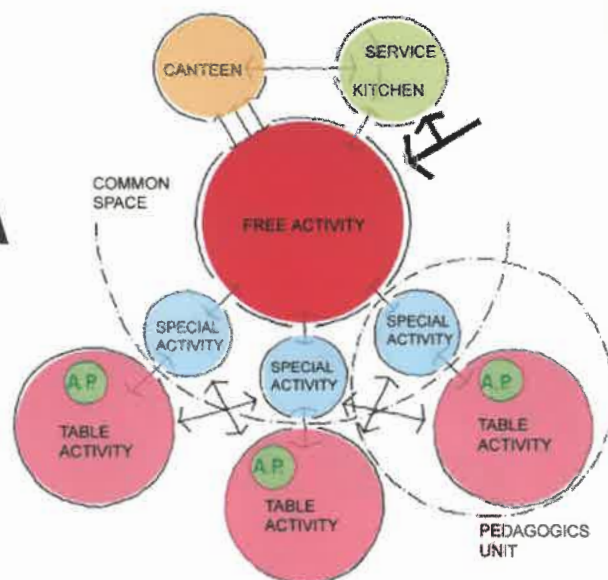


PIANETA SCUOLA

Linee guida ed esperienze. Involucri sostenibili, secondo lo stato dell'arte, ma attenzione particolare all'utenza e a tipologie innovative

Elena Lucchi

L'immagine contemporanea dell'edificio scolastico va riletta alla luce della sua evoluzione nel corso del tempo, soprattutto in rapporto allo sviluppo delle teorie pedagogiche ed educative. Tra il 1950 e il 1960 si sono affermate tipologie distributive volte a garantire l'ordine e il controllo sui ragazzi attraverso la costruzione di aule rettangolari, adatte per applicazione di tecniche di didattica frontale. Negli anni settanta, grazie alle teorie di John Dewey, Jean Piaget e Jerome S. Bruner, la scuola acquisisce un ruolo centrale per lo sviluppo psicomotorio, relazionale, sensoriale e affettivo dei ragazzi. Per consentire l'attuazione di metodi d'insegnamento basati sul coinvolgimento attivo degli studenti, l'edificio si caratterizza per la massima flessibilità e adattabilità degli spazi, che sono organizzati in aule didattiche, spazi per le attività pratiche e per le funzioni complementari di tipo sportivo e ricreativo. Questo approccio educativo è posto alla base della normativa tecnica sull'edilizia scolastica del 1975, ancora in vigore. In questo periodo nasce



Asilo San Martino a Bareggio (fotografia di Arianna Palano).

un nuovo modello scolastico sperimentale denominato "Modena Children", che vede il coinvolgimento dei bambini e dei ragazzi. Recentemente si sono sviluppate nuove teorie pedagogiche, che pongono i ragazzi al centro del processo di apprendimento. Le esperienze più avanzate nella concezione spaziale dell'edilizia scolastica tendono al superamento del ruolo direttivo svolto dagli educatori e dell'approccio funzionalista: la scuola diviene un laboratorio creativo in cui sperimentare tecniche di apprendimento pratico, informatico ed evoluto. La presenza di arredi che consentono lo spostamento e la riconfigurazione delle aule permette di avere ambienti polivalenti che consentono lo svolgimento di diverse attività contemporaneamente.

Progettazione ambientale

Nonostante il carattere particolarmente innovativo



Scuola Orsini a Imola



Sopra, Asilo Albero Mago a Scandicci.
Sotto, progetto di Riccardo Roda - EOS Consulting (© EOS Consulting).



della normativa scolastica, le scuole progettate dal Dopoguerra fino agli anni Ottanta si caratterizzano per la bassa qualità costruttiva ed energetica e per uno stato di degrado e di obsolescenza abbastanza avanzato. Accanto a un progetto tipologico particolarmente curato, caratterizzato dalla mixité funzionale, dalla flessibilità spaziale e dall'integrazione tra le aule e il giardino, sono presenti tecnologie costruttive dotate di basse prestazioni energetiche, come strutture in calcestruzzo prefabbricato e murature a cassa vuota senza isolante; vetri singoli e telai in alluminio senza taglio termico. Analogamente, gli impianti di riscaldamento, elettrici e di illuminazione sono di tipo tradizionale (caldaie standard, boiler elettrici e sorgenti luminose ad alogeni o al neon). In molti casi, inoltre, non sono mai stati attuati progetti di riqualificazione del patrimonio esistente, portando ad evidenti situazioni di degrado statico e ambientale, a problemi di sicurezza e di obsolescenza impiantistica. Le scuole di nuova progettazione sono sempre maggiormente orientate verso i criteri di sostenibilità ambientale e di consapevolezza energetica, intesi come presupposti irrinunciabili di un progetto rivolto

alla formazione, al benessere e alla vivibilità di un utenza particolarmente complessa e frazionata. I principi alla base di un progetto di edilizia scolastica sono comunque comuni agli edifici di pubblica fruizione e, più in generale, a tutti gli edifici energeticamente efficienti. Gli elementi essenziali che possono essere richiamati sono già ampiamente noti, li riassumiamo brevemente.

Valorizzazione ambientale

L'edificio scolastico costituisce un'importante polo di sviluppo urbano, sociale ed economico di una città e, pertanto, è necessario studiare il rapporto che si instaura con l'ambiente naturale, costruito e sociale in cui viene inserito. Le indicazioni di best practises sotto il profilo energetico e progettuale che valgono per la realizzazione degli edifici a fruizione pubblica, sono estensibili, a maggior ragione al contesto scolastico. Le nuove teorie legate alla compatibilità e alla certificazione ambientale della scuola (ad esempio il Protocollo



“LEED for School”) sottolineano l'importanza dell'analisi dell'impatto ambientale dell'edificio nelle fasi di costruzione, utilizzo e dismissione.

CONCEPT

Retrofit energetico ad alta efficienza

Scuola elementare, Casteldarne. EM2 Architetti Kurt Egger, Gerhard Mahlknecht, Heinrich Mutschlechner

La scuola è situata in Val Pusteria, a Casteldarne, all'ombra del monte che da sud domina il paese. L'edificio del 1980 necessitava di un intervento di risanamento e di adeguamento energetico. L'edificio ospita attività scolastiche, laboratoriali, una biblioteca, una palestra, un centro giovanile e le sede di alcune associazioni locali. Prima di realizzare l'intervento è stata elaborata un'analisi termografica, che ha permesso di individuare localizzare le aree soggette a sprechi energetici. In questo modo, sono stati individuati i ponti termici, le perdite di calore attraverso l'involucro e gli infissi, le infiltrazioni d'acqua e d'aria. I ponti termici sono stati eliminati attraverso la realizzazione di un isolamento



a cappotto di 20 centimetri ($U_w=0.18 \text{ W/m}^2\text{K}$). Le finestre sono state sostituite con serramenti ad alta tenuta all'aria, con vetri basso emissivi ($U_w=0.78 \text{ W/m}^2\text{K}$). Il sottotetto è stato realizzato con elementi prefabbricati isolati con cellulosa. Il tetto è realizzato in legno, ricoperto con una lamiera in rame ($U_w=0.12 \text{ W/m}^2\text{K}$). È stato inserito un impianto di ventilazione meccanica controllato con recuperatore di calore, al fine di garantire idonei standard di ventilazione e di benessere olfattivo e, contemporaneamente, di avere un buon livello di efficienza energetica. Il sistema di ventilazione è decentrato per ogni classe, al fine di poter essere utilizzato solo quando serve realmente. La portata del sistema, per ogni aula, è di $400 \text{ m}^3/\text{h}$. Il sistema di riscaldamento è costituito da una caldaia a gas. I terminali di emissione dell'ultimo piano di nuova costruzione e della palestra sono pannelli radianti a pavimento, mentre negli altri piani sono stati mantenuti i radiatori ed aggiunte valvole termostatiche. L'edificio è stato certificato secondo lo standard Casa-Clima A+ con un indice termico di 25 Kwh/m^2 .



Perché una scuola LEED

Nel mese di dicembre 2009 a Riva del Garda, in Trentino Alto Adige è stata certificata la prima scuola in Europa secondo la logica LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Si tratta dell'ampliamento dell'Istituto Tecnico Commerciale "Floriani". La certificazione ha attribuito alla scuola trentina il livello GOLD di sostenibilità energetico ambientale. La scelta del certificato LEED rappresenta la volontà da parte della Committenza Pubblica di attestare la prestazione con una procedura di fama internazionale. Oggi il LEED in Italia è una realtà consolidata, per la presenza di un crescente numero di progetti in fase di certificazione e per il lancio, avvenuto il 14 aprile 2010, di

una versione PILOT italiana. Si ricorda che già nel 2007, come eccezione rispetto agli altri enti locali, la Provincia Autonoma di Trento riconosceva, con delibera 825/2007, la possibilità di utilizzare il sistema ITACA (nella versione adattata alla realtà locale trentina TN1) e il sistema LEED indifferentemente, stabilendo delle equivalenze tra i punteggi raggiunti. Successivamente, nel 2008 con la delibera 2564 si stabiliva "di adottare il sistema LEED di valutazione della sostenibilità degli edifici ai fini della costruzione dei nuovi edifici di diretta competenza della Provincia Autonoma di Trento e dei propri Enti funzionali [e] di confermare, per [tali] edifici [...] il rispetto dei requisiti minimi

relativi almeno al livello "Certificato", ferma restando la possibilità di fissare obiettivi più elevati. [...] Si introduceva in questo modo il conseguimento di una certificazione di sostenibilità come elemento alla base degli obiettivi del progetto pubblico. L'adozione del sistema LEED da parte di un soggetto pubblico costituisce un motore di trasformazione tecnologica della pratica della progettazione, della gestione e del controllo dell'edificio, spinta ad un grado di approfondimento significativo che può, in questo modo, entrare gradualmente a far parte della consueta professionalità degli operatori del settore edile.

Daniele Guglielmino, ONLECO



Normativa essenziale

- Norma UNI 10840:2007 "Light and lighting - School rooms - General criteria for the artificial and natural lighting"
- Norma UNI 12464:2004 "Light and lighting - Lighting of work places - Part 2: Outdoor work places"
- Norma UNI 10339: "Air-conditioning systems for thermal comfort in buildings. General, classification and requirements. Offer, order and supply specifications"

Legislazione

- 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"
- Legge 11 gennaio 1996, n. 23 "Norme per l'edilizia scolastica"
- Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici"

Aspetti importanti del progetto divengono la pianificazione delle attività di cantiere, la bonifica del suolo, l'inquinamento dell'aria e dell'acqua generato dalla costruzione, l'impronta ecologica dell'edificio. In molti casi, si prevedono giardini e aree verdi con dimensioni superiori rispetto agli standard urbanistici vigenti, e di formazione degli alunni. Le aree consentono anche la riduzione delle "isole di calore" e l'ottimizzazioni del microclima urbano.

Progettazione bioclimatica

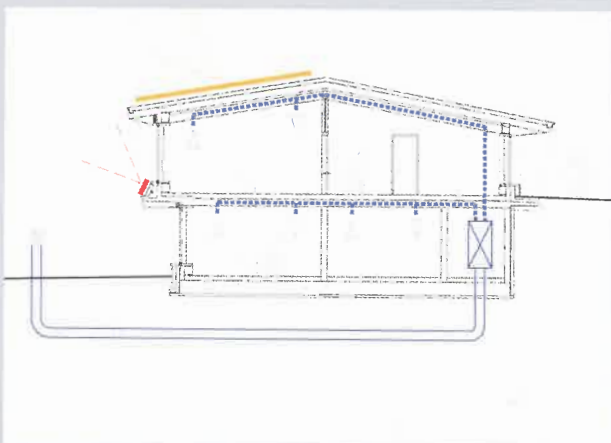
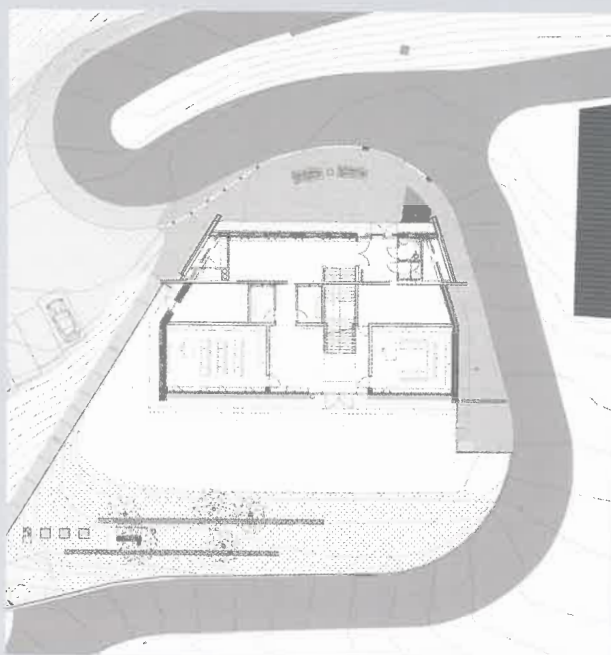
L'esposizione ottimale delle aule didattiche è a sud ed est: in questo modo ricevono la radiazione solare invernale da sud e sono protette da quella estiva di mattina verso est e di pomeriggio verso ovest. Nella facciata meridionale è necessario prevedere pensiline, vegetazione o sistemi di ombreggiamento che impediscono la penetrazione del sole estivo nelle ore centrali della giornata, evitando fastidiosi abbagliamenti visivi e surriscaldamenti termici. Gli spazi connettivi, i depositi e i servizi possono essere collocati lungo il fronte settentrionale poiché creano un "filtro microclimatico" che isola l'edificio dalle dispersioni termiche invernali e dalla fluttuazioni estive. Gli spazi destinati a laboratori, palestre e mense, che non hanno una fruizione continua durante l'arco della giornata, possono essere orientati verso est e ovest. La forma dell'edificio deve bilanciare le

CONCEPT

Passive School

Scuola elementare di Laion-Novale. TV (Trojer Vonmetz Architekten)

La costruzione dell'edificio scolastico re-interpreta in chiave contemporanea i caratteri tipici dell'architettura alpina di natura spontanea, integrandosi perfettamente con la morfologia del sito, creando un accesso esterno diretto in ogni piano. La scuola si distribuisce su due piani, uniti da un'ampia scala illuminata dall'alto che connette gli spazi privati delle aule con gli spazi pubblici dei tessuti connettivi, dei laboratori e della sala polifunzionale. La forma, particolarmente geometrica e compatta per ridurre le dispersioni di calore, ricorda le tipologie edilizie tradizionali. L'edificio, infatti, è costituito da un basamento in pietra naturale e da un piano rialzato sporgente intonacato. I materiali scelti sono tipici dell'architettura locale: il basamento è realizzato in filite di quarzo di Laion, i serramenti sono in legno di quercia e il piano superiore è in muratura intonacata di bianco. Le pareti esterne sono rivestite con pannelli di calcio silicato da 20 centimetri, mentre per il tetto sono stati impiegati pannelli in fibra di legno da 24 centimetri. La scuola presenta inoltre ampie vetrate termoisolanti per illuminare naturalmente gli ambienti interni con una trasmittanza di $0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$. La resistenza alle perdite d'aria è stata certificata per



mezzo del Blower-Door Test con un valore di $n_{50}=0.49[h^{-1}]$, nettamente inferiore al valore richiesto per un edificio passivo. La disponibilità di aria fresca, è garantita da un sistema di ventilazione meccanica controllata con scambiatore di calore accoppiato che assicura la buona qualità dell'aria e, contemporaneamente, la riduzione dei costi energetici. Il fabbisogno energetico del riscaldamento è risultato talmente basso ($9,0 \text{ kWh/m}^2$) da permettere l'impiego di una pompa di calore geotermica azionata a corrente elettrica. Questa energia, unita a quella prodotta da 18 m^2 di pannelli solari integrati nella facciata, è sufficiente a coprire l'intero fabbisogno termico e di acqua calda sanitaria. Al fine di rendere nullo l'impatto sull'ambiente, la pompa di calore è alimentata con un impianto fotovoltaico da $17,70 \text{ kWp}$ dotato di una resa stimata di 16.000 kWh l'anno. L'edificio soddisfa i rigorosi criteri della categoria CasaClimaOro+ che impongono un indice termico inferiore ai $10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, l'utilizzo di materiali ecologici e di fonti energetiche rinnovabili. L'edificio è stato premiato nel 2006 come Best KlimaHaus/CasaClima di Categoria Energy Plus.

nuove esigenze di apertura, illuminazione naturale e integrazione con il giardino con la compattezza richiesta dal contenimento dei consumi energetici. La forma compatta, caratterizzata cioè da un basso rapporto tra la superficie disperdente e il volume racchiuso dall'involucro, assicura la riduzione delle dispersioni termiche per trasmissione e riduce il fabbisogno energetico dell'edificio.

Efficienza energetica

Nella progettazione sostenibile di un edificio scolastico è necessario realizzare un corretto bilancio energetico in cui le perdite per trasmissione e per ventilazione siano pareggiate dai carichi interni, dai guadagni solari e dall'apporto impiantistico. L'involucro opaco deve garantire elevate prestazioni di isolamento e di inerzia termica, al fine di contenere le dispersioni invernali, i surriscaldamenti estivi e gli sfasamenti temporali dell'onda termica. Per rispettare i limiti imposti dalla legislazione nazionale, anche nei climi caldi e nel regime estivo è necessario prevedere un corretto isolamento e una

buona massa delle pareti che separano ambienti posti a condizioni termiche disomogenee. La tecnica più efficiente per ambienti con funzionamento continuo prevede l'inserimento dell'isolante sulla faccia esterna (sistema cappotto) in quanto riduce i ponti termici e modera le fluttuazioni di temperatura superficiale e dell'aria. Fondamentale in un progetto sostenibile, è la scelta di materiali a basso impatto ambientale (con una LCA positiva), di provenienza locale, privi di emissioni inquinanti e ad alte prestazioni di isolamento termico.

Altro principio fondamentale in una scuola sostenibile è rappresentato dalla trasparenza, non solo quale requisito fisico, che garantisce benessere termico e visivo, ma come necessità degli alunni di percepire l'interfaccia tra l'esterno e l'interno. È necessario scegliere tipologie di vetrazioni che garantiscono la visibilità, il comfort visivo, il contenimento dei consumi energetici, il benessere acustico e la sicurezza degli utenti.

La scelta impiantistica ricade su sistemi ad alta efficienza energetica, come caldaie a condensazione

Per progettare una scuola: sostenibilità e benessere

Obiettivi	Modalità	Modelli progettuali e tecnologie
Sostenibilità	Compatibilità ambientale	Studio urbanistico, analisi sociale, studio viabilistico, presenza di giardini e aree verdi, life-cycle analysis
	Bioclimatica	Morfologia e orientamento dell'edificio
Prestazioni energetiche dell'involucro	Riduzione delle dispersioni termiche	Forma compatta, involucro ad alte prestazioni di isolamento termico, coperture verdi
	Riduzione degli accumuli termici	Elevata inerzia termica, sistemi di schermatura solare, vetri selettivi, ventilazione naturale
Impianti	Prestazioni energetiche degli impianti termici	Scelta di generatori di calore ad alte prestazioni, terminali scaldati con pannelli radianti, isolamento delle tubazioni, presenza di sistemi di regolazione termica Sistemi di ispezione
	Impianti elettrici e illuminotecnici	Scelta di lampade ad efficienza energetica, integrazione tra illuminazione naturale e artificiale, dimmer Manutenzione programmata
	Impianti idrici	Risparmio idrico, recupero dell'acqua piovana
Fonti rinnovabili	Produzione energetica con fonti rinnovabili	Fotovoltaico integrato, turbine eoliche, caldaie a biomassa, pompe per il recupero dell'acqua di falda, trigenerazione
Layout funzionale e distribuzione interna	Standard minimi	Rispetto delle dimensioni minime ammissibili per i diversi ambienti
	Studio del layout, facilità di orientamento, flessibilità, polivalenza e adattabilità spaziale	Separazione dei flussi di utenza, flessibilità spaziale, arredi multi-uso
Cromatologia applicata	Miglioramento di benessere, concentrazione e apprendimento degli utenti	Studio del colore in funzione delle destinazioni d'uso interna
Materiali e arredi	Ecocompatibilità, flessibilità, durabilità, fonoassorbenza	Rispetto delle normative vigenti
Benessere microambientale	Comfort visivo	Integrazione tra illuminazione naturale e artificiale, livelli minimi di illuminamento, studio del colore delle luce, assenza di abbagliamento visivo
	Comfort termoigrometrico	Isolamento termico, regolazione climatica locale
	Comfort acustico	Fonoisolamento
	Comfort olfattivo	Ventilazione naturale, ventilazione meccanica controllata

LEED School

Istituto Tecnico per il Commercio
Floriani di Riva del Garda.
Costruzioni Debiasi

L'edificio costituisce il primo esempio italiano di scuola certificata secondo il protocollo americano Leed for School, nella categoria Gold. L'architettura dell'edificio originario è rimasta inalterata nelle forme e nelle dimensioni, mentre il progetto ha riguardato la riduzione dell'impatto ambientale provocato dalla costruzione. L'adesione al protocollo LEED ha comportato numerosi modifiche nei processi edilizi tradizionali: in primo luogo è stato necessario ridurre l'inquinamento generato dal cantiere, controllando la produzione di polveri, i fenomeni di erosione del suolo e di sedimentazione nelle acque riceventi.

A livello territoriale, il progetto ha previsto la conservazione delle aree naturali e dei paesaggi agrari esistenti e la riqualificazione delle aree danneggiate, al fine di promuovere la biodiversità, limitare le alterazioni della dinamica naturale del ciclo idrologico, mediante la riduzione delle superfici di copertura impermeabili e l'aumento delle infiltrazioni in sito.



ATTEMPTED CREDIT SUMMARY
Displays attempted points for the project by status.

Phase	Design	Construction	Total
Earned:	37	11	48
Total Attempted:	37	11	48

CREDIT SCORECARD
Displays all credits and points per LEED section. Depending on project access, one can attach team members, view attempted credits or add credits to display templates.

Expand All Credit Categories

48 Points Documented

Points	Section	Points Available
12	Location & Access	12
6	Water Efficiency	6
9	Energy & Atmosphere	9
6	Materials & Resources	6
5	Indoor Environmental Quality	5
6	Regional Priority Credits	6

Le aree verdi sono state progettate e quantificate in modo da produrre effetti benefici sul microclima, mitigando i picchi di temperatura estivi e riducendo gli effetti di "isola di calore". A questo scopo, sono stati realizzati un giardino e un tetto verde che costituiscono il 58% dell'intera area. Il controllo della riflessione solare delle pavimentazioni è stato realizzato grazie all'utilizzo di materiali permeabili e con un alto valore di albedo. L'uso efficiente dell'acqua è garantito da una serie di accorgimenti. In primo luogo, è stata installata una vasca di raccolta interrata capace di captare l'acqua piovana dai tetti verdi e delle pavimentazioni esterne. Il giardino è costituito da specie vegetali che richiedono limitati quantitativi d'acqua. Infine, sui sono stati installati areatori per ridurre il flusso d'acqua uscente dai rubinetti e cassette dei WC con doppi pulsanti. Dal punto di vista edilizio, è stata migliorata la coibentazione esistente, inserendo un sistema a cappotto e installando serramenti in alluminio a taglio termico. I materiali scelti sono di provenienza locale e, in molti casi, sono riciclati, riciclabili e rapidamente rinnovabili.

È stato verificato anche il corretto funzionamento e dimensionamento degli impianti di riscaldamento e di ventilazione, dei sistemi di regolazione e controllo, dei sistemi di illuminazione artificiale e naturale e dei sistemi di produzione di acqua calda sanitaria. Sono stati adottati impianti di trattamento dell'aria con unità di post-riscaldamento per le zone comuni dell'edificio, al fine di ridurre i problemi dell'aria interna derivanti dai processi di costruzione a garanzia del comfort e benessere degli operai al lavoro e degli occupanti dell'edificio. Ogni ambiente è autonomo dal punto di vista termico e di illuminazione per garantire elevati livelli di controllo dei sistemi da parte dei singoli occupanti. Particolare attenzione è stata posta al riverbero all'abbattimento dei livelli sonori tra aule adiacenti, attraverso l'utilizzo di manti anticalpestio, partizioni verticali in cartongesso multi lastra, lane minerali ad alta densità, pannelli microforati.

Un'altra voce particolarmente importante ha riguardato la gestione dei materiali e delle risorse. L'84,5% dei materiali derivati dall'attività di costruzione è stato indirizzato a specifici centri di raccolta al fine di recuperare le risorse riciclabili.

e pompe di calore elettriche e geotermiche abbinate a terminali scaldanti che funzionano a bassa temperatura (pannelli radianti) e a tubazioni ad alto isolamento termico. I sistemi devono essere dimensionati in base alle reali necessità della scuola. Nei progetti scolastici diventa sempre più importante la ventilazione naturale e artificiale. La ventilazione notturna viene utilizzata per migliorare il comfort estivo e delle zone climatiche calde, in quanto "raffredda" la massa termica dell'edificio, portando all'aumento del tempo di sfasamento e alla riduzione dei flussi termici tra interno ed esterno. Nelle scuole sostenibili sono utilizzati anche accorgimenti costruttivi volti a facilitare il movimento dell'aria e l'allontanamento dei gas inquinanti, senza creare fastidiosi effetti non desiderati causati dall'apertura delle finestre. Tra di essi si annoverano i camini di ventilazione, le fessure nelle pareti e nella copertura e i sistemi

a lamelle. La ventilazione meccanica controllata con recuperatore di calore, invece, è un sistema particolarmente adatto all'edilizia scolastica, in quanto garantisce il comfort olfattivo, il recupero di calore e, in presenza di sistemi igroregolabili, anche il controllo dell'umidità relativa.

Benessere ambientale

Il benessere ambientale è una condizione essenziale per favorire l'attenzione, l'apprendimento e la concentrazione dei ragazzi. Le attività scolastiche necessitano di spazi ampi, ben ventilati, soleggiati e illuminati, privi di abbagliamento visivo, surriscaldamento solare, rumori indesiderati e altri fattori che interferiscono con il comfort delle persone. Molte ricerche sperimentali hanno dimostrato l'importanza dell'illuminazione naturale per favorire la capacità visiva dei ragazzi e, viceversa, il decremento della produttività e dell'attenzione

Riqualficazione prestazionale delle scuole esistenti

I criteri di sostenibilità ed efficienza energetica sono alla base delle più recenti esperienze progettuali ma trovano scarso riscontro nelle strutture scolastiche esistenti.

Il patrimonio nazionale comprende oltre 42.000 edifici, più della metà dei quali anteriori al 1974. Realizzati in generale con tecnologie costruttive economiche manifestano carenze gestionali e manutentive, bassa qualità ambientale a fronte di costi energetici elevati.

Una recente campagna di rilevazione nella Regione Veneto ha stimato il fabbisogno energetico annuale degli edifici scolastici esistenti tra 250 e 350 kWh/m², con valori medi dell'ordine di 290 kWh/m².

Livelli prestazionali così bassi non si limitano a generare consumi energetici molto elevati, ma inficiano la qualità del comfort degli spazi confinati creando condizioni di disagio igrotermico, acustico e ambientale, spesso coniugato con fattori relativi alla salubrità.

Si rilevano in particolare problematiche legate alla scarsa qualità costruttiva del sistema di involucro, alla carenza di coibentazione termoacustica delle chiusure verticali, alla inadeguatezza dei serramenti spesso a lastra singola, alla scarsa protezione delle coperture.

Non sono migliori le prestazioni delle strutture prefabbricate, i cui pannelli di tamponamento mostrano inoltre problemi di tenuta dei giunti.

Le strategie di riqualficazione complessiva di un parco immobiliare troppo ingente per prevederne, se non in casi estremi, la dismissione, dovrebbero agire sull'insieme dei fattori, previa analisi specifica, privilegiando

interventi di miglioramento puntuali e opportunamente distribuiti.

La rilevanza delle dispersioni dovute all'inefficienza del sistema di involucro rende generalmente insufficiente la semplice sostituzione dei generatori di calore.

E' necessario operare in direzione duplice migliorando le prestazioni dell'involucro edilizio e incrementando l'efficienza degli impianti. Isolamento degli involucri opachi, sostituzione dei vecchi serramenti, adozione di sistemi di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore, isolamento di coperture e sottotetti sono tra le strategie più opportune.

Obiettivo degli interventi è migliorare significativamente la qualità ambientale degli spazi didattici con un consumo energetico estremamente più contenuto dell'attuale, che sarà difficilmente sostenibile in futuro, promuovendo la consapevolezza dello stretto legame tra qualità degli ambienti indoor, condizioni di benessere psico-fisico, tutela delle risorse da perseguire in particolare in edifici destinati a piccoli utenti, emblematici per la diffusione di un comportamento eticamente corretto nei confronti dell'ambiente. *Andrea Boeri, facoltà di Architettura 'Aldo Rossi', Università di Bologna*



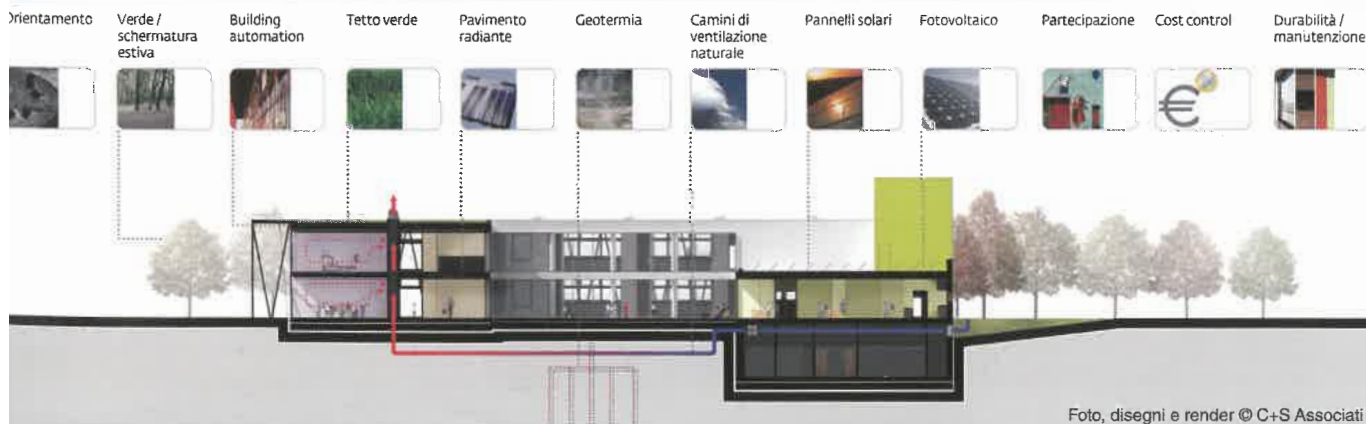
Society Building

**Scuola elementare, Ponzano Veneto.
C+S Associati, Carlo Cappai, Maria
Alessandra Segantini**

L'edificio ospita 375 bambini di età compresa tra i 6 e i 10 anni. Ha tre sezioni per un totale di 15 aule normali, 5 aule speciali per arte, informatica, lingue, musica, scienze, una palestra regolamentare, una mensa e una biblioteca. La scuola primaria di Ponzano Veneto interpreta la sostenibilità in termini energetici, sociali ed economici. La scuola diventa un 'society building', uno spazio in cui una comunità multietnica possa riconoscersi e confrontarsi. La recente ridefinizione delle caratteristiche sismiche del territorio nazionale vede il comune di Ponzano in area a rischio sismico di terza categoria. La scelta strutturale che ne consegue porta inevitabilmente ad una struttura intelaiata in calcestruzzo armato. Onde ridurre il più possibile l'impatto ambientale e intervenuti tra gli elementi strutturali strettamente necessari, con opere di tamponamento in materiali del tutto naturali ed ecocompatibili: laterizio, legno. Nel progetto è stata riservata grande attenzione allo studio degli spazi collettivi: tutti gli spazi ruotano intorno a una corte centrale, in memoria dei chiostri monastici, i luoghi per eccellenza di conservazione del sapere. Ai principi della bioclimatica e del solare passivo si deve la forma e l'orientamento dell'edificio. La scuola si costruisce attorno al vuoto di una corte su cui si affacciano gli spazi di relazione mentre sui lati sud-est e sud-ovest è disposto il sistema delle aule, a beneficiare della migliore esposizione ai raggi solari. Le aule sono delimitate da 'muri trasparenti' ed attrezzati, che lasciano passare la luce anche nelle zone più profonde della scuola. Le murature che separano le aule dai corridoi di altezza 130 cm si fermano ad una quota tale da permettere la vista in profondità dell'ambiente esterno anche da posizioni molto interne, senza tuttavia disturbare il normale funzionamento didattico all'interno della classe. Le superfici opache sono completamente rivestite con un cappotto in materiale naturale di spessore cm 10 e finitura ad intonaco a base di calce e pigmenti naturali o in doghe di legno di iroko, onde consentire un ottimo isolamento termico sia per la stagione invernale che quella estiva. I vetri sono del tipo "basso emissivi" e fortemente isolanti. Il raffrescamento estivo è favorito da un flusso ven-



tilato naturale, con velocità controllata inferiore ai 10 m/sec, proveniente da alcune prese d'aria posizionate all'esterno sui lati est e nord, in posizione opposta a quella delle aule, ed introdotto nelle aule dopo aver attraversato l'edificio in condotti sotterranei in grado di raffrescare naturalmente e senza costi energetici la temperatura dell'aria da immettere nelle aule. Le stesse condotte consentiranno, in inverno, di avere un preriscaldamento naturale e gratuito dell'aria fredda proveniente dall'esterno prima del trattamento e dell'avviamento alle aule. Particolarmente importante è la ventilazione naturale, attivata mediante un sistema di prese d'aria e di canalizzazioni che si basa su modeste ma sufficienti differenze di pressione dovute alla differenza di temperatura dell'aria e delle pareti nelle facciate opposte dell'edificio, alcune in pieno sole e quindi particolarmente calde o tiepide e quelle opposte, certamente in ombra e quindi decisamente più fresche. Con il completamento del tetto verde e delle sonde geotermiche per riscaldare l'ampio spazio della palestra, la scuola è in Classe A+ Casaclima con un consumo pari a 3,6 kw/h/mc/anno.



CONCEPT

Struttura leggera

Scuola d'Infanzia Ponticelli, Imola. Alessandro Contavalli

La nuova scuola di Ponticelli si caratterizza per l'uso di materiali eco-compatibili e di tecnologie per il risparmio energetico. L'elaborazione progettuale è focalizzata sullo studio dell'esposizione solare, sul dimensionamento delle aperture vetrate e sulla realizzazione di un sistema automatico di oscuramento denominato "facciata intelligente". La scuola sorge in località Ponticelli su un declivio ai piedi del versante nord-ovest della valle del fiume Santerno. L'accesso all'edificio avviene da sud, tramite una pedana in legno si accede all'atrio che introduce agli spazi comuni organizzati sul lato nord del fabbricato. Lo sviluppo della pianta è lineare e si articola digradando verso valle secondo il naturale andamento del terreno. Le aule sono orientate a sud e si proiettano sulla area verde esterna mediante ampie superfici vetrate che aprono al panorama circostante. Per la costru-



zione sono stati impiegati materiali bio-ecologici e si è fatto ricorso all'uso del sistema di costruzione "a secco", questo consente un'importante riduzione dei carichi ambientali sia in fase di realizzazione che di successiva dismissione del fabbricato. L'involucro è in legno, con una struttura platform-frame, abbinato a setti interni in calcestruzzo utilizzati come sistema di accumulo termico estate-inverno. Pareti ben coibentate e buone prestazioni termiche dei vetri consentono di ridurre le perdite (consumo 37 kWh/m² a). Sono stati impiegati diversi tipi di materiali, tra i quali contropareti realizzate con elementi lignei e retrostante pannello in fibra di canapa. Per ottimizzare il fonoisolamento sono stati privilegiati sistemi multistrato da posare "a secco". L'involucro trasparente è costituito da una doppia pelle vetrata, protetta dall'eccessivo irraggiamento solare estivo mediante un sistema di frangisole mobile. In posizione a "visiera" (orizzontale) il frangisole è in grado di schermare tutte le aperture. L'edificio è dotato di un sistema di gestione automatizzato che in base alle condizioni climatiche esterne ed in ragione delle esigenze degli occupanti regola il recupero di calore della doppia pelle, la qualità dell'aria interna, il raffrescamento notturno e l'illuminamento naturale. La qualità dell'aria è garantita da un sistema di ventilazione naturale che si attiva su richiesta di sonde.



in presenza di luci artificiali di tipo standard (lampade al neon). Sulla base di queste ricerche, nelle aule viene consigliato l'impiego di illuminazione naturale integrata con lampade a pieno spettro. La norma UNI 10840:2007 definisce le condizioni illuminotecniche ottimali in fatto di livello illuminamento ($E=300-750$ lux in funzione delle attività), assenza di abbagliamento visivo ($Ugr=19-25$ in funzione delle attività interne) e resa al colore negli edifici scolastici ($Ra=80$). In particolare, per evitare fenomeni di abbagliamento connessi all'eccessivo contrasto di luminanza tra superfici vetrate e opache, occorre verificare le dimensioni e la posizione delle finestre, i fattori di riflessione interni e prevedere sistemi regolabili per il controllo della luce naturale (tende, veneziane e schermi). L'uso di dispositivi che modificano lo spettro della radiazione luminosa trasmessa (vetri o filtri atermici, tende)

rende necessaria la verifica del colore della luce naturale, al fine di evitare l'affaticamento psicofisico degli alunni. Non esistono altre normative specifiche studiate per l'edilizia scolastica, ma solo norme generali riferite al comfort termofisiologico, olfattivo e acustico. In quest'ultimo caso, è necessario rispettare la legislazione vigente relativa all'inquinamento acustico e al fonoisolamento degli edifici pubblici.

Cromatologia applicata

Il colore è fondamentale per creare ambienti salubri e piacevoli, che migliorano la concentrazione, l'attenzione, il benessere e l'apprendimento degli alunni. Alcune ricerche sperimentali hanno dimostrato che le aule monocromatiche, per un effetto di compensazione, generano reazioni di irrequietezza e di irritabilità negli alunni. Al contrario,

Ventilazione naturale

**Asilo Ecologico "Il gatto e la volpe",
Sesto Fiorentino.**

**Riccardo Roda (EOS Consulting),
Giuseppe Puliti, Alessandro Vannini**

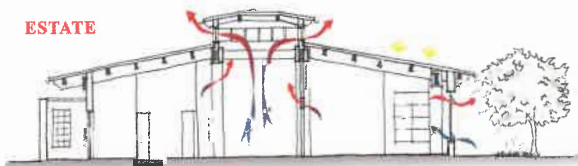
L'asilo si inserisce all'interno delle opere pubbliche previste nel PEEP PP7 che ha previsto la costruzione di un quartiere residenziale di oltre 400 alloggi nel territorio di Sesto Fiorentino. L'impianto edilizio si fonda su una pianta centrale convergente su un atrio a base quadrata, su cui si distribuiscono le diverse aree funzionali: a nord l'ingresso e la zona filtro, a ovest gli uffici, a est i servizi e a sud la sala polivalente/ludoteca. L'atrio si sviluppa in verticale sulla copertura a padiglione, terminando con una torretta di ventilazione emergente che caratterizza il profilo esterno dell'edificio. La soluzione crea un sistema di ventilazione naturale, che sfrutta l'effetto camino grazie alla presenza di aperture regolabili in sommità. Il funzionamento del camino solare realizzato dietro al prospetto nord è piuttosto semplice: nei mesi estivi la differenza di temperatura tra zona sud e nord determina una ventilazione naturale che aumenta il comfort interno. L'approccio bioclimatico si palesa attraverso lo studio di soluzioni che, attraverso un'accurata analisi preventiva delle condizioni climatiche locali, massimizzano l'apporto dell'irraggiamento solare ed eolico. L'utilizzo



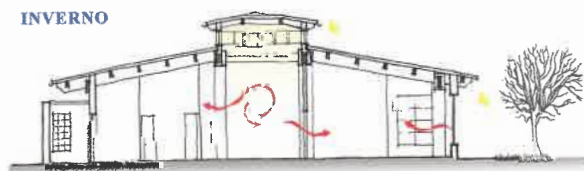
di materiali ecologici e riciclati implementa il carattere di sostenibilità ambientale dell'opera. Le scelte formali interpretano ed esprimono le possibili relazioni che vengono ad instaurarsi tra lo spazio di vita interno e l'ambiente circostante, anche in funzione dell'orientamento del corpo edilizio e quindi dei diversi apporti energetici, risultanti da un bilancio che tiene anche conto della forma dell'involucro esterno, della dimensione e collocazione delle aperture, delle caratteristiche coibenti dei materiali impiegati. L'ingresso si apre sul fronte nord, parzialmente celato dalla parte terminale della parete curva che delimita la zona servizi. Questa soluzione è stata adottata per garantire protezione dai venti invernali e dalle precipitazioni atmosferiche. Un secondo accesso, sul lato ovest, è stato pensato per collegare in modo diretto la ludoteca con altre strutture pubbliche di prossima realizzazione. L'obiettivo di ottenere elevate prestazioni energetiche principalmente attraverso il comportamento bioclimatico dell'asilo ha portato ad un attento studio dell'involucro esterno: i prospetti presentano soluzioni differenziate, in base alle funzioni interne e all'esposizione. La presenza di una copertura continua con forte aggetto caratterizza il progetto, ed è funzionale a schermare dall'irraggiamento estivo, soprattutto i fronti più esposti alla radiazione solare. Il fronte nord, da cui si accede all'asilo, è schermato da una parete curva che, a sua volta, presenta una muratura compatta con piccole coperture che illuminano gli spazi di servizio. Il prospetto sud presenta una cortina finestrata continua, che relazione gli spazi interni ed esterni destinati al gioco. Le ampie vetrate sono protette da vetri termici e dall'accentuazione dell'aggetto di gronda.



ESTATE



INVERNO



Involucro pesante

Scuola Professionale Provinciale per l'Artigianato e l'Industria, Bolzano Thomas Höller e Georg Klotzner

Il progetto è stato realizzato dagli architetti meranesi Thomas Höller e Georg Klotzner, vincitori del concorso. L'edificio ospita le aule riservate all'insegnamento teorico, ai settori amministrativi e ai laboratori. L'aspetto esterno dell'edificio è stato determinato da ragioni di carattere urbanistico. Le facciate sono state realizzate in gran parte in calcestruzzo a vista. Tra i corpi di fabbrica sono state inserite strutture ricoperte di reticolato in trama di acciaio oppure sono state appese passerelle in acciaio rivestite di vetro. Mentre le facciate rivolte verso via Roma, sono pressoché chiuse, il portico su due livelli che si sviluppa in direzione della nuova



piazza confinante, funge da invitante ingresso alla scuola. Da qui si raggiunge un atrio inondato di luce che, grazie all'altezza di quattro piani con contatto visivo circondanti sui corridoi, permette un facile orientamento nell'ampio sistema di accesso. La copertura del pavimento del grande androne è stata realizzata con parti prefabbricate in calcestruzzo costellate di numerosi elementi in vetro. Questi permettono, durante il giorno, l'illuminazione naturale della palestra sottostante, mentre la sera creano un'atmosfera molto gradevole nell'ingresso illuminandolo dal di sotto. Due vani scala aperti, disposti in modo simmetrico rispetto all'androne con ascensore vetrato conducono ai due piani sotterranei e ai quattro piani superiori in cui si trovano le diverse sezioni. Al terzo piano il corpo di fabbrica centrale è stato allestito a terrazza. Il pavimento e il muro perimetrale alto come tutto un piano sono rivestiti di legno di rovere naturale, creando in tal modo l'effetto di un cortile interno molto raccolto. All'interno del complesso scolastico sono stati usati diversi sistemi tecnici e materiali innovativi per garantire il benessere degli utenti: aerazione controllata, riscaldamento radiante a soffitto, controsoffitti insonorizzati, pareti in gesso-fibra con alti valori di insonorizzazione, frangisole.

ambienti multi-cromatici creano molteplici stimoli visivi, peraltro non sempre compatibili tra loro. Negli edifici scolastici il colore deve generare sensazioni di sicurezza, protezione, cura e crescita personale. La cromatologia applicata, ovvero la disciplina che si occupa del progetto cromatico nell'intento di migliorare il benessere e la fruibilità degli ambienti confinati, ha teorizzato gli schemi più adatti per i diversi ordini scolastici. Nelle scuole d'infanzia ed elementari è opportuno optare per colori vivaci e caldi (salmone chiaro, giallo tenue, giallo, arancione, corallo e pesca) che riducono la tensione, il nervosismo e l'eventuale ansia dei bambini più piccoli. I colori secondari devono bilanciare le tonalità prevalenti, attraverso la scelta di tinte complementari e dotate di valori termici opposti. È opportuno anche differenziare la cromia degli spazi e delle attività interne. Nelle scuole di grado inferiore, il colore delle pareti può essere scelto attraverso un processo di progettazione partecipata che

coinvolge l'architetto, gli insegnanti e gli alunni. Nelle scuole medie primarie e secondarie, invece, sono adatte le tinte tenui e fredde (beige, verde chiaro, verde pallido e verdazzurro), che esercitano un'azione centripeta capace di rafforzare la concentrazione. Nelle aule in cui gli studenti sono rivolti nella stessa direzione, per creare un centro di attenzione focale è utile prevedere una cromia differenziata della parete frontale (ad esempio pareti di fondo bianche, beige o marrone chiaro e pareti frontali verdi o blu). Gli schemi cromatici dei tessuti connettivi sono particolarmente importanti per favorire l'orientamento e la gerarchia spaziale. Per questa ragione è particolarmente appropriato l'utilizzo di tinte complementari, che bilanciano gli aspetti psicofisici di calma, concentrazione, vivacità e movimento. Ad esempio, l'effetto di pareti arancione o verdi può essere mitigato rispettivamente con porte blu o rosse a basso grado di saturazione. I colori estroversi, infatti, aiutano a proiettare le emozioni dei bambini verso l'esterno

Involucro pesante

Scuola Professionale Provinciale per l'Artigianato e l'Industria, Bolzano Thomas Höller e Georg Klotzner

Il progetto è stato realizzato dagli architetti meranesi Thomas Höller e Georg Klotzner, vincitori del concorso. L'edificio ospita le aule riservate all'insegnamento teorico, ai settori amministrativi e ai laboratori. L'aspetto esterno dell'edificio è stato determinato da ragioni di carattere urbanistico. Le facciate sono state realizzate in gran parte in calcestruzzo a vista. Tra i corpi di fabbrica sono state inserite strutture ricoperte di reticolato in trama di acciaio oppure sono state appese passerelle in acciaio rivestite di vetro. Mentre le facciate rivolte verso via Roma, sono pressoché chiuse, il portico su due livelli che si sviluppa in direzione della nuova



piazza confinante, funge da invitante ingresso alla scuola. Da qui si raggiunge un atrio inondato di luce che, grazie all'altezza di quattro piani con contatto visivo circondanti sui corridoi, permette un facile orientamento nell'ampio sistema di accesso. La copertura del pavimento del grande androne è stata realizzata con parti prefabbricate in calcestruzzo costellate di numerosi elementi in vetro. Questi permettono, durante il giorno, l'illuminazione naturale della palestra sottostante, mentre la sera creano un'atmosfera molto gradevole nell'ingresso illuminandolo dal di sotto. Due vani scala aperti, disposti in modo simmetrico rispetto all'androne con ascensore vetrato conducono ai due piani sotterranei e ai quattro piani superiori in cui si trovano le diverse sezioni. Al terzo piano il corpo di fabbrica centrale è stato allestito a terrazza. Il pavimento e il muro perimetrale alto come tutto un piano sono rivestiti di legno di rovere naturale, creando in tal modo l'effetto di un cortile interno molto raccolto. All'interno del complesso scolastico sono stati usati diversi sistemi tecnici e materiali innovativi per garantire il benessere degli utenti: aerazione controllata, riscaldamento radiante a soffitto, controsoffitti insonorizzati, pareti in gesso-fibra con alti valori di insonorizzazione, frangisole.

ambienti multi-cromatici creano molteplici stimoli visivi, peraltro non sempre compatibili tra loro. Negli edifici scolastici il colore deve generare sensazioni di sicurezza, protezione, cura e crescita personale. La cromatologia applicata, ovvero la disciplina che si occupa del progetto cromatico nell'intento di migliorare il benessere e la fruibilità degli ambienti confinati, ha teorizzato gli schemi più adatti per i diversi ordini scolastici. Nelle scuole d'infanzia ed elementari è opportuno optare per colori vivaci e caldi (salmone chiaro, giallo tenue, giallo, arancione, corallo e pesca) che riducono la tensione, il nervosismo e l'eventuale ansia dei bambini più piccoli. I colori secondari devono bilanciare le tonalità prevalenti, attraverso la scelta di tinte complementari e dotate di valori termici opposti. È opportuno anche differenziare la cromia degli spazi e delle attività interne. Nelle scuole di grado inferiore, il colore delle pareti può essere scelto attraverso un processo di progettazione partecipata che

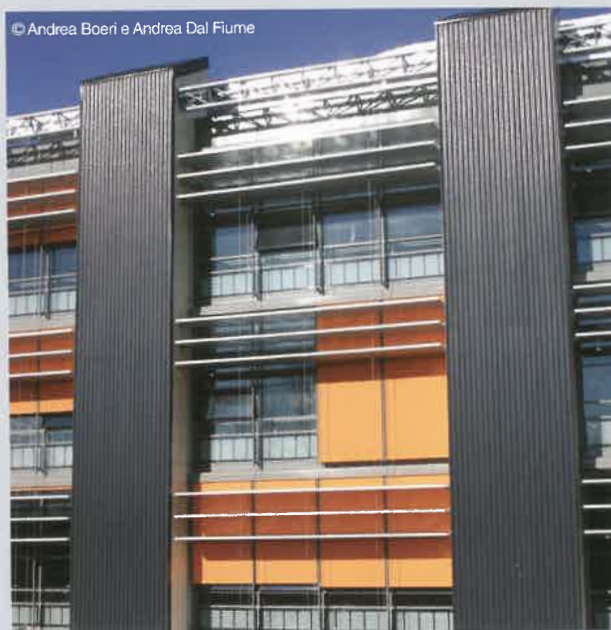
coinvolge l'architetto, gli insegnanti e gli alunni. Nelle scuole medie primarie e secondarie, invece, sono adatte le tinte tenui e fredde (beige, verde chiaro, verde pallido e verdazzurro), che esercitano un'azione centripeta capace di rafforzare la concentrazione. Nelle aule in cui gli studenti sono rivolti nella stessa direzione, per creare un centro di attenzione focale è utile prevedere una cromia differenziata della parete frontale (ad esempio pareti di fondo bianche, beige o marrone chiaro e pareti frontali verdi o blu). Gli schemi cromatici dei tessuti connettivi sono particolarmente importanti per favorire l'orientamento e la gerarchia spaziale. Per questa ragione è particolarmente appropriato l'utilizzo di tinte complementari, che bilanciano gli aspetti psicofisici di calma, concentrazione, vivacità e movimento. Ad esempio, l'effetto di pareti arancione o verdi può essere mitigato rispettivamente con porte blu o rosse a basso grado di saturazione. I colori estroversi, infatti, aiutano a proiettare le emozioni dei bambini verso l'esterno

CONCEPT

Illuminazione naturale

Orsini, Imola. Andrea Dal Fiume

La nuova scuola è stata esercitata in prossimità della scuola elementare esistente, realizzata a metà degli anni '80. L'orientamento dell'edificio alla radiazione solare determina l'organizzazione planimetrica nell'ambito del lotto e la distribuzione funzionale degli ambienti interni. La captazione della radiazione solare diviene pertanto il principale strumento linguistico per scandire e distribuire parti opache e parti vetrate nell'edificio e gestire l'integrazione tra l'organismo edilizio e le diverse tecnologie solari attive adottate. La nuova scuola risulta composta da un unico corpo di fabbrica articolato su quattro piani, di cui uno completamente interrato e tre fuori terra. Planimetricamente il fabbricato è generato dallo sfalsamento longitudinale di due "stecche" che a loro volta ruotano rispetto ad un asse baricentrico formando un angolo di $6,5^\circ$. Le stecche, che ospitano i diversi locali, sono unite mediante un'ampia zona di disimpegno sviluppata su tre piani e che contiene gli elementi di distribuzione verticale. Questa parte centrale è completamente vetrata in copertura, trovando continuità con le contrapposte facciate est ed ovest, anch'esse vetrate, dove sono risolti i due ingressi principali al fabbricato. Al piano terra la nuova scuola è collegata mediante un corridoio alla adiacente scuola primaria. Le aule per la didattica ordinaria si affacciano a sud e si caratterizza per la presenza di una vetrata strutturale realizzata con profili in alluminio ad alte prestazioni termiche con inserimento di vetrocamera basso-emissivi (trasmissione = $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$). La facciata nord è completamente diversa; al primo ed al secondo piano dove sono dislocati gli uffici e i laboratori, l'involucro risulta molto compatto e una ritmica scansione di finestre verticali si alterna con il rivestimento esterno risolto con pannelli in laminato plastico e in parte con doghe in zinco titanio preverniciato. La parete di tamponamento, realizzata con tecnologia "a secco" è forte-



© Andrea Boeri e Andrea Dal Fiume

mente isolante ($0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$); a partire da elementi in legno lamellare che ne garantiscono la resistenza meccanica, è composta verso l'esterno da pannelli in fibra di kenaf per uno spessore di 22 centimetri, mentre verso l'interno è presente una controparete in cartongesso per l'alloggiamento impiantistico. Al piano terra, invece, la mensa e la biblioteca confinano con l'esterno con un'ampia vetrata inclinata scandita verticalmente dagli elementi strutturali di sostegno ed orizzontalmente da una serie di scaffalature in legno. La copertura piana è destinata ad ospitare le unità di trattamento aria, i ventilatori di estrazione dei servizi igienici e i collettori solari ad acqua. Il progetto prevede anche il posizionamento di pannelli fotovoltaici. Un doppio solaio, il primo in c.a. e il secondo in legno lamellare, racchiude la coibentazione in fibra di legno per uno spessore di cm 24, rendendo possibile anche una piccola ventilazione naturale. Per quanto riguarda le finiture interne, l'attenzione principale è stata rivolta al raggiungimento di un elevato comfort acustico. Le strutture divisorie interne tra le aule devono garantire un isolamento acustico minimo di 40 dB. I collettori solari ad aria sono utilizzati per il preriscaldamento dell'aria primaria. I collettori solari ad acqua sono utilizzati per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria e per l'integrazione dell'impianto a pannelli radianti posti a pavimento; il raffrescamento avviene attraverso tecnologia ad assorbimento e dai pannelli solari termici (solar cooling) ed è presente un sistema geotermico indiretto realizzato mediante condotti interrati per il preriscaldamento dell'aria di ventilazione e per il raffrescamento naturale dell'edificio e un sistema di raffrescamento ventilativo strutturale (RVS). La suddivisione dei circuiti avviene in modo che il funzionamento degli impianti sia consona all'effettivo utilizzo degli ambienti. Il risultato finale è un edificio certificato in "classe A", secondo i parametri di Casa Clima con un consumo pari a 23 kW/m^2 anno.



CONCEPT

Controllo energetico

Nuova Scuola Materna, San Sebastiano da Po (TO).

M.P. Burdino – D. Rangone

Il progetto per la nuova scuola dell'infanzia a S. Sebastiano da Po, è il primo lotto di un progetto più complesso che comprende la scuola elementare, provvedendo così ad una riqualificazione qualitativa e quantitativa degli spazi oggi esistenti. Il progetto complessivo sviluppa tre edifici integrati fra loro, ma al contempo distinti, per forme e colore: la scuola dell'infanzia, la mensa e cucine, la scuola elementare. La scuola materna ha una superficie coperta di circa m^2 800, si articola su tre sezioni e si estende su un unico piano nel rispetto della normativa esistente. L'accesso avviene tramite il salone centrale, spazio baricentrico su cui affacciano le tre "isole" delle sezioni, composte da un'aula per le attività didattiche e dai relativi servizi. L'orientamento delle aule è rivolto a sud, per migliorare il confort termico e l'illuminazione naturale, le aule si aprono direttamente su un vasto spazio verde, per dare la possibilità ai bambini di fruire di un'area attrezzata per i giochi all'aperto. Il salone centrale, ha una duplice funzione; l'utilizzo per il gioco libero e punto di aggregazione per le tre sezioni, dall'altra è stato concepito per accogliere tutti i bambini in occasione di eventi speciali che si svolgono nel corso dell'anno scolastico. Uno studio particolare è rivolto al corretto orientamento dell'edificio (7 gradi sull'asse N-S) assicurando in ognuna delle tre sezioni un ampio affaccio completamente vetrato verso sud che consente di sfruttare il solare passivo in inverno e di illuminare correttamente gli ambienti nei mesi estivi, evitando all'edificio spiacevoli fenomeni di surriscaldamento mediante l'utilizzo di vetri basso-emissivi e di frangisole orientabili. Tutti gli ambienti interni godono quindi di un'ampia illuminazione naturale integrata con illuminazione artificiale comandata da rilevatori di presenza. Per la salubrità degli ambienti il progetto



prevede una ventilazione di regolamento bio-climatico completamente naturale, utile per espellere l'aria esausta e calda nei mesi estivi e per favorire il ricambio d'aria necessario. Tra le peculiarità progettuali si segnala una particolare attenzione rivolta all'involucro, costituito da materiali sostenibili ed altamente isolanti, in grado di garantire alte prestazioni termiche che implicano un ridotto consumo energetico annuale (36 kWh/m^2 anno), collocando la scuola nella classe energetica B di CasaClima, una situazione di eccellente comfort abitativo. Per raggiungere i suddetti valori che superano quelli imposti dal recente Decreto Legislativo 29 dicembre 2006 n. 311 pur garantendo un'ampia luminosità degli ambienti, sono state adottate le seguenti stratigrafie:

- Pareti esterne: sistema costruttivo in blocchi microporizzati portanti e cappotto esterno in fibra di legno: $U= 0,152 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. La finitura esterna, colorata e resistente, prevede l'impiego di pannelli costituiti da residui di lavorazione industriale del legno decorati con pigmenti organici senza uso di solventi;
- Solaio controterra: solaio in legnocemento ed isolamento in fibra di legno $U= 0,184 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- Copertura: struttura in legno lamellare, isolamento in legnocemento e pannelli in fibra di legno $U= 0,152 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- Superfici trasparenti: serramenti in telaio meccanico a taglio termico con vetrocamera basso emissivi: $U= 1,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (valore di trasmittanza medio tra serramento e vetro), trasmittanza del solo vetro $U= 1,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Riveste una fondamentale importanza nel progetto la realizzazione di un impianto di tipo solare termico per la produzione di acqua calda per usi igienico-sanitari composto da collettore solare a tubi sottovuoto di 42 m^2 abbinato ad un serbatoio solare a doppia alimentazione (2×1500 litri); la caldaia installata è ad alto rendimento a condensazione con una Potenza installata pari a 45 kW ; l'impianto di riscaldamento è a pavimento radiante con distribuzione a bassa temperatura. E' prevista inoltre la predisposizione per l'installazione dell'impianto fotovoltaico, qualora le condizioni del mercato e gli incentivi europei consentano all'amministrazione di effettuare una spesa in questa direzione. La gestione delle accensioni e degli spegnimenti della maggior parte dei corpi illuminanti è gestita da rilevatori di presenza e da sensori luminosi.



e a scaricare il nervosismo e la tensione. Per creare ambienti ampi e facilmente percorribili, le uscite, i corridoi e i passaggi possono avere pareti che si fronteggiano con cromie differenziate e complementari. Nell'ambiente esterno è importante anche considerare le proprietà fisiche legate al colore: le tonalità scure esposte a sud possono creare un aumento termico considerevole rispetto a quelle chiare. I colori scuri, infatti, assorbono e ri-emettono una grande quantità di radiazione solare (visibile ed energetica), provocando un aumento della temperatura superficiale dei corpi e il surriscaldamento delle zone d'aria più prossime. Al contrario, le tonalità chiare riflettono grandi quantità di radiazione solare, evitando guadagni solari incontrollati.

Ergonomia e flessibilità

I percorsi fruitivi all'interno della scuola devono essere studiati per garantire la massima flessibilità e adattabilità alla modifica delle esigenze didattiche e formative. Per questa ragione sono da preferire forme fluide, caratterizzate da spazi connettivi ampi che possono ospitare le attività laboratoriali, gli spazi per il gioco e il divertimento. L'ergonomia spaziale richiede la presenza di locali con forme regolari, prive di spigoli o di spazi difficilmente utilizzabili. Analogamente, è utile anche prevedere una gerarchia degli spazi e dei percorsi, differenziando le diverse destinazioni d'uso e le sovrapposizioni tra le attività degli insegnanti, dei ragazzi e del personale tecnico e ausiliario.

Arredi

Gli arredi da utilizzare nelle scuole dovrebbero rispondere ad esigenze di sicurezza, resistenza all'usura, salubrità, mobilità, trasportabilità, uso ergonomico e accessibilità degli utenti. In particolare, requisiti fondamentali per i tavoli riguardano le dimensioni appropriate per i diversi ordini scolastici, la continuità, l'impilabilità, la componibilità e l'integrabilità con altri sistemi di arredo. I tavoli devono creare i minori impedimenti anatomici e fisiologici agli alunni durante le attività didattiche e di gioco. Per questa ragione, le superfici devono essere piane, continue, prive di spigoli e orizzontali (o con un'inclinazione inferiore a 8°). Le sedie devono garantire la migliore distribuzione della pressione e devono uniformare le differenze antropometriche individuali. Anche in questo caso, l'altezza della seduta deve essere appropriata per evitare movimenti o posizioni scorrette della schiena.

ASILO NIDO APETAU

Località

L'Aquila

Progettista

Studio Atelier 2

Brianza Plastica ha fornito

Sistema costruttivo

Il prodotto

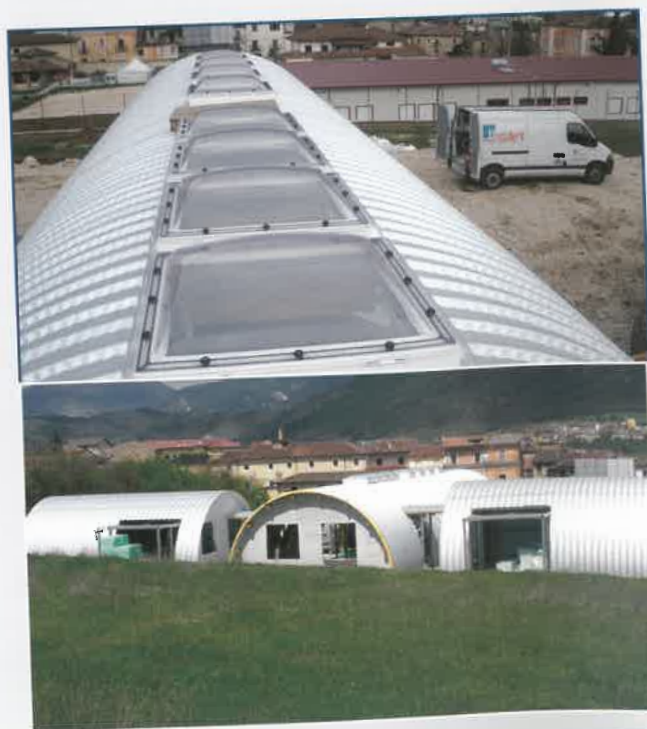
Armadillo

Caratteristiche generali

Brianza Plastica ha fornito il sistema costruttivo Armadillo per il progetto Ape Tau, una struttura a secco iperisolata, destinata a diventare il nuovo asilo nido di Coppito, L'Aquila. L'edificio garantisce alta resistenza ai sismi, al fuoco, al vento e un perfetto isolamento termico e acustico su una superficie di circa 250 m², composta da tre ali che poggiano su una piastra in cemento armato termoisolata e ventilata.

Caratteristiche prestazionali

Armadillo è un sistema modulare a guscio che consente un'ampia gamma di combinazioni e soluzioni: un'unità abitativa modulare disegnata dalla linea pura dell'arco. L'involucro esterno è costituito da timpani di testa realizzati con serramenti in alluminio preverniciato unitamente a pannelli sandwich in acciaio e poliuretano spesso 80 mm e dalla copertura composta da pannelli curvi sandwich Elycop. Elycop è un pannello di copertura termoisolante e portante, precurvato, con raggio fisso di m 3,3 che consente la realizzazione di settori di copertura opaca, alternati a lucernari a doppio strato su strutture piane in C.A.P., senza apportare modifiche strutturali.



e a scaricare il nervosismo e la tensione. Per creare ambienti ampi e facilmente percorribili, le uscite, i corridoi e i passaggi possono avere pareti che si fronteggiano con cromie differenziate e complementari. Nell'ambiente esterno è importante anche considerare le proprietà fisiche legate al colore: le tonalità scure esposte a sud possono creare un aumento termico considerevole rispetto a quelle chiare. I colori scuri, infatti, assorbono e ri-emettono una grande quantità di radiazione solare (visibile ed energetica), provocando un aumento della temperatura superficiale dei corpi e il surriscaldamento delle zone d'aria più prossime. Al contrario, le tonalità chiare riflettono grandi quantità di radiazione solare, evitando guadagni solari incontrollati.

Ergonomia e flessibilità

I percorsi fruitivi all'interno della scuola devono essere studiati per garantire la massima flessibilità e adattabilità alla modifica delle esigenze didattiche e formative. Per questa ragione sono da preferire forme fluide, caratterizzate da spazi connettivi ampi che possono ospitare le attività laboratoriali, gli spazi per il gioco e il divertimento. L'ergonomia spaziale richiede la presenza di locali con forme regolari, prive di spigoli o di spazi difficilmente utilizzabili. Analogamente, è utile anche prevedere una gerarchia degli spazi e dei percorsi, differenziando le diverse destinazioni d'uso e le sovrapposizioni tra le attività degli insegnanti, dei ragazzi e del personale tecnico e ausiliario.

Arredi

Gli arredi da utilizzare nelle scuole dovrebbero rispondere ad esigenze di sicurezza, resistenza all'usura, salubrità, mobilità, trasportabilità, uso ergonomico e accessibilità degli utenti. In particolare, requisiti fondamentali per i tavoli riguardano le dimensioni appropriate per i diversi ordini scolastici, la continuità, l'impilabilità, la componibilità e l'integrabilità con altri sistemi di arredo. I tavoli devono creare i minori impedimenti anatomici e fisiologici agli alunni durante le attività didattiche e di gioco. Per questa ragione, le superfici devono essere piane, continue, prive di spigoli e orizzontali (o con un'inclinazione inferiore a 8°). Le sedie devono garantire la migliore distribuzione della pressione e devono uniformare le differenze antropometriche individuali. Anche in questo caso, l'altezza della seduta deve essere appropriata per evitare movimenti o posizioni scorrette della schiena.

ASILO NIDO APETAU

Località

L'Aquila

Progettista

Studio Atelier 2

Brianza Plastica ha fornito

Sistema costruttivo

Il prodotto

Armadillo

Caratteristiche generali

Brianza Plastica ha fornito il sistema costruttivo Armadillo per il progetto Ape Tau, una struttura a secco iperisolata, destinata a diventare il nuovo asilo nido di Coppito, L'Aquila. L'edificio garantisce alta resistenza ai sismi, al fuoco, al vento e un perfetto isolamento termico e acustico su una superficie di circa 250 m², composta da tre ali che poggiano su una piastra in cemento armato termoisolata e ventilata.

Caratteristiche prestazionali

Armadillo è un sistema modulare a guscio che consente un'ampia gamma di combinazioni e soluzioni: un'unità abitativa modulare disegnata dalla linea pura dell'arco. L'involucro esterno è costituito da timpani di testa realizzati con serramenti in alluminio preverniciato unitamente a pannelli sandwich in acciaio e poliuretano spesso 80 mm e dalla copertura composta da pannelli curvi sandwich Elycop. Elycop è un pannello di copertura termoisolante e portante, precurvato, con raggio fisso di m 3,3 che consente la realizzazione di settori di copertura opaca, alternati a lucernari a doppio strato su strutture piane in C.A.P., senza apportare modifiche strutturali.

