

Studiare in una scuola di 'classe'. L'efficienza energetica per salvare il settore dell'edilizia scolastica

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Paola Gallo, Rosa Romano,

Dipartimento di Architettura DIDA, Università degli Studi di Firenze, Italia

paola.gallo@unifi.it

rosa.romano@unifi.it

Abstract. L'articolo affronta il tema dell'emergenza della gestione del patrimonio edilizio scolastico, analizzandone le problematiche e le risorse di carattere normativo ed economico necessarie ad avviare un risanamento efficace degli edifici destinati alla pubblica istruzione in Italia. In particolare viene indagato l'ampio settore legato alle ricerche europee che hanno finanziato interventi di recupero e/o nuova costruzione, di edifici scolastici energeticamente efficienti, presentando i risultati della ricerca *Teenergy School*, che ha impegnato l'Università di Firenze al fianco dell'amministrazione pubblica di una Provincia Toscana, nell'attività di *benchmarking* e sviluppo di progetti pilota. L'obiettivo è quello di dimostrare l'efficacia di determinati strumenti, anche finanziari, per promuovere l'innovazione tecnologica in questo segmento del settore delle costruzioni, trasformando edifici obsoleti in esempi virtuosi di NZeb, come indicato dalle recenti normative Europee.

Parole chiave: Efficienza energetica, Edilizia Scolastica, NZEB, Strumenti di controllo e pianificazione, *Governance*

Premessa

Le possibilità di ripresa del settore delle costruzioni e di conseguenza dell'economia del nostro paese, passano attraverso l'importanza di considerare non più rinviabili le necessità d'intervento per rivalutare quanto prima la straordinaria capacità propulsiva a produrre ricchezza del settore delle costruzioni e per mettere in sicurezza le emergenze che contemplan sia il territorio che gli edifici.

Seppur in lieve miglioramento, in questo quadro rimangono costanti alcuni indicatori che evidenziano una situazione di emergenza soprattutto per l'edilizia scolastica: siamo passati dal 37,6% del 2013 al 32,5% del 2014¹. Questo dato indica che in media una scuola su quattro ha necessità di interventi urgenti ed in particolare nelle regioni del sud, dove tale percentuale sale al 43%, sono quasi la metà degli edifici ad aspettare interventi immediati.

Studying in a 'classy' school. Energy efficiency to save schools construction industry

Abstract. The paper aims to investigate the emergency of estate management the scholastic buildings. It examines the economic and legal resources problems, necessary to start an effective redevelopment of the public school buildings in Italy. In detail, the paper analyses the European researches field, which funded renovation and the new construction actions of energy efficient school buildings, and presents same results of research *Teenergy School*.

The *Teenergy* research, has involved the University of Florence and a Tuscany Public Administration in a benchmarking activities and in a pilot projects development.

The paper aims to demonstrate the effectiveness of instruments and financial resources in promoting technological innovation, in this specific construction industry, as a vehicle to transform obsolete

La messa in sicurezza strutturale rimane l'emergenza, accanto però alla sicurezza e salubrità degli ambienti che vede l'assenza di certificazioni importanti, come l'agibilità di cui sono prive circa il 40% delle scuole e la prevenzione incendi che manca in più del 60% dei casi. Per non parlare dell'efficienza energetica che registra nel settore dell'edilizia scolastica un enorme scopenso normativo: più del 15% degli edifici è stato costruito prima del 1945, altrettanti tra il '45 ed il '60, il 44% risale all'epoca tra il 1961 ed il 1980 e solo un quarto è stato costruito dopo il 1980; edifici quindi che necessitano di interventi di riqualificazione ai fini del contenimento energetico non più rinviabili, per essere adeguati innanzitutto alle nuove direttive europee in materia di energia, e nel contempo consentire una riduzione delle importazioni di energia o di materiali combustibili che pesano tremendamente sulla bilancia dell'economia nazionale.

Una riqualificazione energetico-ambientale è necessaria, quindi, per rispettare quegli equilibri auspicati di qualità e sostenibilità in un settore, quale quello dell'istruzione, capaci di dare valore in modo concreto a sviluppi di qualificazione degli operatori, basati su processi di innovazione tecnologica, con soluzioni in grado di assicurare efficienza energetica delle costruzioni in un quadro di sostenibilità.

Ad ogni modo sembra che negli ultimi anni gli investimenti sull'edilizia scolastica siano ripartiti con una certa sistematicità: con il decreto 'legge del fare' e con la legge istruzione², sono stati messi in campo, più di 1 miliardo e 94 milioni di euro, di cui 40 sono finalizzati alla sottoscrizione di mutui trentennali erogati da parte delle regioni in deroga al patto di stabilità; elemento altamente positivo se consideriamo i limiti che questo ha posto

schools buildings in NZeb, as indicated from the latest European legislation on energy performance of the buildings.

Keywords: Energy Efficiency, School Building, NZEB, Management and Planning Instruments, Governance

Introduction

Nowadays specific actions in the construction industry cannot be delayed, in order to pursue a new growth of the construction industry and consequentially of the economy of our country. Indeed, it is necessary to recognize the extraordinary capacity and power of the building industry in producing richness, and the need to secure the emergencies of our territory and our buildings.

In this context, although in slightly improving, are constantly registered those indicators marking an emergency situation, especially in the school

buildings industry: from 37,6% in 2013 to 32,5% in 2014¹.

This data indicates that one school, every four, needs renovation actions with immediate effect. This percentage grows to 43% in the southern regions, where almost half of the buildings are waiting for immediate action.

The main urgencies are structural safety, and a safe and healthy ambience, as well as school buildings are lacking of important certifications: 40% of schools does not have conformity to standards certificate, and 60% of schools does not have fire prevention certificate.

Furthermore, energy efficiency is another problem for the school buildings because many schools have been built before the first Italian legislation on energy efficiency for the buildings. In particular: more than the 15% of buildings have been built before 1945, just

in questi ultimi anni agli investimenti per la messa in sicurezza delle scuole. Un piano questo sull'edilizia scolastica che ha messo in marcia, dalla metà dello scorso anno, risorse per cantieri che pur avanzando a singhiozzo, sono andati a sbloccare situazioni di interventi a volte mai iniziati e mai finiti (prevalentemente nel campo della messa in sicurezza) o sono andati a svincolare i Comuni dal patto di stabilità per liberare risorse già in loro possesso per realizzare le nuove scuole o ristrutturare le esistenti.

Se dal punto di vista finanziario sembra avviarsi una nuova procedura che favorisce investimenti più solidi che nel passato, è anche vero che per gli aspetti legati alla programmazione degli interventi ed al monitoraggio dello stato complessivo del nostro patrimonio edilizio scolastico siamo rimasti ad un punto morto. La legge Masini, che già nel 1996 doveva portare alla pubblicazione dell'Anagrafe dell'edilizia scolastica, strutturata quale strumento di rilevamento e monitoraggio dello stato delle nostre scuole, e che doveva fornire nel contempo le linee guida per impostare una programmazione interistituzionale costante nel tempo, rimane tuttora disattesa³. Il nostro sistema scolastico, manca quindi di una cabina di regia nazionale per indirizzare i finanziamenti su obiettivi di miglioramento qualitativo ben precisi.

Uno stanziamento di risorse verso processi di qualità significherebbe, infatti, condividere a livello sociale, indicatori ed orientamenti, che porterebbero ad una nuova cultura dell'edilizia scolastica.

L'efficienza energetica per salvare le nostre scuole

devono essere quindi uno degli obiettivi prioritari per salvare

La messa in sicurezza e la riqualificazione energetica degli edifici destinati all'istruzione

devono essere quindi uno degli obiettivi prioritari per salvare

as many have been built between 1945 and 1960, the 44% between 1961 and 1980 and only a quarter of the heritage has been erected after 1980. These buildings necessitate of urgent retrofit actions toward energy efficiency, in order to respond to the latest European legislation in the matter of energy, and in order to reduce economically unsustainable energy and fossil materials importation.

Recovery, in terms of energy and space, its necessary in order to respond to the requirements of quality and sustainability in the education sector, aiming to increase the innovation technology in the area of energy efficiency and bioclimatic architecture.

In any case, in the last few years, it seems that financial investments in the school buildings industry were systematically restarting, the 'Legge del fare' and the 'Legge Istruzione'², in-

vested 1 billion and 94 millions euro, of which 40 are directed to thirty years long loans subscription, derogating the stability agreement. These facts are extremely positive, especially considering the previous cuts to those investments to the school buildings security. This program, starting from last year, has already moved resources for construction and renovation operations. Indeed it has solved those examples of never-started or not-yet-completed interventions (especially in building safety), and it has released from the stability agreement the Municipalities, now capable to take advantage of already owned resources, and to invest them in new construction and renovation operations.

Therefore, if, from a financial point of view, a new procedure facilitating solid investments seems to be taking place, on the other hand, issues like interven-

il settore dell'edilizia scolastica; un'occasione dalla quale partire per creare un altro sviluppo, per contribuire alla rigenerazione urbana, ma soprattutto per far uscire l'edilizia scolastica italiana dall'attuale stato di emergenza in cui si trova. Lo chiede la stessa direttiva europea 2012/27 UE sull'efficienza energetica, auspicando una riqualificazione annua del 3% degli edifici pubblici: un'opportunità da non perdere per il nostro patrimonio edilizio scolastico.

In questa direzione, infatti, abbiamo visto l'effetto positivo ottenuto dai bandi orientati all'erogazione di fondi per dotare le scuole d'impianti per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili: una operazione che ha portato a raddoppiare il numero delle scuole che producono energia pulita⁴ (a partire dal 2009 al 2013 sono passate dal 6.3% al 13.5%, che rappresenta il 36% nella media nazionale).

Questo trend positivo, seppur in calo⁵, che si registra rispetto alle pratiche di eco compatibilità nell'edilizia scolastica, riguarda quindi il risparmio e l'efficienza energetica, il che dimostra la capacità delle amministrazioni di saper cogliere le opportunità degli incentivi e delle nuove tecnologie oggi a disposizione per migliorare la qualità delle scuole, attivando il virtuosismo del conto energia e del risparmio nella bolletta, per reinvestire le risorse generate nella manutenzione degli edifici e nella qualità dei servizi erogati.

Purtroppo però gli effetti di tali stanziamenti sul mercato delle opere pubbliche sono stati finora di gran lunga inferiori al loro potenziale, in considerazione dei bassi livelli di spesa registrati dai fondi per la politica di coesione⁶: complessivamente, circa 49 miliardi di euro di fondi stanziati per il 2007-2013 (in gran parte destinati ad infrastrutture) risultano infatti ancora da spendere.

tions scheduling and existing building heritage monitoring, are not improving.

The Masini Law objective hasn't been fulfilled. Indeed, it was expected to achieve the publication of the 'Anagrafe Edilizia Scolastica', which was conceived as a monitoring and survey tool of the building stock, aiming also to define guidelines for a constant and shared institutional actions scheduling³. Afterwards our education system is lacking of a national oversight that would guide financial resources toward clear buildings' quality improvement goals.

A precise resources directing toward quality means indeed sharing, at social level, those indicators and leanings, which would bring a new approach in school building industry.

The energy efficiency will save our schools
School buildings safety and energy requalification need to be primary goals in order to save this building sector. Furthermore, those create an occasion to bring development, to contribute to urban regeneration, and to save the Italian school buildings industry from the present situation of emergency.

The 2012/27 European Directive on energy efficiency it is definitely an opportunity to catch for our school buildings, as demanding an annual requalification of the 3% of the public buildings heritage.

The recent announcements, financing the integration of technologies to produce renewable energy in the envelope of the school buildings, were going in the same direction and sorted positive effects: the number of schools producing clean energy has doubled⁴ (from 6,3 % in 2009 to 13,5 % in 2013, which

A queste risorse, si dovrebbero poi aggiungere i 117 miliardi di euro previsti per la nuova programmazione 2014-2020, che rappresenta una straordinaria occasione per rilanciare le politiche urbane nel nostro Paese, anche se al momento manca ancora una strategia di intervento che prevede misure specifiche per l'edilizia scolastica all'interno della programmazione dei fondi strutturali orientati proprio all'efficienza energetica che porterebbe con sé anche gli interventi della messa in sicurezza degli edifici⁷ altrettanto urgenti per risanare 'l'emergenza scuola'.

Il ruolo dei finanziamenti europei

Alla luce dei dati sopra descritti, emerge come le amministrazioni pubbliche italiane (Comuni e Provincie) chiamate a gestire il patrimonio edilizio scolastico, si trovano a dover attingere sempre più spesso a risorse finanziarie provenienti direttamente dai fondi comunitari europei, per avviare attività di riqualificazione e/o nuova costruzione. Nell'ultimo decennio, un aiuto fondamentale è stato infatti offerto dai programmi di Ricerca Europea dedicati all'intera zona EU (7° Programma Quadro e l'attuale Horizon 2020) o per fasce geografiche circoscritte (come i programmi di cooperazione). La partecipazione a questi bandi ha concesso, infatti, di sperimentare nuovi strumenti di programmazione, nuove soluzioni funzionali e nuove tecnologie costruttive, con l'obiettivo di ottenere edifici scolastici sicuri ed energeticamente efficienti. Tra i progetti Europei con partecipazione di soggetti pubblici e/o privati italiani, sono molti quelli che hanno riguardato l'analisi dello stato energetico degli edifici con l'obiettivo di costruire un benchmarking sulla base del quale individuare strategie di riqualificazione adeguate (*Renew School⁸, Teenergy School⁹, School*

of the Future¹⁰, School Vent Cool¹¹, Zemed¹², ecc.); altri sono stati sviluppati con l'obiettivo di strutturare strumenti di valutazione capaci di programmare, su base temporale, gli interventi di riqualificazione a cui sottoporre le scuole, partendo da un'attenta analisi costi-benefici, legata alla possibilità di ammortare il costo degli interventi di riqualificazione attraverso il risparmio energetico raggiungibile su base temporale (è questo il caso dei progetti *Energy Concept Adviser for Educational Buildings¹³*, a cui ha partecipato ENEA, e *VERYSchool¹⁴* nel quale sono stati coinvolti la Municipalità di Genova, AESS, SCE Group/DOKI e D'Appolonia).

La valutazione del rendimento energetico e la certificazione energetica degli edifici pubblici sono, infatti, necessari in tutti gli Stati Europei come risposta alle indicazioni della Direttiva Europea 2010/31 che impone parametri più restrittivi per gli edifici gestiti dagli apparati Statali, che devono diventare esemplari per la dimostrazione degli interventi di ristrutturazione o di nuova costruzione energeticamente consapevole. Con la nuova Direttiva EU 2012/27 gli obiettivi sono diventati ancora più ambiziosi, puntando alla realizzazione, a partire dal 1° gennaio 2014, di interventi di ristrutturazione, su base annuale, che garantiscano di adeguare almeno il 3% della superficie coperta utile totale degli edifici riscaldati e/o raffreddati di proprietà del governo centrale e da esso occupati, ai requisiti minimi di prestazione energetica stabiliti dalla normativa.

La progettazione dei nuovi edifici scolastici e/o degli interventi di ristrutturazione degli edifici esistenti, diventerà quindi un laboratorio di sperimentazione nell'ambito del quale sarà possibile dimostrare i benefici dell'efficienza energetica e dell'integrazione di tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

is the 36% of the national average). This positive trend, in the subjects of sustainability and eco-compatibility, although decreasing⁷, concerns therefore energy saving and energy efficiency. This data demonstrate that public administrations are capable to catch the opportunities given both by subsidies and by latest technologies, in order to improve the quality of our schools, also through the virtuous circle of 'conto energia' and savings in bills, as strategies to reinvest savings in buildings renovation and service quality improvement. In the last few years the European structural funds and the Development and Cohesion Fund, acquired more importance in our country infrastructural programming: rapidly employing these funds may become determinant for the national infrastructure policies achievement and consequentially for

the school buildings stock recovery. Unfortunately the over mentioned funds sorted a lower effect than expected, on the public construction industry, considering the law expense levels registered on the funds for the cohesion policy⁶: about 49 billions euros allocated for 2007-2013 (the most part designated to infrastructures) haven't been spent yet. To those financing resources, we can add 177 billions euros considered for the latest 2014-2020 program that represents an extraordinary occasion to improve the urban policies of our countries. Even though the program is lacking of specific programming actions, concerning energy efficiency on school buildings, that can consequentially bring equally urgent buildings securing interventions⁷.

European funds role

That being it is clear as the Italian public administrations (Municipalities and Provinces) must to draw resources from European funds, in order to promote buildings' renovation or new schools construction. In the last decade, the European Research Program for the EU zone (the Seventh Framework Programme and the on-going Horizon 2020) or for specific zones (Cooperation Programmes) played an important role. The resources employed by these Programmes has given the opportunity to experiment new scheduling tool, new functional solutions and new construction technologies, all oriented to increase the safe and energy efficiency in the school buildings. A notable number of Italian projects that applied to the above mentioned calls, involving public or private sub-

jects, analysing the energy condition of school buildings, aiming to define a benchmarking on which basing specific renovation strategies (*Renew School⁸, Teenergy School⁹, School of the Future¹⁰, School Vent Cool¹¹, Zemed¹², etc.*). Further projects was aimed to define evaluation tools in order to schedule, in time, renovations actions on school buildings, starting from a cost-benefits analysis (*Energy Concept Adviser for Educational Buildings¹³*, that involved ENEA, and *VERYSchool¹⁴* that involved Genova Municipality, AESS, SCE Group/DOKI and D'Appolonia). Assessing energy performances and the energy certification of public buildings are necessary actions in every European Country in order to respond to the 2010/31 European Directive. Indeed, it imposes restrictive parameters for the public building, which might be consid-

Il progetto Teenergy School, un esempio di pianificazione energeticamente efficiente in Italia

La ricerca *Teenergy School*¹⁵ coordinata dalla Provincia di Lucca e dal Centro di Ricerca Interuniversitario ABITA dell'università di Firenze.

Teenergy Schools, è una ricerca co-finanziata dal programma europeo Med¹⁶, che ha coinvolto otto partner¹⁷ provenienti da quattro Nazioni strategiche dell'area Mediterranea (Italia, Spagna, Grecia e Cipro), finalizzata alla messa a punto di metodologie comuni di rilievo ed analisi energetica, per determinare riferimenti validi a supporto degli interventi sul patrimonio edilizio scolastico esistente. Il progetto in seguito è stato indirizzato verso la valutazione delle possibili soluzioni tecnologiche da adottare per la costruzione di nuovi edifici scolastici ad energia zero o attuare, in chiave energeticamente efficiente, in interventi di riqualificazione.

L'attività scientifica condotta nell'ambito della ricerca *Teenergy Schools* ha permesso di creare una piattaforma ICT comune tra i partner del progetto, destinata a raccogliere i dati relativi al monitoraggio energetico dei casi studio analizzati, e condividere le riflessioni sulle strategie progettuali individuate, che sono state poi riassunte in Cinque brochure tematiche¹⁸ ed in una raccolta di Linee Guida Progettuali¹⁹ (Fig. 1).

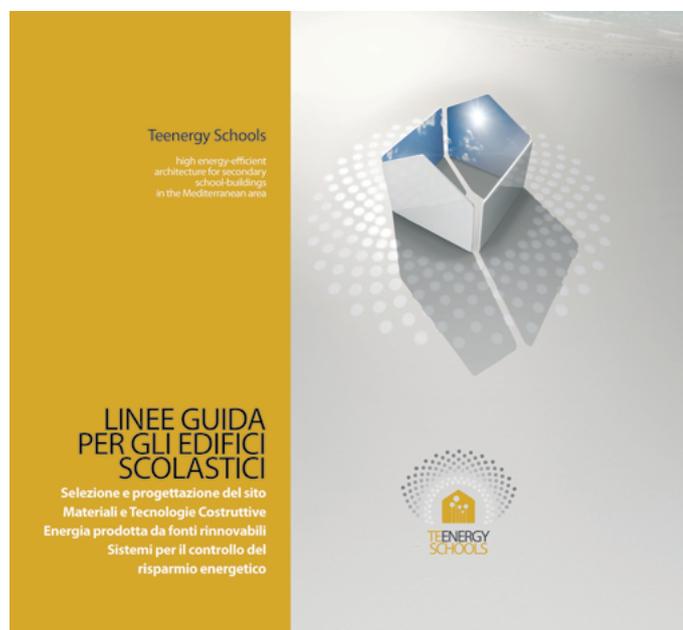
Tra le ricerche europee condotte in Italia negli ultimi anni sui temi legati all'efficienza energetica dell'edilizia scolastica, risulta degna di nota la

In dettaglio, nell'ambito della ricerca è stato sviluppato un metodo semplificato di valutazione in merito ai consumi relativi a: riscaldamento, energia elettrica ed emissioni di CO₂. I risultati dell'analisi condotta hanno quindi permesso di confrontare le prestazioni di 71 edifici scolastici collocati nelle quattro nazioni interessate dalla ricerca e nelle diverse condizioni climatiche di riferimento per l'area Mediterranea: clima caldo delle zone costiere; clima freddo delle aree geografiche collocate in montagna e clima temperato per gli edifici realizzati in pianura.

Le fasi operative del progetto sono state nel dettaglio caratterizzate dalle seguenti azioni strategiche:

- attività di *Energy Audits* e valutazione dei *benchmarks* per paragonare le *performance* energetiche dei diversi edifici scolastici esistenti presi in esame e definire un *MED Action Plan* da utilizzare anche per le nuove costruzioni;
- elaborazione di dodici progetti pilota, scaturiti dai lavori di 3 *workshop* tematici (Limassol Novembre 2009, *Bioclimatic Architecture*; Trapani Febbraio 2011, *Indoor Comfort*; Granada Maggio 2011, *Passive Cooling*) e un *workshop* internazionale, per sperimentare e promuovere nuove soluzioni progettuali per il raffrescamento passivo, l'illuminazione e la ventilazione naturale, l'uso di energie rinnovabili e di soluzioni di involucro massivo;
- creazione di un *network* transnazionale tra i partner (Amministrazioni Pubbliche, Università ed Amministrazioni scolastiche), con il coinvolgimento degli attori principali, gli studenti, nelle fasi di monitoraggio e progettazione dei nuovi edifici scolastici;

01 |



02
02.01

Materiali e Tecnologie Costruttive Tamponamenti in laterizio



Fig. 09 - International School, Torino

Descrizione della strategia

La maggior parte degli edifici scolastici realizzati a partire dagli anni settanta (periodo di emanazione del D.M. 18-12-1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica"), è caratterizzata da struttura in cemento armato e tamponamenti in laterizio a vista o (più frequentemente) intonacato.

Il laterizio è ancora uno dei materiali più utilizzati in Italia, sottoposto a continua ricerca soprattutto nella sperimentazione di involucri performanti per gli edifici pubblici (come le scuole), sia per le caratteristiche tecniche intrinseche, che per il senso di identità e di appartenenza che una costruzione in laterizio riesce a dare in un determinato contesto urbano. La peculiarità del materiale consiste nella mediazione tra leggerezza e massa, che lo rende adatto soprattutto nei climi mediterranei. Una muratura in laterizio garantisce la salubrità degli ambienti, la traspirabilità delle superfici, buoni valori di isolamento termico ed acustico. Altre caratteristiche della tecnologia del laterizio sono: la durabilità, la flessibilità (semplicità di posa, semplicità di gestione e di manutenzione, facilità di integrazione degli impianti e degli arredi, ecc.) e non ultimo l'affidabilità strutturale. Tali peculiarità possono essere esaltate integrando alle pareti in laterizio, intonaci più o meno pesanti, strati di isolamento aggiuntivi, giunti elastici di desolidarizzazione, ecc. Uno degli aspetti più importanti nella progettazione di strutture verticali opache per edifici scolastici in clima mediterraneo, è il comportamento in regime estivo, ovvero la capacità che hanno i componenti d'involucro opaco di attenuare i fenomeni dell'irraggiamento estivo. Grazie alle nuove sperimentazioni nel settore, alcuni prodotti in laterizio, come "Alveolator", possono raggiungere elevati livelli di performance sia in regime invernale che estivo, in virtù delle caratteristiche di isolamento termico, e dell'elevata inerzia termica.

Obiettivo - Area Mediterranea

Utilizzare il laterizio nella progettazione degli edifici scolastici, significa preservare la tradizione costruttiva italiana, nel rispetto delle normative vigenti in tema di ripristino energetico e benessere abitativo, comportamento sismico ed acustico.

I tamponamenti in laterizio devono garantire:

- isolamento acustico;
- isolamento termico ed inerzia termica;
- buon comportamento statico;
- facilità di messa in opera
- sicurezza in cantiere.

Normativa di riferimento

REQUISITI TERMOFISICI

- UNI EN 1745 - Valori relativi alle grandezze termofisiche dei blocchi in laterizio

- UNI EN 1745 - Murature e prodotti per muratura - Metodi per determinare i valori termici di progetto.

Nella scelta del tipo di blocco in laterizio si deve far riferimento alla certificazione termica dello specifico blocco, da cui è possibile reperire il valore della conducibilità equivalente dello stesso ($\lambda_{eq} = w/mK$).

- UNI EN 771-1 "Specifiche per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio" (2)*

Pay back period

Medio

Stima del risparmio conseguibile
30 %

Grado di miglioramento della qualità ambientale

1 2 3 4 5

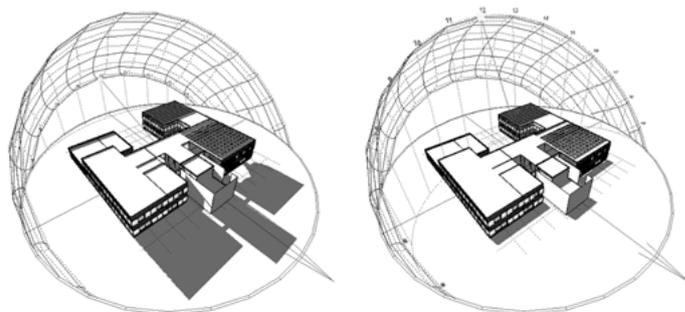
– Sinergia con operatori privati, installatori e aziende leader del settore edilizio, al fine di promuovere l'innovazione tecnologica e favorire lo sviluppo di nuovi settori di produzione industriale. Il centro Interuniversitario ABITA e la Provincia di Lucca, nell'ambito di questo progetto, si sono impegnati nella realizzazione di progetti per la costruzione di nuovi edifici scolastici (Liceo Scientifico Majorana a Capannori, Liceo scientifico Barsanti a Viareggio e Istituto Tecnico Professionale a Castel Nuovo Garfagnana), e nella ristrutturazione energetica di alcuni degli edifici esistenti (Liceo Scientifico Vallisneri e Istituto Tecnico Commerciale Carrara a Lucca).

La sinergia tra la ricerca scientifica condotta in ambito universitario e gli sforzi messi in campo dalla pubblica amministrazione, ha dato luogo ad una ampia fase di sperimentazione di nuove soluzioni tecnologiche e impiantistiche, che hanno così permesso alla pubblica amministrazione, di sviluppare progetti di nuova costruzione e riqualificazione, energeticamente appropriati alle necessità delle scuole situate in aree geografiche caratterizzate da clima Mediterraneo. Interventi fortemente indirizzati ad evitare l'importazione di soluzioni e tecnologie provenienti dal nord Europa, poco adatte a risolvere le problematiche di una zona geografica con caratteristiche termo igrometriche ben definite e nella quale, più che proporre soluzioni di iperisolamento termico, è necessario riflettere sulla necessità di sperimentare strategie per incrementare l'inerzia termica dell'involucro e favorire la ventilazione e l'illuminazione naturale degli spazi confinati, con l'obiettivo di ridurre i consumi energetici legati ai fenomeni di surriscaldamento nei periodi autunnali ed estivi.

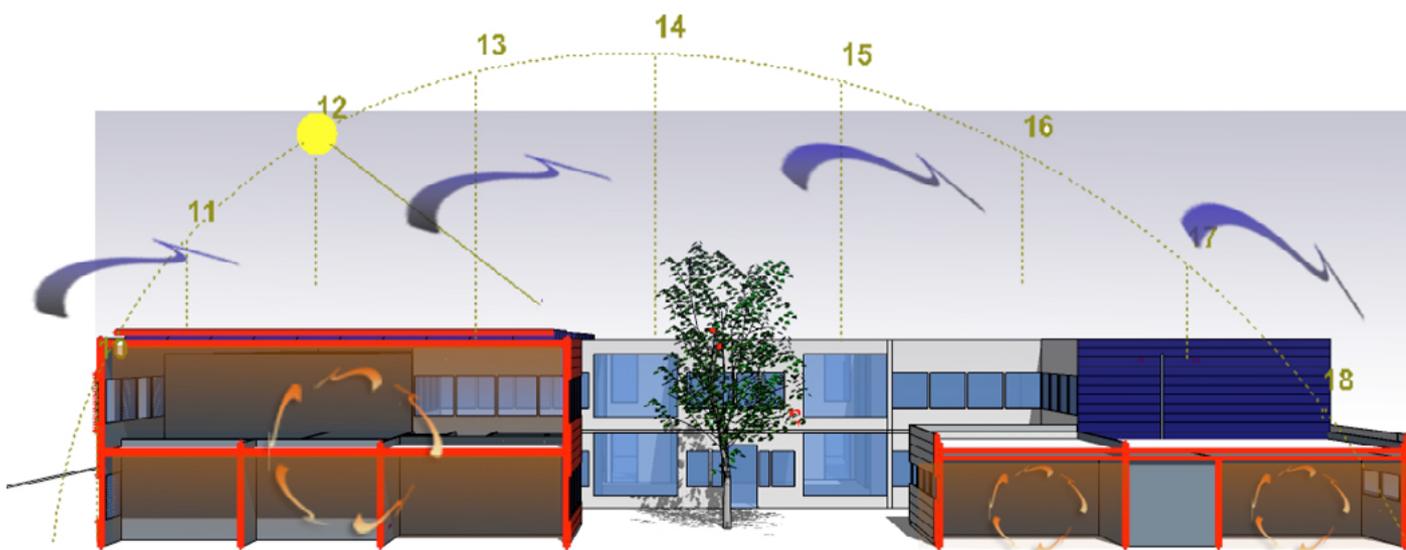
La metodologia secondo la quale sono stati pianificati e realizzati gli interventi è frutto di un'analisi comparativa messa a punto

durante le prime fasi della ricerca *Teenergy*, che ha permesso di definire una serie di parametri di riferimento energetico adatti agli edifici scolastici collocati nell'area del bacino mediterraneo, rispetto ai quali poter individuare strategie mirate di intervento tese al raggiungimento di classi di efficienza energetica specifiche. È con questi presupposti che sono state infatti progettate le riqualificazioni energetico/strutturali del Liceo Scientifico Vallisneri e dell'Istituto Tecnico Commerciale Carrara e l'intervento di ampliamento del Liceo Scientifico Majorana a Capannori. In tutti e tre gli progetti sono state, infatti, adottate soluzioni tecnologiche di involucro e d'impianto che favorissero la riduzione dei consumi energetici per il riscaldamento e migliorassero il comfort indoor (invernale e soprattutto nei mesi di occupazione con temperature più elevate), privilegiando scelte mirate all'incremento dell'illuminazione e della ventilazione naturale all'interno delle aule; soluzioni che hanno condotto, nella maggior parte dei casi, alla totale sostituzione delle facciate.

La riqualificazione del Liceo Scientifico Vallisneri (2012-2014) (Fig. 2 e Fig. 3) ha riguardato la progettazione di un sistema d'involucro ad alta valenza tecnologica, con elevate prestazioni



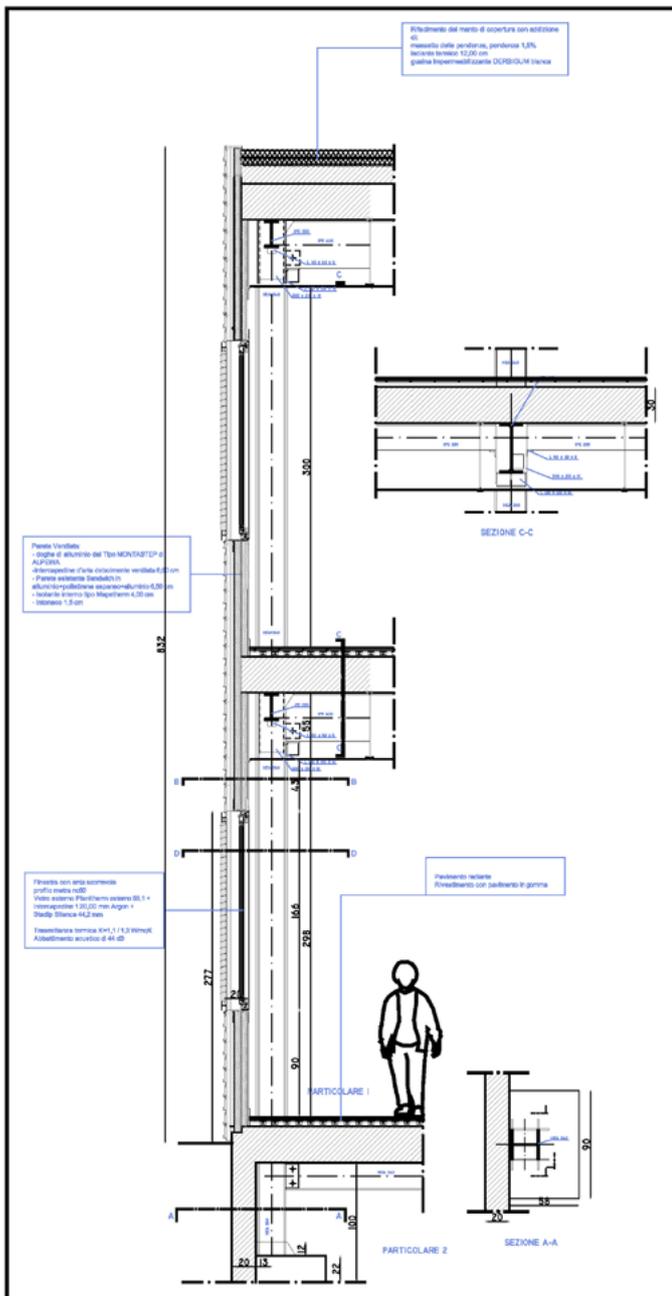
02 |



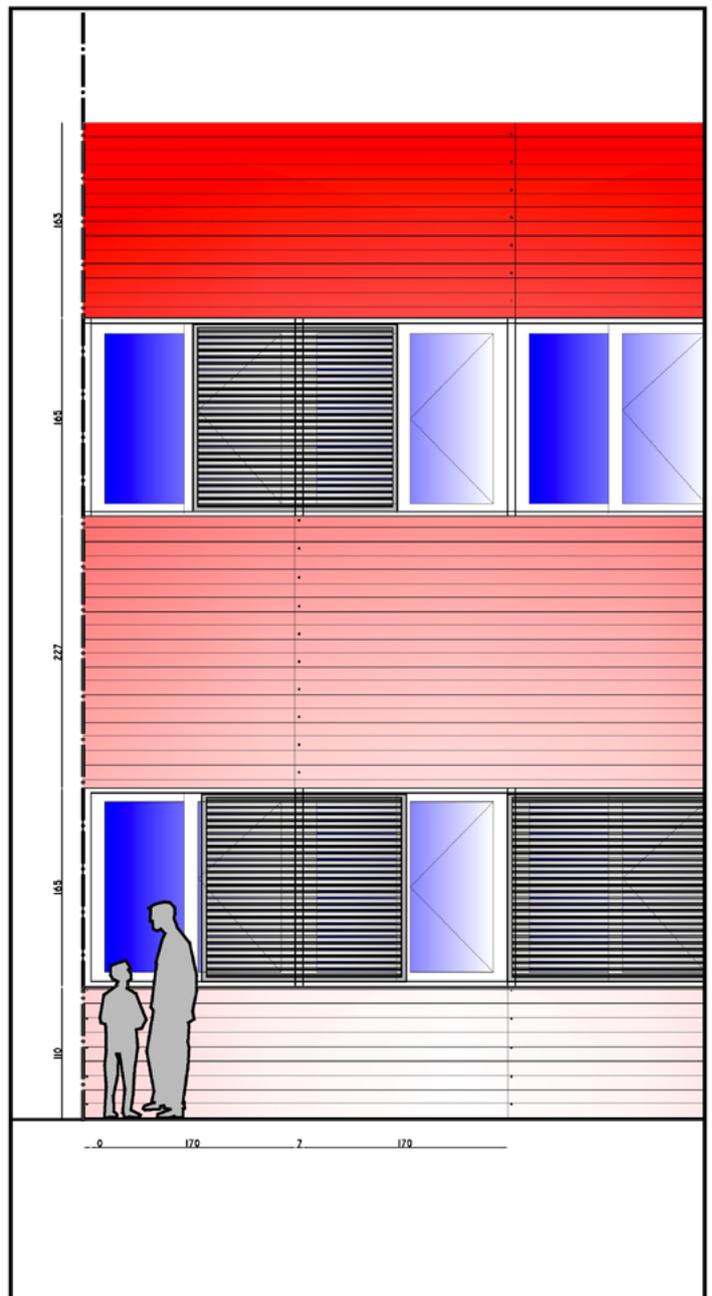
03 |

termoigrometriche ($U: 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$), che, grazie alla possibilità di essere realizzato completamente fuori opera, permettesse di limitare i disagi legati al cantiere. In particolare l'intervento ha previsto la totale sostituzione delle vecchie facciate, realizzate con pannelli prefabbricati di tipo leggero che, oltre a denunciare problemi manutentivi e di decoro legati alla vetustà, non garantivano un corretto isolamento acustico e termico. Il nuovo in-

volucro è stato realizzato con profilati estrusi in alluminio a taglio termico caratterizzata dalla seguente stratigrafia (dall'interno verso l'esterno): cartongesso 1,5 cm, due pannelli di lana di roccia di 4,00 cm ciascuno, due pannelli di fibra di vetro di 4,00 cm ciascuno, un pannello di cartongesso 1,5 cm, lamiera esterna in acciaio zincato, intercapedine d'aria di 4,00 cm e finitura esterna in doghe di allucobond di 4,00 mm. (Fig. 4)



Particolare parete ventilata 1:50



Particolare prospettivo 1:50



L'intervento ha riguardato anche gli impianti di illuminazione e di riscaldamento delle aule, che sono state dotate di un sistema a soffitto radiante e di gestione domotica, con rilevatori di presenza per regolare l'intensità dei corpi illuminanti in funzione della presenza degli utenti e del livello di illuminamento naturale. Nel giugno del 2014 il progetto di riqualificazione è stato completato

con il rifacimento del corridoio esterno di collegamento tra i due volumi del Liceo Scientifico (Fig. 6). Nel suo complesso l'intervento di riqualificazione energetica ha permesso di dimezzare il fabbisogno energetico dell'edificio (da 60 kWh/m³ anno a 30 kWh/m³ anno) con una riduzione dei consumi per il riscaldamento che sono passati da 113 mc a 78 mc all'anno. (Fig. 5)



ered the interesting example to promote innovative technologies for renovation or new construction interventions. The latest European Directive 2012/27 indicates goals that are more ambitious: from the 1st of January 2014, every year, at least the 3% of the covered surface of the totality of heated and cooled buildings, owned or occupied by the central government, needs to be adequate to the energy standards indicated in the norm. For this reason new school buildings design and huge renovation interventions on existing ones, will become a training lab in which experimenting

the benefits of energy efficiency and those of the integration of renewable energy production technologies.

Teenergy School Project, an example of good governance of the school building stock in Italy

Teenergy School¹⁵ is an interesting research project developed in Italy by Lucca Province and Interuniversity Centre ABITA from University of Florence. This research, which is co-financed by the European programme Med¹⁶, involved eight partners¹⁷ from four strategic nations in the Mediterranean area (Italy, Spain, Greece and Cy-

prus). The project aim was to explain common evaluation methodologies and energy analysis, in order to define an innovative strategy to promote future energy retrofit actions on existing school buildings. Furthermore, it pursued the goal of assessing a range of technological solutions, to reduce the energy requirements of the school buildings and to improve the indoor comfort into the classrooms, which can be taken to realize retrofit action or to build new ZEB schools.

Thanks to the scientific activity developed in the Teenergy project, it was possible to create an ICT platform

05 | Progetto di riqualificazione del Liceo Scientifico Vallisneri: la scuola prima e dopo l'intervento di riqualificazione energetica

Vallisneri School, school façade before and after the retrofit

06 | Progetto di riqualificazione del Liceo Scientifico Vallisneri: il corridoio prima e dopo l'intervento di riqualificazione

Vallisneri School, corridor before and after the retrofit with polycarbonate panels



07 | Carrara: edificio prima e dopo l'intervento di riqualificazione
Carrara School: Building before and after energy retrofit

Il progetto di riqualificazione dell'Istituto Tecnico Commerciale Carrara di Lucca (2014-ad oggi) (Fig. 7 e Fig. 8) ha interessato l'involucro dei tre corpi di fabbrica costituenti l'intero complesso scolastico, per una riqualificazione energetica, caratterizzata dalla soluzione tecnologica dell'isolamento 'a cappotto', per ridurre le dispersioni energetiche nei mesi invernali senza aumentare il peso proprio dell'edificio e convenire quindi agli aspetti di adeguamento sismico richiesto. (Fig. 9)

L'involucro verticale ristrutturato ($U: 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$) è caratterizzato dalla seguente stratigrafia (dall'interno verso l'esterno): intonaco 1,5 cm; laterizio forato spessore 20,00 cm, strato isolante (polistirene espanso) di 20,00 cm, intonaco di finitura con pittura finale 2,00 cm. A causa della scarsità di risorse a disposizione dell'Amministrazione, la riqualificazione degli impianti di riscaldamento e illuminazione è stata rimandata ad una fase successiva. Tuttavia in questo primo lotto d'intervento è stato previsto di alloggiare degli scambiatori di calore a parete (uno per ogni am-

shared by the project's partners. The platform's aim was collecting data on energy audits of the schools chosen as case studies in the four country involved in the research and sharing knowledge on the design strategies to increase the energy efficiency and indoor comfort located in the Med Area, which has been summarized in five thematic brochures¹⁸ and in the Design Guide Lines¹⁹. (Fig. 1)

In particular, during the research, we have developed a simplified consumption assessing method to evaluate heating and electricity consumptions and CO₂ emissions. Thus, it was possible to compare the energy performances data of the 71 schools that we have analysed in the four nations involved in the research, and that are located in different climatic conditions of the Mediterranean area: hot climate on the coastal areas, cold climate in

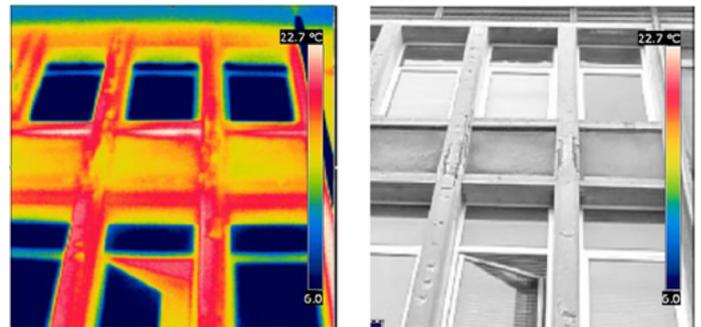
mountainous areas and warm climate in the flat areas.

The specific objectives of the project were:

- To experiment benchmark activities for comparing buildings energy performances and defining a common Action Plan, for retrofitting as well as for new constructions.
- To design of 12 pilot projects where to demonstrate technological solutions for passive cooling, natural lighting and ventilation, integrating the use of renewable energies; also through the organization of 3 international Workshops in Cyprus, Spain and Italy and one Campus Week in Greece.
- To create a transnational network among partners, other Public Authorities, Universities or technical bodies and schools, involving students in the phases of audits and de-



08 | ITC Carrara: edificio prima e dopo l'intervento di riqualificazione
Carrara School: Building before and after energy retrofit



09 | ITC Carrara: Analisi Termografica condotta durante la fase di analisi del progetto Teenergy School. L'immagine termografica mostra la presenza di evidenti ponti termici strutturali in corrispondenza di travi e pilastri. Anche la muratura di tamponamento è disperdente a causa dell'assenza di idoneo isolamento termico
Carrara School: Thermal Analysis. The analysis with thermographic camera shows the presence of thermal bridges in correspondence of structural elements of the building (beams and columns)

sign of the school buildings.

- To promote synergies with private operators and leader companies in this field, in order to foster technological innovation and new economic sectors.

ABITA and the Lucca Province, during the Teenergy Schools project, were both involved in the design of new school buildings projects (Secondary School Majorana in Capannori, Secondary School Barsanti in Viareggio and Technical and professional Secondary School in Castel Nuovo Garfagnana) and in the energy retrofit of existing buildings (High School Vallisneri and Technical Secondary School Carrara in Lucca).

The synergy between scientific research and the public administration's efforts, realized interesting experimentation opportunities to test new technology solutions to improve the energy

performance of the school buildings located in the temperate climate of the south Europe.

One of the objective of the projects was to avoid the simple reproduction of solutions and technologies developed in the Northern countries of Europe, because these are not suitable to solve the energy problems of the buildings located in the Mediterranean area. Indeed, instead of fostering a high thermal insulation, the technical solutions should pursue the reduction of the energy consumption due to heat gains during the hot season, for example increasing envelope's thermal inertia, natural ventilation and daylighting.

The retrofit projects of Scientific High School Vallisneri and Commercial Secondary School Carrara, and the construction of new building stock of the Scientific High School Majorana in Capannori, followed the above-men-

biente) per garantire adeguati ricambi d'aria all'interno delle aule e ridurre il fabbisogno energetico per il riscaldamento; sagomare lo strato isolante con particolari strombature in corrispondenza degli infissi trasparenti per ottimizzare l'illuminazione naturale all'interno delle aule. Da una prima analisi condotta su una aula tipo, emerge come l'intervento permetterà di ridurre le dispersioni per trasmissione nei mesi invernali da 71 kWh/m² a 19,30

kWh/m², portando l'Indice Involucro per il riscaldamento (EPI, invol.) da 52 kWh/m² anno a 8,60 kWh/m² anno (Tab. 1). La scelta di operare con un sistema d'isolamento a cappotto ha permesso, oltre a ridurre i costi di investimento, di cambiare radicalmente l'aspetto dell'edificio, consentendo di raggiungere un ritorno dell'investimento in meno di 20 anni.

Tab. 1 |

Aula di 48 mq con finestre orientate a est (8,00 mq) | Classroom 48 sq with windows east oriented (8,00 sq)
 Solo una superficie esterna disperdente verso est (7x3) | External Surface east oriented (21 sq)
 Trasmittanza muratura prima dell'intervento 1,15 W/mqK | Wall thermal transmittance before the retrofit 1,15 W/sqK
 Trasmittanza infissi prima dell'intervento 3,00 W/mqK | Windows thermal transmittance before the retrofit 3,00 W/sqK
 Trasmittanza muratura dopo l'intervento: 0,16 W/mqK | Wall thermal transmittance after the retrofit 0,16 W/sqK
 Trasmittanza infissi dopo l'intervento 1,2 W/mqK | Windows thermal transmittance after the retrofit 1,2 W/sqK

		BUILDING BEFORE THE RETROFIT	BUILDING AFTER THE RETROFIT
Dispersion for Heat Transmission	kWh/sq	71	19,3
Dispersion for ventilation	kWh/sq	13,3	13,3
Internal Supply	kWh/sq	18,3	18,3
Solar Supply	kWh/sq	20,4	14,6
Time constant	h	13,1	33,2
Net Thermal Requirement	kWh/sq	52	8,6
Global Energy Performance	kWh/sq	122,5	77,1
Heating Energy Performance	kWh/sq	72,9	27,5

Tab. 1 | Analisi Fabbisogno energetico aula tipo Carrara
 Energy analysis of a classroom in the Carrara School

tioned principles. In the three projects were adopted technological solutions to increase the performance of the envelope (with a complete replacement of the facades) and improve the efficiency of the heat and cooling plants, so to improve the indoor comfort during the mid-season and to reduce energy consumptions for ventilation and lighting.

High School Vallisneri retrofit project (2012-2014) (Fig. 2,3) involved the design of a high-tech envelope system, with high thermal and acoustic performances (U: 0.024 W/sqK). The new façade system has been developed as a precast technology in order to reduce the technical problems and the costs caused by a long time of construction. In detail the new envelope has been built of thermal break aluminium extrusion characterised by the following stratigraphy: plasterboard 1,5 cm,

two rockwall panels of 4 cm each, two glass-fiber panels of 4 cm each, a plasterboard panel 1,5 cm, external galvanized steel metal sheet, air cavity 4cm, external finishing in allucobond slats 4 mm. (Fig. 4) The retrofit project of the school also involved the replacement of heating and illumination systems of the classrooms, that we have equipped with a radiant ceiling and a building management system to regulate light intensity according to the number of people in the rooms and of the external lighting conditions. The project, also, has involved the retrofit of the corridor between the two bodies of the High School, which has been completed in June 2014. (Fig. 6) The energy retrofit project allowed halving the energy requirements of the building (from 60 kWh/mc to 30 Kwh/mc), reducing the heat consumptions from 113 mc to 78 mc per year. (Fig. 5)

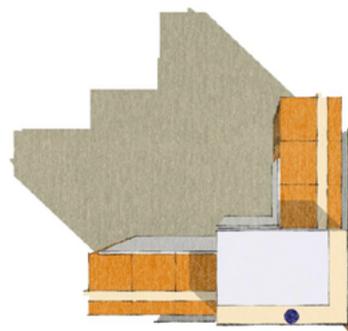
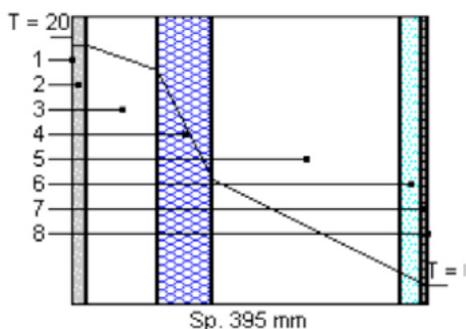
The retrofit project of Commercial Secondary School Carrara, in Lucca (2014-today) (Fig. 7, 8) involved the insulation of the envelope of the three school blocks, with the objective to reduce the heat losses during the cold season. The insulation panels that we have used to insulate the building envelope, thanks to their lightness, does not add weight to the building, making this solution suitable even in terms of seismic performances. (Fig. 9) The new envelope guarantees a good thermal transmittance of 0,16 W/sqK. A first evaluation of energy performance on a classroom shows that the retrofit action will allow a decreasing of envelope heat losses from 71 kWh/sq to 19,30 kWh/sq, bringing the envelope performance index for winter heating (EPI, inv) from 52 kWh/sq to 8,60 kWh/sq. (Tab. 1). Choosing an external insulation has also allowed

reducing the costs of an architectural and energy requalification action that wants radically change the building image and that, because of the few resources owned by the Lucca Province, would not have been achievable in another way.

The project of a new stock building for the Secondary School Majorana, has been developed to respond to the need of the school to have eight new classrooms. The new stock building (realised in the first functional block in 2011) was designed as a two floors volume linked to the old building through a greenhouse, which will host the elevator shaft and the service block; while the fire stair will be located in a volume next to the west façade that will be built a metallic facade. (From Fig. 13 to Fig. 20). The linearity of the construction, the choice to use prefab-

L'ampiamiento del Liceo Scientifico Majorana (2010-2011), ha previsto la progettazione di otto aule più un volume trasparente di connessione con l'edificio esistente, per rispondere ad una domanda crescente di spazi, pur mantenendo adeguato il complesso agli standard edilizi previsti dalla norma contenuta nel Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975 (da Fig. 13 a Fig. 20). Il nuovo corpo di fabbrica (realizzato nel primo lotto funzionale del 2011) è stato pensato come un volume a due piani, collegato al vecchio edificio da una serra che ospita il vano ascensore ed un blocco servizi. Linearità costruttiva e scelta di soluzioni pre-assemblate e prefabbricate per la realizzazione dei tamponamenti, dei solai e delle partizioni interne, unite a buona qualità esecuti-

va, hanno consentito di realizzare l'opera con un budget di circa 1000,00 €/m², nel pieno rispetto del tempo e dei limiti economici di partenza. L'edificio è caratterizzato da un involucro opaco altamente prestazionale, con ampie superfici vetrate orientate a sud e una facciata ventilata caratterizzata dalla presenza di un supporto in muratura a blocchi preassemblati in laterizio ed interposto isolante termico in polistirene ad alta densità, e rivestimento in doghe di alluminio, adottata nei fronti est, nord e ovest. Questa scelta tecnologica ha permesso di raggiungere elevate prestazioni in termini di trasmittanza termica (0,26 W/m²K) e sfasamento (0,07) ed inerzia termica (-7,41 h.), (Tab. 2) riducendo la trasmissione di calore nei mesi invernali, ed evitando il surriscal-



Tab. 2 |

DESCRIZIONE STRATO	S (mm)	LAMBDA (W/mK)	C (W/mqK)	M.S. (kg/mq)	P<50*10 12 (kg/msPa)	C.S. (J/kgK)	R (mqK/W)
Adduntanza interna	0		7.7			0	0.13
Intonaco di calce e gesso	15	0.700	46.66	21.00	18.00	1000	0.021
Blocco in laterizio norma tris 8	80	0.209	2.612	69.68	19.30	1000	0.383
Polistirene espanso	60	0.033	0.550	2.10	0.940	1200	1.818
Blocco in laterizio norma tris 21	210	0.136	0.648	158.97	12.06	1000	1.544
Strato d'aria verticale	25	0.150	6.000	0.03	193.00	1008	0.167
Alluminio	5	220.000	44000.00	13.50	0.00	900	0.000
Adduttanza esterna	0		25,000			0	0.040

Resistenza = 4.103 mqK/W

Trasmittanza termica = 0,244 W/mqK

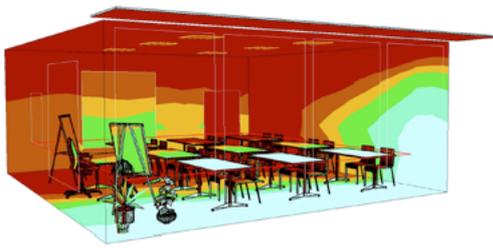
Trasmittanza termica periodica = 0,01 W/mqK

Massa superficiale = 244 kg/mq

Sfasamento = - 6.55 h.



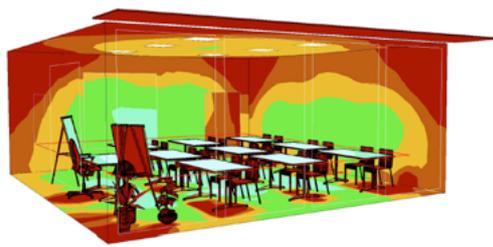
10 |



10 | Liceo Scientifico Majorana: Analisi della distribuzione della luce naturale all'interno di una delle aule. Illuminamento medio 267 lux
Majorana School. Daylighting analysis. Average illuminance 267 lux



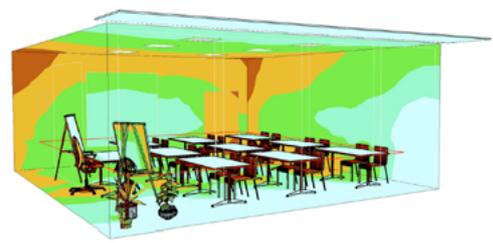
11 |



11 | Analisi della distribuzione della luce artificiale all'interno di una delle aule. Illuminamento medio 500 lux
Majorana School. Illuminance Analysis with artificial lights. Average illuminance 500 lux



12 |



12 | Analisi della distribuzione della luce naturale e artificiale all'interno di una delle aule. Illuminamento medio 541 lux
Majorana School. Illuminance Analysis with natural and artificial lights. Average illuminance 541 lux

13 |



13 | Liceo Scientifico Majorana: Blocco in laterizio preassemblato utilizzato nei tamponamenti verticali
Majorana School: Brick Bloch that we used to make the walls

14 |



14 | Liceo Scientifico Majorana: Montaggio delle montanti verticali di sostegno della parete ventilata
Majorana School: construction of ventilated façade frame

15 |



15 | Liceo Scientifico Majorana: Fase di cantiere. Prospetto nord
Majorana School: construction of north façade

16 |



16 | Liceo Scientifico Majorana: Fase di cantiere. Prospetto nord
Majorana School: construction of north façade

17 |



17 | Liceo Scientifico Majorana: Fase di cantiere. Messa in opera del pavimento radiante
Majorana School: construction of radiant floor

18 |



18 | Liceo Scientifico Majorana: Aula completata
Majorana School: classroom

19 |



19 | Liceo Scientifico Majorana: Prospetto sud
Majorana School: south façade

20 |



20 | Liceo Scientifico Majorana: Prospetto nord
Majorana School: north façade

damento degli ambienti confinati, nei mesi estivi. L'impianto di riscaldamento è stato realizzato con una soluzione a pavimento radiante e, per migliorare il ricambio d'aria all'interno delle aule, ogni ambiente è stato dotato di un sistema di espulsione dell'aria esausta. Anche in questo caso il progetto ha previsto un'analisi dei livelli di illuminazione naturale con l'obiettivo di ridurre i consumi elettrici, incrementando il comfort luminoso all'interno delle aule (Fig. 10, 11, 12). L'edificio nel suo complesso, presenta un fabbisogno energetico globale di circa 10 kWh/m³ anno contro i 75 kWh/m³ del vecchio corpo di fabbrica.

Questi tre progetti pilota sono stati finanziati con i fondi pubblici a disposizione della Provincia di Lucca e con il contributo della Fondazione Cassa di Risparmio di Lucca.

A partire dai risultati scientifici ottenuti dal progetto *Teenergy*, e quindi da un finanziamento europeo, dal quale sono stati tratti gli audit energetici preliminari sullo stato di fatto, e dai risultati delle comparazioni tra tutti gli edifici scolastici analizzati sul territorio della Provincia di Lucca, l'Amministrazione ha avuto a disposizione un quadro d'indagine completo, atto a redigere un piano triennale degli interventi da attuare sugli edifici scolastici di sua competenza. Sulla base di quest'ultimo è stato poi possibile scegliere i progetti pilota, sfruttando così la conoscenza tecnica acquisita durante la redazione delle Linee Guida (uno dei prodotti della ricerca), sviluppate proprio per promuovere buone pratiche del costruire e per riqualificare, in chiave energetica, gli edifici scolastici in area Mediterranea.

ricated technologies to make the floor slabs and indoor walls, together with good quality of installation, allowed to respect both the economic budget of 1000,00 €/sq and the expected timetable of construction. The envelope is characterised by big windows on the southern facade of the building and by a ventilated facade, made of aluminium staves, on the northern, eastern and western sides. The opaque envelope consists of preassembled blocks, made of two clay-bricks with a layer of high-density polystyrene thermal insulation in between. The energy performances of this type of facade are very high: thermal transmittance is 0,26 W/sqK, phase displacement is 0,07 and thermal inertia is - 7,41 h. (Tab. 2)

These features allow decreasing both heat losses during the cold season, and heating gains during the hot season. (Fig. 10, 11, 12). The new school build-

ing has a global energy performance index of 10 kWh/m³ year instead of 75 kWh/m³ of old school building. Every pilot project was funded by Lucca Province's public resources and *Fondazione Cassa di Risparmio* of Lucca resources and after the design of a triennial plan of retrofit actions. This planning tool is a product of The Energy project and contains the results of energy audits that we did in the first phase of the research and that we used to build the retrofit strategies to use for the qualification of every school building of the Lucca Province. Finally, also the pilot projects have been developed using the strategies and technological solutions described in the Guide Lines of the research with the goal to demonstrate that it is possible to reduce the energy consumption of the school buildings located in the Mediterranean Area.

Conclusioni

Amministrazioni Pubbliche, superare le difficoltà legate alla gestione del patrimonio edilizio di loro proprietà; patrimonio che spesso si trova in uno stato preoccupante di degrado, sia energetico che strutturale, e che, attraverso il reperimento di fondi dedicati per attuare strategie di pianificazione e gestione, potrà essere adeguato alle esigenze della normativa europea e nazionale, trasformando tali interventi in concretezza ed efficacia dal punto di vista energetico ed ambientale. La possibilità di partecipare ai bandi di finanziamento nazionale ed internazionale tramuta così l'emergenza di un settore edilizio, di elevato interesse collettivo e sociale, in una risorsa per l'approfondimento di specifiche tematiche di ricerca, legate alla sostenibilità ambientale ed al risparmio energetico, capaci di promuovere la sperimentazione e l'applicazione di tecnologie innovative.

Il progetto *Teenergy* ha dimostrato come sia possibile per le

Conclusions

Teenergy project has demonstrated that the Public Administration could go beyond the difficulties of managing a complex existing building heritage, so often damaged and inadequate in terms of energy efficiency and structural performances. Through specific resources, dedicated to strategies of planning and management, the existing buildings stock which often is in a poor state of degradation both energetic than structural, can be adequate to the requirements of European and national norms, making the interventions concrete in energy and environmental terms. The emergency that the school building sector is facing, could be transformed in an opportunity, thanks to the possibility to find new financing resources from the national and international research and financing calls. This strategy can be an oc-

casione to enhance the research topics on sustainability and energy efficiency, and to develop innovative technologies to increase the energy and structural performances of the school buildings.

NOTES

¹ Legambiente Report 2014.

² The plan consists of three fronts, involving 21.230 interventions on school buildings and a 1.094.000.000 euros investment. Four millions students and an Italian school every two will be involved in a project aiming to obtain in 2014-2015 better, safer and newer schools.

³ At the end of 2014 the Osservatorio per l'edilizia scolastica restarted aiming to define Sistema Nazionale delle Anagrafe dell'Edilizia Scolastica (Snaes) to be completed before June 2015.

⁴ The majority of the buildings that use renewable energy resources - installed

Progetto: Riqualficazione energetica del corpo di fabbrica degli anni 70 e corridoio di collegamento del Liceo Scientifico Vallisneri

Project: Energy requalification of a 1970s body and connection corridor of the Vallisneri Secondary School

Indirizzo | Address
via delle Rose, Lucca

Committente | Client
Provincia di Lucca | Lucca Province

Progettisti | Designers
Provincia di Lucca | Lucca Province

Consulenza alla progettazione | Energy Advice
Centro ABITA, prof. Marco Sala, arch. Alessio Rullani, Arch. Rosa Romano

Direzione generale dei lavori | Supervisor
Provincia di Lucca | Lucca Province

Strutture | Structures
Provincia di Lucca | Lucca Province

Impianto elettrico | Electric devices project
Studio Technè, ing. Paolo Formichi, ing. Marialuisa Beconcini

Ditta appaltatrice | Contractor
I.T.I Impianti Modena (facciata OROS s.r.l. Rovereto)

Durata dei lavori | Work duration
Marzo 2011 – Agosto 2014 | March 2011 – August 2014

Superficie utile | Built surface
2720,00 mq (realizzata) | 2720,00 sq (built)

Importo dell'opera | Cost
€ 2.265.000

photovoltaic panels (78,1%), other installed thermic solar systems (25,9%), geothermic and heat pump systems (3,3%), biomass (0,5%) e a biogas (0,1%). The use of renewable energy it's increasing to 42,3% (Legambiente "Ecosistema Scuola" 2014).

⁵ The resources were later cancelled, causing a situation of stalling of the renewable energy use, which is stack at 13,6%.

⁶ In six and a half years, the charge of EU funds has reached only 56% and the charge of Regional FSc (ex-FAS) is less than 5%.

⁷ PhD Thesis: Giardinelli M., Uno strumento di sintesi per la valutazione delle vulnerabilità energetiche e sismiche a supporto della programmazione degli interventi per l'Edilizia Scolastica esistente, supervisor prof. Marco Sala and prof. Mauro Sassu, Firenze 2014.

⁸ <http://www.renew-school.eu>

⁹ <http://teenergy.commpla.com/>

¹⁰ <http://www.school-of-the-future.eu/>

¹¹ <http://schoolventcool.eu/node/6>

¹² <http://www.zemedu.eu/>

¹³ <http://www.annex36.com/eca/uk/01start/menu.html>

¹⁴ <http://www.veryschool.eu/>

¹⁵ <http://teenergy.commpla.com>

¹⁶ The MED programme is a transnational programme of European territorial cooperation. It is financed by the European Union as an instrument of its regional policy and of its new programming period. It continues the tradition of the European programmes for cooperation (previously named Interreg). The transnational setup allows the programme to tackle territorial challenges beyond national boundaries, such as environmental risk management, international business or transport corridors.

¹⁷ Interuniversity Research Centre ABITA, Granada Province, Lucca Province, Cipro University, ARPA Sicily, Trapani Province, Atene Province, Atene University.

¹⁸ <http://teenergy.commpla.com/content/5-thematical-brochures>

¹⁹ http://teenergy.commpla.com/index/brochure/teenergy_guidelines.pdf

Progetto: Ampliamento Liceo Scientifico Ettore Majorana

Project: New building for High School Majorana in Capannori, Lucca

Indirizzo | Address
via Rossa 1, Capannori, Lucca

Committente | Client
Provincia di Lucca | Lucca Province

Progettisti | Designers
Provincia di Lucca | Lucca Province

Consulenza alla progettazione | Energy Advice
Interuniversity Research Centre ABITA, prof. Marco Sala, arch. Alessio Rullani, arch. Rosa Romano

Direzione generale dei lavori | Supervisor
Provincia di Lucca | Lucca Province

Strutture | Structures
Provincia di Lucca | Lucca Province

Impianto elettrico | Electric devices project
Provincia di Lucca | Lucca Province

Ditta appaltatrice | Contractor
Michele Bianchi S.p.A.

Durata dei lavori | Work duration
Marzo 2010 – Febbraio 2011 | March 2010 – February 2011

Superficie utile | Built surface
280,00 mq (realizzata) | 280,00 sq (built)

Importo dell'opera | Cost
€ 380.000,00

Progetto: Riqualficazione energetica e strutturale dell'Istituto Tecnico Commerciale Carrara di Lucca

Project: Energy and structural renovation of Commercial High School Carrara, Lucca

Indirizzo | Address
viale Marconi, Lucca

Committente | Client
Provincia di Lucca | Lucca Province

Progettisti | Designers
Provincia di Lucca | Lucca Province

Consulenza alla progettazione | Energy Advice
Interuniversity Research Centre ABITA, prof. Marco Sala, arch. Alessio Rullani, arch. Rosa Romano

Strutture | Structures
Università di Pisa, ing. Mario Sassu

Impianto elettrico | Electric devices project
Provincia di Lucca | Lucca Province

Durata dei lavori | Work duration
Da avviare entro agosto 2015 | Starting before 2015

Superficie utile | Built surface
10000,00 mq | sq

Importo dell'opera | Cost
€ 5.100.000 (ipotizzato) | (hypotesis)

NOTE

- ¹ Rapporto Legambiente 2014.
- ² Un piano, composto da tre principali filoni, che coinvolgerà complessivamente 21.230 interventi in edifici scolastici per investimenti pari a 1.094.000.000 di euro. Quattro milioni di studenti e una scuola italiana su due sono protagonisti di questo primo progetto, che porta nell'arco del biennio 2014-2015 ad avere scuole più belle, più sicure e più nuove.
- ³ Alla fine del 2014 è ripartito l'Osservatorio per l'edilizia scolastica con lo scopo di dare avvio al Sistema Nazionale delle Anagrafe dell'Edilizia Scolastica (Snaes) che dovrebbe completarsi entro giugno 2015.
- ⁴ Tra gli edifici che utilizzano rinnovabili, la maggior parte presenta pannelli fotovoltaici (78,1%), impianti solari termici (25,9%), impianti a geotermia e/o pompe di calore (3,3%), a biomassa (0,5%) e a biogas (0,1%). Cresce comunque la copertura dei consumi da fonti rinnovabili, con il 42,3% (Legambiente "Ecosistema Scuola" 2014).
- ⁵ Incentivi che sono poi stati cancellati e che hanno portato ad una stagnazione del dato sull'uso delle energie rinnovabili che infatti segna nell'anno trascorso uno stallo, fermandosi al 13,6%.
- ⁶ In sei anni e mezzo, la spesa dei fondi europei ha raggiunto solo il 56% e quella del FSc (ex-FAS) regionale è a meno del 5%.
- ⁷ Giardinelli M., *Uno strumento di sintesi per la valutazione delle vulnerabilità energetiche e sismiche a supporto della programmazione degli interventi per l'Edilizia Scolastica esistente*, tesi di Dottorato in Architettura XXVI ciclo, relatore prof. Marco Sala, correlatore prof. Mauro Sassu, Firenze 2014.
- ⁸ <http://www.renew-school.eu/>
- ⁹ <http://teenergy.commpla.com/>
- ¹⁰ <http://www.school-of-the-future.eu/>
- ¹¹ <http://schoolventcool.eu/node/6>
- ¹² <http://www.zemeds.eu/>
- ¹³ <http://www.annex36.com/eca/uk/01start/menu.html>
- ¹⁴ <http://www.veryschool.eu/>
- ¹⁵ <http://teenergy.commpla.com>
- ¹⁶ Il Programma Med riguarda la cooperazione dell'intera area mediterranea, incorporando in un unico programma gli INTERREG IIIB MEDOCC e ARCHIMED della precedente programmazione. Il carattere distintivo del programma è nella sua area, che include regioni aperte al resto del mondo attraverso la costa mediterranea, ma tuttavia "periferiche" all'interno dell'Unione europea. Obiettivo generale del programma è rendere l'intero spazio mediterraneo un territorio capace di competere con i competitor internazionali al fine di assicurare crescita e occupazione per le prossime generazioni e supportare la coesione territoriale ed intervenire attivamente per la salvaguardia dell'ambiente in una logica di sviluppo sostenibile.
- ¹⁷ Centro di Ricerca Interuniversitaria ABITA, Provincia di Granada, Provincia di Lucca, Università di Cipro, ARPA Sicilia, Provincia di Trapani, Provincia di Atene, Università di Atene.
- ¹⁸ <http://teenergy.commpla.com/content/5-thematical-brochures>
- ¹⁹ http://teenergy.commpla.com/index/brochure/teenergy_guidelines.pdf

REFERENCES

- "Ecosistema Scuola XV, rapporto di Legambiente sulla qualità dell'edilizia scolastica, delle strutture e dei servizi" (2014), available at <http://www.legambiente.it/contenuti/dossier/ecosistema-scuola-2014>.
- Federcostruzioni (2013), "Rapporto 2013 - Il sistema delle costruzioni in Italia", available at <http://www.federcostruzioniweb.it/>
- Ance, Direzione Affari Economici e Centro Studi (2014), "Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni", EdilStampa, Roma, also available at <http://www.ance.it/docs/docDownload.aspx?id=20284>
- Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca (2014), "Piano dell'edilizia scolastica", available at http://www.istruzione.it/edilizia_scolastica/
- D. Lgs 4 luglio 2014, n. 102 *Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica*.
- Angelucci, F., Di Sivo, M. and Ladiana D. (2013), "La scuola oltre la scuola. La gestione degli spazi scolastici tra rigenerazione e condivisione delle risorse", in *Techne*, No 6, pp. 141-148.
- Antonini, E., Boeri, A., Gaspari, J. and Longo D. (2013), "Scuole sostenibili: obiettivo qualità integrata/Integrated quality: a target for sustainable schools", in *Techne*, No 5, pp. 154-161.
- Boeri, A. and Antonini, E. (2011), *Progettare scuole sostenibili. Criteri, esempi e soluzioni per l'efficienza energetica e la qualità ambientale*, EdicomEdizioni, Monfalcone (Gorizia), 2011.
- Boarin, P. (2010), *Edilizia scolastica. Riqualficazione energetica e ambientale. Metodologie operative, requisiti, strategie ed esempi per gli interventi sul patrimonio esistente*, EdicomEdizioni, Monfalcone (Gorizia).
- Gaitani, N., Lehmann, C., Santamouris, M., Mihalakakou, G. and Patargias, P. (2009), "Using principal component and cluster analysis in the heating evaluation of the school building sector", in *Applied Energy 87*, Elsevier, pp. 2079-2086.
- Gallo P. (2011), "Progettare l'emergenza scuola", in *Costruire in Laterizio*, No 142, pp. XVI-XIX.
- Kluttig, H., Erhorn, H. and Mørck, O. (2003), "Retrofitting in Educational Buildings - REDUCE 25 Case Study Reports from 10 different Countries", in *Ove Mørck*, IEA ECBCS Annex 36: Case Study Reports.
- Jaffe, A.B. and Stavins, R.N. (2003), *The energy-efficiency gap what does it mean*, Elsevier, UK.
- Romano, R. (2012), "Involucro edilizio energeticamente efficiente ed edilizia scolastica. L'ampliamento del liceo scientifico Majorana", in *Il progetto sostenibile*, No 31, pp. 48-55.
- Romano, R. (2014), "Teenergy Schools. Efficienza energetica per le scuole del Mediterraneo", in *Costruire in Laterizio*, No 160, pp. 60-65.