le strutture che racchiudono gli spazi in cui si esplicano le attività funzionali devono essere costituite in modo da migliorare, dove possibile, le condizioni dell'ambiente naturale circostante le costruzioni, sia a livello locale che a scala globale, così come le attività che in esse si svolgono devono provvedere a minimizzare lo sfruttamento delle risorse naturali e gli interventi dannosi sull'ambiente circostante. Ciò significa porre attenzione alle necessità delle comunità e rispetto per l'ambiente naturale, nonché minimizzare la produzione di rifiuti e prevenire l'inquinamento in tutte le sue forme".*

Secondo queste linee guida, gli edifici scolastici concepiti come costruzioni che rispettano i

dato che materiali e tecniche costruttive sono strettamente in relazione tra loro e le loro possibili applicazioni e variazioni sono innumerevoli. Questi criteri si basano sulla necessità di gestire le risorse ambientali in modo responsabile, unita alla esigenza sempre più pressante di integrare queste stesse con l'adozione di risorse rinnovabili.

Ciò naturalmente in riferimento al nuovo decreto legge (D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 G.U. n. 222 del 23.9.2005 - Suppl. Ord. n. 158/L) in vigore dall'8 ottobre 2005 e sostituito poi nel 2006 (D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311 G.U. n. 26 del 1.2.2007 - Suppl. Ord. n. 26/L) in vigore dal 2 febbraio 2007, che stabilisce i principi, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica,

contribuire a conseguire gli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas a effetto serra posti dal protocollo di Kyoto, promuovere la competitività dei comparti più avanzati attraverso lo sviluppo tecnologico.

Tale decreto, che ha condotto alla ormai "famosa" certificazione energetica, soprintende alcuni criteri fondamentali nella progettazione di edifici sostenibili quali:

- minimizzare lo spreco di risorse quali energia, suolo, materiali ed acqua e quindi le interrelazioni tra ambiente globale ed attività umane sul territorio e tra le varie componenti del contesto territoriale, che trovano un fondamento comune nell'analizzare allo stesso tempo la struttura dello spazio, i flussi di energia, i materiali e la qualità dei prodotti fino a quella dei sottoprodotti generati dagli stessi insediamenti;
- incrementare l'uso di sistemi passivi ed autonomi, ottimizzare la gestione ed il consumo

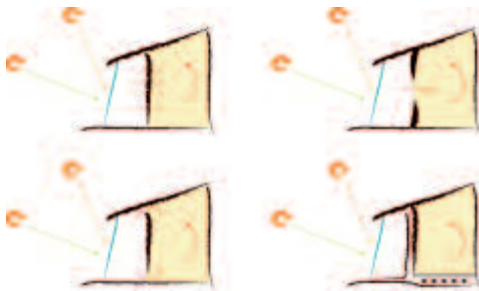


Figura 9. Schema di funzionamento delle serre per lo sfruttamento dell'energia solare.

9

principi di sostenibilità devono quindi soddisfare criteri quali:

- non danneggiare l'ambiente naturale o consumare inopportuno risorse per la sua costruzione, per il suo uso e per la sua distruzione, incluso il territorio sulla quale insistono;
- non causare uno spreco inutile di energia, acqua o materiali, dovuto soprattutto alla previsione di una loro breve vita, o alla inadeguatezza del progetto, o spesso dovuto alla scarsa attenzione nelle procedure di costruzione e fabbricazione;
- non creare una dipendenza eccessiva dai sistemi che consumano molta energia, compresi quelli di trasporto che producono inoltre molto più inquinamento;
- non usare materiali che inducono all'uso di scarse risorse o non rinnovabili e che inoltre possono minacciare l'ambiente stesso;
- non mettere in pericolo la salute degli occupanti attraverso l'esposizione all'inquinamento e all'uso di materiali tossici.

Quindi essi devono:

- migliorare il livello di benessere per gli individui in funzione del lungo tempo trascorso negli ambienti artificiali;
- consumare il minimo di energie e risorse quali acque, territorio, ecc. al di sopra del loro naturale ciclo di vita, individuando quali sono le reali necessità d'uso e i necessari requisiti da soddisfare per vivere negli ambienti artificiali;
- gestire al meglio l'utilizzo delle risorse esauribili;
- usare le risorse rinnovabili dove è possibile;
- generare il minimo dei rifiuti ed inquinamento.

Nella predisposizione delle linee guida, e più nel dettaglio nel trattare i criteri per la progettazione degli edifici scolastici che rispettino i principi di salvaguardia ambientale, si è inteso valutare i requisiti bioclimatici, come elementi del sito, che risentono del condizionamento da

parte del complesso ambientale, che, a loro volta, influenzano il progetto edilizio e quelli eco-sostenibili, come elementi dell'ambiente, che vengono influenzati dal progetto stesso. Questi requisiti sono stati definiti con lo scopo di migliorare la qualità del prodotto edilizio e della vita (attività e funzioni scolastiche) che vi si svolgerà all'interno, facendo attenzione ai limiti di ricettività degli ecosistemi su cui insisterà l'insediamento, la riproducibilità delle risorse naturali locali e l'utilizzo delle risorse rinnovabili per il mantenimento di un equilibrio tra i sistemi naturali e quelli antropici. Ad oggi il Ministero non ha ancora recepito e trasformato le linee guida in regolamento per cui, in mancanza di provvedimenti normativi nazionali che regolino la compatibilità ambientale nelle costruzioni, tali criteri che strutturano le linee guida forniscono un supporto per la progettazione di opere di edilizia scolastica con caratteristiche di qualità ecosistemica fermo restando che il soddisfacimento dei requisiti così individuati debbano trovare successivi sviluppi in appositi strumenti urbanistici locali (regolamenti edilizi).

### Principi di Sostenibilità Ambientale negli edifici scolastici

Il quadro di riferimento per la definizione della classe di esigenza relativa alla *Salvaguardia e Rispetto dell'Ambiente Naturale* si avvale delle normative emanate a livello locale da alcune Regioni Italiane, che hanno recepito il Codice di Concordato di raccomandazioni per la qualità energetica ambientale per gli edifici e gli spazi aperti<sup>6</sup>.

In particolare secondo questo codice, la *Salvaguardia Ambientale*, così come definita dalla Direttiva 89/106 CEE<sup>7</sup>, potrà essere raggiunta e quindi garantita attraverso la scelta di modifiche del territorio e del costruito, volte ad

assicurare un livello minimo di qualità ambientale al contorno dell'edificio scolastico e dell'edificio stesso, tenendo presente i seguenti principi e criteri<sup>8</sup>:

- *esame* in termini ecologici, ed in misura adeguata alla dimensione del proprio territorio di intervento, della gestione dei sistemi direttamente incidenti sulle risorse ambientali e relativi a: energia (elettrica e termica, energie rinnovabili), acqua (potabile, piovana, di falda), materiali (produzione, uso, riciclaggio, dismissione), rifiuti (trattamento, riciclaggio), ecosistema e paesaggio (microclima, habitat naturale per flora e fauna, tempo libero, spazi verdi), inquinamento (protezione del suolo e delle falde);
- *analisi* delle risorse ambientali dello specifico territorio e promozione dell'equilibrio tra uso e conservazione;
- *promozione* delle integrazioni funzionali nel territorio urbano e regolamentazione dell'uso del suolo e del sottosuolo, con riferimento alle valenze ambientali;
- *adozione* di una congrua politica delle risorse energetiche per gli edifici, il ricorso ad energie rinnovabili ed adeguati programmi di sviluppo ed integrazioni;
- *adozione* di una congrua politica delle risorse idriche per gli edifici, il miglioramento degli equilibri idrogeologici, la salvaguardia del ciclo naturale delle acque.

La parte della norma relativa quindi ai requisiti di Compatibilità Ambientale è stata articolata sulla base delle seguenti classi di requisiti:

- requisiti relativi alla risorsa SUOLO;
- requisiti relativi alla risorsa ACQUA;
- requisiti relativi alla risorsa MATERIALI;
- requisiti relativi alla risorsa ENERGIA.

In riferimento a questi requisiti, nella struttura delle linee guida per la revisione della normativa tecnica che regola l'edilizia scolastica, sono



Tabella 1. Requisiti.

	Risorsa				Controllo delle manipolazioni del sito	
	Suolo	Acqua	Materiali	Energia	Nuova edilizia	Edifici esistenti
Controllo delle manipolazioni del sito	<b>P</b>		<b>I</b>	<b>I</b>	<b>N</b>	<b>S</b>
Controllo dell'uso delle risorse idriche		<b>P</b>			<b>N</b>	<b>N</b>
Controllo della qualità dei materiali per la costruzione e controllo dell'impatto eco-compatibile dei rifiuti	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>P</b>	<b>I</b>	<b>N</b>	<b>N</b>
Uso razionale dell'energia, impiego dei parametri climatici e sfruttamento delle energie rinnovabili				<b>P</b>	<b>N</b>	<b>S</b>

Risorsa	Applicabilità
<b>P</b> Principale <b>I</b> Interazioni	<b>N</b> Necessaria <b>S</b> Secondaria

stati individuati alcuni comportamenti orientativi, senza carattere di cogenza, uniti ad azioni di progetto utili per il raggiungimento della compatibilità ambientale delle opere di edilizia scolastica, siano esse di nuova costruzione o di recupero.

Di seguito sono riportati i requisiti relativi alle varie classi unitamente ai comportamenti orientativi individuati per ognuna.

#### • **Controllo delle manipolazioni del sito**

Una progettazione sostenibile deve tenere conto dell'impatto delle manipolazioni del sito sulle persone e sui luoghi adiacenti e distanti, trasformando i problemi ordinari del luogo in soluzioni sostenibili: l'acqua piovana ad esempio può essere fatta percolare nel sottosuolo piuttosto che incanalata, come pure possono essere usate tecniche bioecologiche per bonificare siti contaminati.

Il luogo ha una sua storia geologica e biologi-

ca, sociale e culturale, una sua dipendenza ecologica ed appartiene ad un determinato microclima; potrebbe essere del tutto naturale o presentare particolari rischi derivanti dalla manipolazione dell'uomo; la sua qualità estetica essere buona, cattiva o indifferente, ma ogni sito possiede delle risorse che possono essere sfruttate piuttosto che consumate. Un approccio sostenibile infatti deve essere creativo in quanto consente non solo una rivalutazione del sito stesso, ma anche del suo immediato intorno e contribuisce alla protezione delle risorse globali.

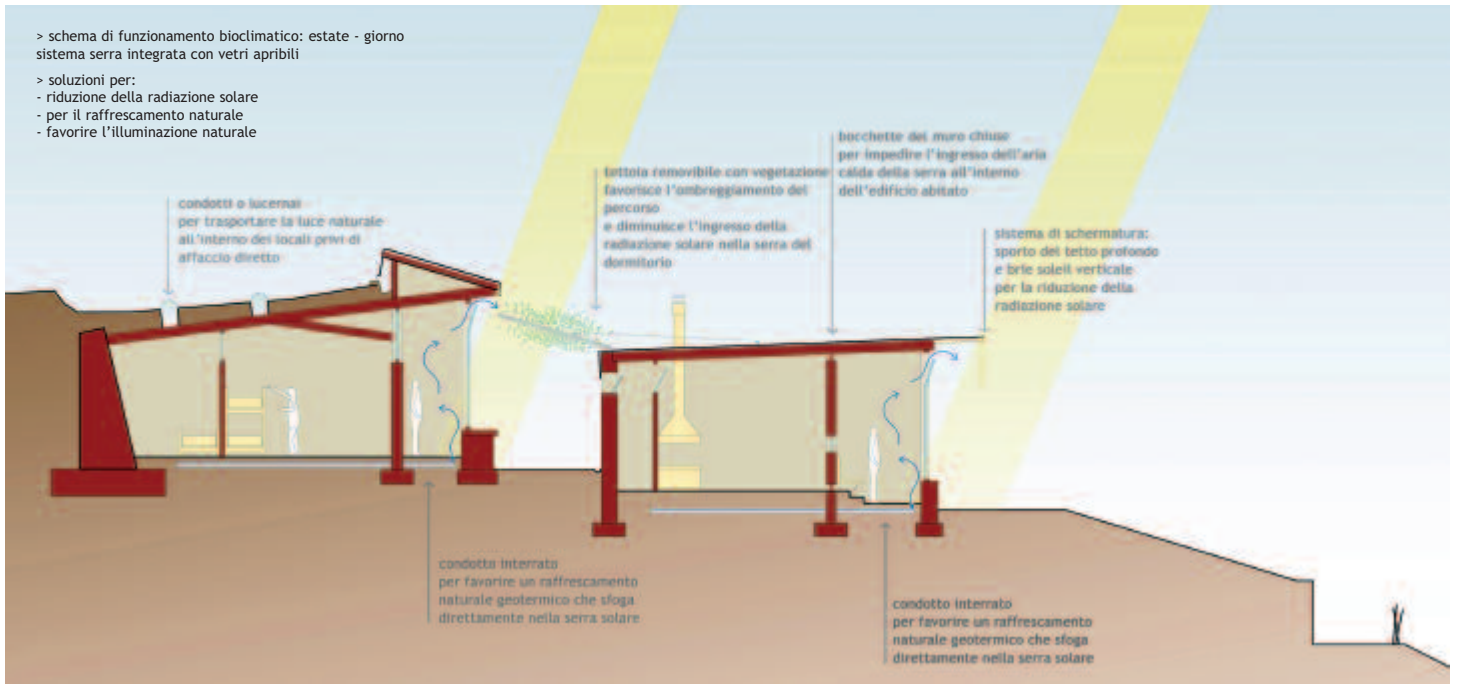
Negli insediamenti scolastici, oltre alla manutenzione a perfetta regola di tutte le opere insistenti sull'area, il progettista deve tendere ad un approccio sostenibile durante la manipolazione del sito consentendo non solo una rivalutazione del sito stesso, ma anche del suo immediato intorno.

L'analisi del sito, infatti, è la prima indispensabile fase di un processo di progettazione eco-sostenibile in quanto consente l'acquisizione dei dati necessari per la valutazione dell'area di intervento (agenti caratterizzanti il sito) allo scopo di individuare le risorse disponibili locali da impiegare nella scelta dei requisiti relativi alle altre risorse: acqua, materiali ed energia, ed allo stesso tempo individuare le peculiarità ambientali (fattori ambientali del sito) da rispettare ed i limiti che l'intervento deve prevedere per la salvaguardia dell'intorno. Secondo questi principi, quindi, durante le azioni di manipolazione del sito per la costruzione, il progettista è tenuto principalmente ad equilibrare le opere di costruzione ed impermeabilizzazione del suolo dotando il sito anche di aree verdi, su terreno permeabile, per riqualificare eventuali suoli degradati.

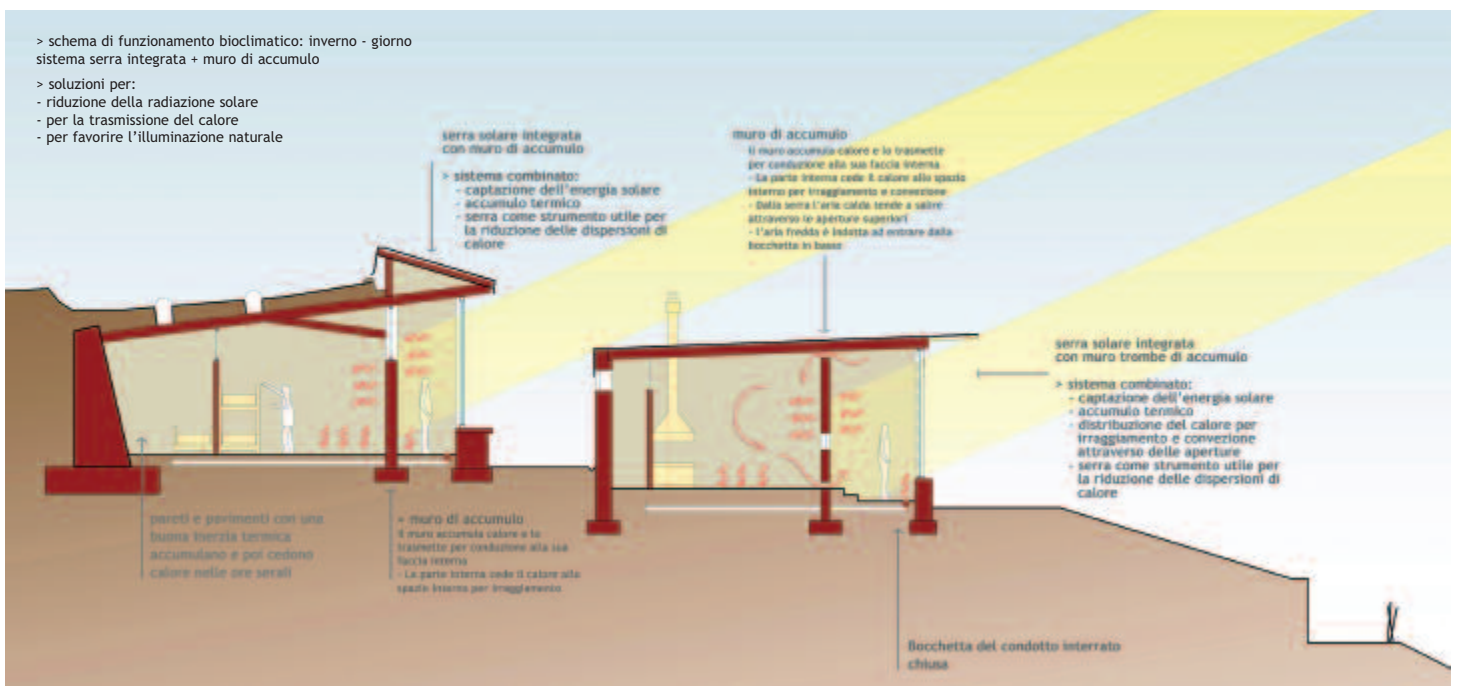
#### *Comportamenti orientativi*

- Operare un'esauriente caratterizzazione del sito oggetto di intervento;
- tenere presente la permeabilità dei luoghi;
- indirizzare l'intervento sul sito secondo principi di rivalutazione dell'equilibrio ambientale;
- ricorrere a modelli scolastici insediativi compatibili con la morfologia e la vocazionalità dei luoghi in modo da non comportare sostanziali modificazioni permanenti e rilevanti della morfologia del suolo se non per la sistemazione del terreno che riguarda modesti lavori connessi alla sistemazione di spazi verdi;
- preservare il suolo da un'eccessiva impermeabilizzazione, riconvertendo, ove possibile, la superficie impermeabilizzata esistente;
- prevedere gli effetti di disturbo che si arreca alle caratteristiche del paesaggio.

Questo requisito, e le relative azioni, si intende applicabile principalmente agli edifici scolastici di nuova costruzione; nel caso di edifici esi-



10



11

stenti il requisito si ritiene comunque applicabile limitatamente al rifacimento degli impianti di smaltimento delle acque ed alle operazioni di manutenzione straordinaria per la sistemazione delle aree esterne.

• **Controllo dell'uso delle risorse idriche**

L'acqua è una risorsa preziosa e limitata; il consumo non sempre è corretto in quanto spesso ne viene utilizzata del tipo più nobile, quella potabile, per un numero notevole di usi che non richiedono una qualità così elevata. Adottare strategie e tecnologie per il risparmio delle acque, così come riciclarle, significa non

solo risparmiare acqua potabile, ma in una contabilità ambientale allargata, anche un risparmio complessivo di risorse materiali, energetiche, territoriali ed ambientali. Il problema del risparmio e del riuso delle acque negli edifici, si fonda su alcuni principi semplici da adottare, come separare i vari tipi di acque per provenienza in modo da ottenere, attraverso l'impiego di semplici tecnologie, acque di recupero per usi non potabili e produrre al tempo stesso acque più concentrate per gli scarichi finali; ridurre il consumo attraverso l'impiego delle tecnologie oggi disponibili per il risparmio; misurare i consumi in

modo continuo permette di ridurre l'uso attraverso l'informazione in tempo reale sul suo andamento ed infine utilizzare l'acqua piovana per usi non nobili per ridurre i consumi di quella potabile e soprattutto per ridurre gli effetti di inquinamento in quanto l'impiego di acque a basso contenuto minerale consente di utilizzare meno additivi (detersivi ed altro).

In mancanza di regolamenti precisi riguardo alle possibili tecniche da adottare per la riduzione dei consumi e degli sprechi, ed in ragione delle indicazioni di alcune leggi emanate a livello locale, al fine di creare una direttiva per

Figura 10. Schema di funzionamento delle serre per lo sfruttamento dell'energia solare in estate.

Figura 11. Schema di funzionamento delle serre per lo sfruttamento dell'energia solare in inverno.

L'edilizia scolastica ambientalmente sostenibile a salvaguardia dell'ambiente, è necessario perseguire la riduzione del consumo di acqua potabile, attraverso l'adozione di dispositivi per la regolazione del flusso di acqua, in base alle esigenze specifiche, unitamente all'incentivo per il riutilizzo delle acque piovane e reflue opportunamente depurate. L'azione promuove l'informazione e la diffusione di metodi e tecniche per il risparmio idrico che consentono sensibili risparmi d'acqua, sia fredda che calda, operando così anche un risparmio energetico; questa azione si riferisce non solo ai sistemi che operano all'interno dell'edificio ma anche all'esterno.

#### Comportamenti orientativi

- Prevedere l'utilizzo di dispositivi idro-sanitari per il risparmio dell'acqua;
- prevedere l'impianto di sistemi integrati nel/o a servizio del complesso scolastico per il risparmio idrico energetico e la riduzione del carico inquinante nell'ambiente;
- responsabilizzare ad un consumo equilibrato dell'acqua potabile per favorire una razionalizzazione dei consumi che si riflette in una corrispondente riduzione di spesa di gestione.

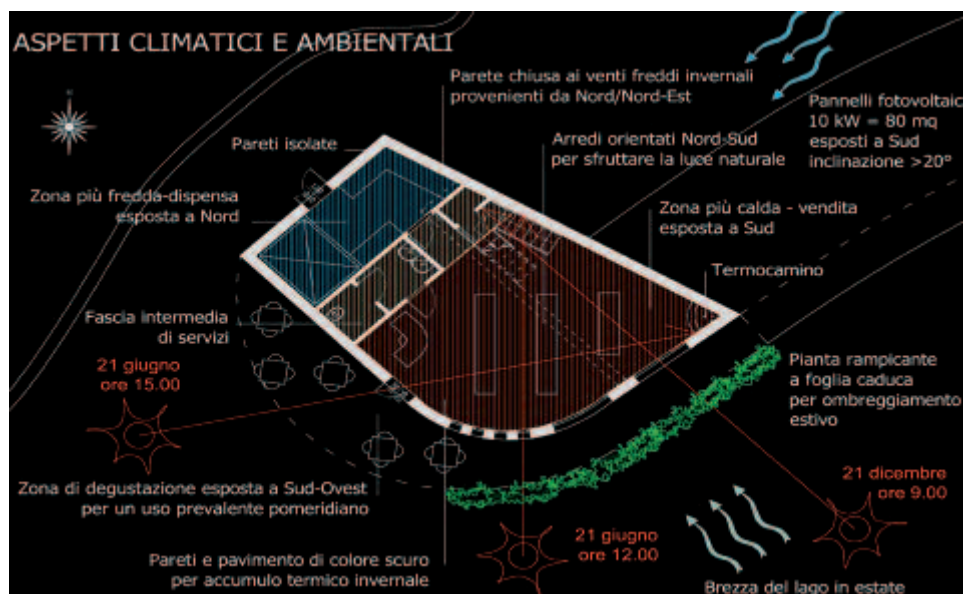
Il requisito in particolare riguarda i servizi che utilizzano la risorsa acqua sia negli edifici scolastici di nuova costruzione che negli edifici esistenti; in questo secondo caso il requisito si ritiene applicabile limitatamente al rifacimento dei servizi igienici e alle operazioni di manutenzione straordinaria dell'impianto di smaltimento delle acque.

#### • Controllo della qualità dei materiali per la costruzione e controllo dell'impatto eco-compatibile dei rifiuti

Il rapporto tra il mondo produttivo e l'ambiente è stato caratterizzato nel passato da uno

Figura 12. Esempio di Analisi bioclimatica del sito per lo sfruttamento delle energie rinnovabili.

Gli schemi n° 7, 8, 9, 10, 11, 12 sono stati prodotti dagli studenti del Master ABITA ([http://web.taed.unifi.it/abitaweb/master/master\\_home.html](http://web.taed.unifi.it/abitaweb/master/master_home.html)) durante il workshop di progettazione sul tema "L'ampliamento del centro didattico ambientale Panta Rei" a Passignano sul Trasimeno (PG).



12

sfruttamento intensivo delle risorse naturali e da un abbruttimento incontrollato dell'ambiente attraverso numerose fonti di inquinamento. La coscienza del fatto che le risorse naturali siano limitate ha fatto emergere negli ultimi anni, una cultura del rapporto produzione-ambiente caratterizzato da politiche di pianificazione ambientale. Qualunque sistema venga preso in considerazione nel contesto delle valutazioni di eco-compatibilità o di sviluppo sostenibile è comunque costituito dal trinomio processo-prodotto-consumatore, che necessita di essere collocato all'interno di un contesto ben preciso. In generale la produzione di un manufatto, la sua distribuzione, il suo utilizzo e la sua dismissione, implicano una serie di impatti sull'ambiente (consumo di energia, emissioni atmosferiche, consumi e/o emissioni idriche, rifiuti solidi) che possono essere messi in relazione alle risorse ambientali energia, suolo, acqua. La valutazione dell'impatto complessivo dell'uso di un dato materiale sull'am-

ambiente è conseguenza, infatti, di una interpretazione ed una gerarchizzazione degli impatti funzionali dello stesso rispetto agli obiettivi che il suo uso intende raggiungere: la somma dei contributi dovuti ai diversi impatti consentirà, anche sulla base di standard qualitativi, di definire il prodotto con le migliori caratteristiche eco-compatibili

Nella costruzione e/o manutenzione degli edifici scolastici è opportuno garantire l'utilizzo di materiali edilizi in grado di soddisfare non solo le esigenze dell'abitare ma anche caratterizzati dall'aver un basso impatto ambientale, possibilmente orientato nell'ottica del riciclo e del riuso. Il soddisfacimento di questo requisito prevede l'utilizzo di materiali, elementi e componenti nella costruzione con marchio di qualità che tengano conto della variabile ambiente durante il loro intero ciclo di vita (eventualmente garantita dal marchio ECOLABEL). In questo ambito viene quindi richiesto il riuso ed il riciclo dei materiali e dei componenti, uti-

lizzati per la costruzione degli edifici scolastici, con un minimo di reprocesso senza ulteriore spreco di energia. Inoltre, in questo raggruppamento si tiene conto della gestione dei rifiuti solidi e liquidi, intesi come materia di scarto, e della loro localizzazione ed allontanamento dal complesso scolastico.

#### *Comportamenti orientativi*

- Favorire il riciclo dei materiali e dei componenti per la costruzione;
- adottare criteri di utilizzazione delle risorse materiali e/o strutturali presenti sul territorio;
- favorire l'uso di materiali eco-compatibili;
- risoluzione di questioni relative alla gestione dei rifiuti solidi e liquidi a livello di complesso scolastico attraverso criteri di occupazione controllata del suolo per la raccolta differenziata;
- favorire l'attività di recupero dei rifiuti mediante l'adozione di dispositivi per la responsabilizzazione da parte dell'utenza scolastica della selezione all'origine.

Il requisito riguarda tutti gli edifici scolastici di nuova costruzione, ma in particolare si riferisce, soprattutto per quanto concerne le azioni di riciclo e di riuso, agli edifici esistenti.

#### **• Uso razionale dell'energia, impiego dei parametri climatici e sfruttamento delle energie rinnovabili**

Il sistema energetico è un complesso sistema di infrastrutture che attingono a fonti energetiche primarie, per lo più di natura fossile, e le trasformano fino a renderle disponibili, sotto forma di diverse fonti energetiche secondarie, ed infine pronte per l'uso finale.

La cultura dominante del consumo energetico illimitato sostenuta fino a pochi anni fa, ha condotto ad una fragilità del nostro pianeta ed è quindi opportuno sostituirla con una forma di sviluppo umano compatibile.

Ciò si traduce nell'utilizzo di fonti di energia sostitutive di quelle esauribili, come ad esempio quella solare.

Le così dette fonti "rinnovabili" di energia, infatti, a differenza di quelli fossili possono essere considerate virtualmente inesauribili e ciò perché il loro ciclo di produzione ha tempi caratteristici comparabili con quelle del loro consumo da parte degli utenti.

La loro caratteristica fondamentale consiste nel fatto che esse "rinnovano" la loro disponibilità in tempi estremamente brevi: si va dalla disponibilità immediata, nel caso di uso diretto della radiazione solare, ad alcuni anni, nel caso delle biomasse.

La struttura scolastica, dal punto di vista energetico, può essere vista come un sistema complesso nel quale sono presenti differenti forme di energia: elettrica, termica e meccanica. Ottimizzare l'insieme di utilizzo delle varie forme di energia può tradursi in significativi contributi alla sostenibilità dello sviluppo in termini di risparmio di energia primaria e di salvaguardia di contesti ambientali molto sensibili oltre che in importanti risparmi sui costi di gestione della struttura stessa; non solo, ma una corretta gestione dei sistemi che consumano energia, sia essa termica o elettrica, si traduce in diminuzioni delle emissioni di CO<sub>2</sub> e di altre sostanze inquinanti e/o nocive nell'ambiente.

Questo requisito in particolare si riferisce:

- al controllo nell'uso dell'energia impiegata per garantire le condizioni di vivibilità degli spazi interni sia esso di benessere termico o luminoso,
- al corretto utilizzo dinamico dei parametri climatici locali (sole, vento, ...), per la progettazione dell'intero impianto scolastico, migliorando il microclima urbano,
- ed infine alla predisposizione di misure ed utilizzo di tecnologie atte a garantire l'efficien-

za energetica sfruttando le risorse rinnovabili secondo le disponibilità vocazionali del sito.

#### *Comportamenti orientativi*

- Limitare i consumi di energia regolando il funzionamento dei sistemi utilizzati per il consueto funzionamento degli edifici scolastici;
- sostituire parte dell'energia altrimenti prodotta da combustibili fossili con energia prodotta da fonti rinnovabili<sup>9</sup>, secondo disponibilità (considerando le difficoltà oggettive che è possibile incontrare nella realizzazione dei suddetti provvedimenti – specie se si tratta di edifici da recuperare –, è auspicabile la compensazione di tale produzione dislocando la produzione dell'energia proveniente da fonti rinnovabili in altro luogo, distante dall'edificio stesso);
- ridurre i consumi di combustibili fossili e di energia elettrica necessaria per la climatizzazione degli ambienti interni attraverso la regolazione ed il miglioramento del microclima locale.

Resta evidente che questo requisito è complementare a quello del "Contenimento dei Consumi Energetici" e che quindi il suo pieno soddisfacimento viene garantito anche attraverso l'espletamento della progettazione ed il rispetto delle disposizioni procedurali stabilite in base alla Legge attualmente in vigore ed ai decreti attuativi ad essa collegati.

#### **Note**

**1** - La problematica ambientale in questa sede viene affrontata secondo due specifiche direzioni e ciò quella strettamente legata al *Benessere Ambientale* (ex *Benessere* definito dall'UNI 8289) che fa riferimento a tutte le classi di esigenza relative al benessere ambientale interno ed i relazione a quello esterno (rif. Direttiva 89/106 CEE – D.P.R. 93/246), e quella legata alla *Salvaguardia Ambientale* che fa riferimento alle classi di esigenza definite dalla UNI 8289 integrate da quelle specifiche per il risparmio energetico e l'utilizzo delle risorse rinnovabili.



13

Figura 13. Inserimento dei pannelli fotovoltaico sulla copertura del polo scolastico Lyceée Chevrolier a Nantes (FR).

2 - Per lo svolgimento di queste attività è di riferimento il programma europeo sviluppato dall'Università di Firenze (in particolare dal Centro Interuniversitario ABITA) in coordinamento con partners stranieri, che riguarda l'attuazione di un programma specifico (linee guida) per l'integrazione dei sistemi fotovoltaici negli edifici scolastici. rif. EU programma Altener contract number n° 4.1030/Z/98-487 *Pilot Action for the Promotion of PV in School and Public Buildings: evaluation of lesson learnt and transfer to other areas of the EU.*

3 - ciò è testimoniato dall'incarico affidato nel 2000 al Dipartimento di Processi e Metodi della Produzione Edilizia, già TAeD (Tecnologie dell'Architettura e Design) della Facoltà di Architettura dell'Università di Firenze, per la stesura delle Linee guida per la revisione della normativa tecnica per l'edilizia scolastica (Responsabile scientifico Prof. Paolo Felli).

4 - Per quanto attiene al requisito "benessere" si fa riferimento alla Norma UNI 8289 - "classi di esigenze e relative definizioni", dove la classe di esigenza (c.d.e.) *Benessere risulta così definita: insieme delle condizioni relative a stati del sistema edilizio adeguati alla vita, alla salute ed allo svolgimento delle attività degli utenti.*

5 - La classe di esigenza *Salvaguardia dell'ambiente* risulta così definita (Norma UNI 8289): *insieme delle condizioni relative al mantenimento e miglioramento degli stati dei sovrasistemi di cui il sistema edilizio fa parte.*

6 - "Codice di concordato di raccomandazioni per la qualità energetico ambientale di edifici e spazi aperti",

7 - *insieme delle condizioni relative al mantenimento e miglioramento degli stati dei sovrasistemi di cui il sistema edilizio fa parte.*

8 - Per la definizione dei criteri e di comportamenti si è fatto riferimento al "Codice di concordato di raccomandazioni per la qualità energetico ambientale di edifici e spazi aperti", elaborato dall'ENEA in collaborazione con l'ANCI, il Ministero dei Lavori Pubblici, il Ministero dell'Industria, il Ministero dell'Ambiente, l'INU, l'INARCH, il CNA, l'ANCE, l'Avvocatura Generale dello Stato, l'OIA, IEFEE-Bocconi, l'Associazione Rete di Punti Energia Lombardia, l'ANCITEL, numerosi Comuni italiani ed altre Amministrazioni Pubbliche. Tale rapporto è stato presentato alla Conferenza Nazionale Energia e Ambiente, Novembre 1998.

9 - Con riferimento alle prescrizioni tecniche e procedurali previste dalle norme nazionali vigenti in materia (D. Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311 G.U. n. 26 del 1.2.2007 - Suppl. Ord. n. 26/L).

#### Bibliografia

- P. Gallo, "Qualità energetica: un'applicazione al sistema scuola" in: A. Violano (a cura di) *La qualità nel progetto di architettura*, Vol. 1, Alinea Editrice, Firenze, 2005.
- P. Gallo, con M. Sala "Verso un marchio per l'alta qualità ambientale per l'abitare contemporaneo" in: G. Bonelli (a cura di) *Edilizia abitativa sostenibile. Indagini e progetti*, CLEAN Edizioni, Napoli, 2005.
- P. Gallo, con A. Pescarolo, F. Stolzuoli, S. Giannuzzo "Centro scolastico di Croce a Varliano in: E. Oleotto (a cura di) *Edifici scolastici Ecocompatibili. Progetti per una scuola sostenibile*, EdicomEdizioni, Monfalcone, 2006.
- P. Gallo, *L'insegnamento universitario post-laurea delle discipline ambientali: tra didattica e inserimento nel mondo del lavoro*, Tavola rotonda alla Settimana della Bioarchitettura 3° edizione, Modena 17 ottobre 2006.
- U. Sasso, *Bioarchitettura. Forma & formazione*, Alinea Editrice, Firenze, 2003.
- Eccoscuola. Venti progetti per una scuola a Bagno a Ripoli*, Firenze, Mandragora s.r.l., 2003.
- Linee guida per la redazione della normativa tecnica per l'edilizia scolastica*, Rapporto di ricerca per la Convenzione tra il Dipartimento di Processi e Metodi della Produzione Edilizia ed il Ministero della Pubblica Istruzione ed il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Firenze, 2000.
- F. Di Cara, F. Putrella, "Dalla scuola alla città", *Paesaggio Urbano*, Maggioli Editore, Rimini, n° 1/2000.
- M. Gennai, *Pedagogia degli ambienti educativi*, Armando Editore, Roma, 1997.
- M. Francio, "Il luogo per un'infanzia naturalistica nelle città", *Paesaggio Urbano*, Maggioli Editore, Rimini, n° 3/1995.
- R. Merlo, R. Falsetti, *L'edilizia scolastica*, NIS, Roma, 1994.
- Bertagnin M., "Nuovi orizzonti per la bioedilizia e la sostenibilità in architettura" in Atti del convegno *Le regioni italiane e la bioedilizia. Le esperienze e le proposte per una normativa in materia*, tenutosi a Bologna nel 2002, EdicomEdizioni, Marzo 2002.

#### School building.

##### **Guidelines for the protection and respect of the natural environment**

*The constant attention shown by the building sector towards the environmental question has led the Ministero dei Lavori Pubblici (Ministry of Public Works) to provide for the updating and improvement of its technical legislation concerning the planning and restoration of school buildings with the aim of reviewing and integrating this same legislation according to future needs. The updating of the technical legislation for school buildings in terms of environmental wellbeing and protection has been one of the most important goals of the guidelines developed by the Ministry with the scientific support of the University. In particular a new category of requirement has been introduced related to the Protection and Respect of the Natural Environment.*

*The section of the regulations concerning the requirements of Environmental Compatibility has been developed according to the following categories of requirements: requirements related to SOIL resources; requirements related to WATER resources; requirements related to MATERIAL resources; requirements related to ENERGY resources.*

*According to the afore mentioned requirements, the structure of the guidelines for the revision of the technical legislation which governs school buildings includes some indicative behaviours and actions which are useful in achieving the environmental compatibility of both new and restoration school building works.*