



EWT/ Eco Web Town

Magazine of Sustainable Design

Edizione SCUT, Università Chieti-Pescara

Registrazione al tribunale di Pescara n° 9/2011 del 07/04/2011

ISSN: 2039-2656

Il rapporto tra Sostenibilità e Innovazione tecnologica nella progettazione dell'ambiente urbano

Il quadro delle esperienze di ricerca in corso nelle scuole di Architettura italiane

Rigenerazione dell'edilizia scolastica storica

Alessandra Battisti, Fabrizio Tucci

Abstract:

Il progetto di ricerca prende come punto di partenza la condizione attuale del patrimonio edilizio storico scolastico, spesso caratterizzati da un grande valore culturale, ma anche dall'uso di sistemi di climatizzazione convenzionali, inefficienti da un punto di vista energetico e alimentati con energia fossile. La ricerca definisce un quadro di interventi al fine di risolvere i principali problemi ricorrenti nel campo della rigenerazione, riqualificazione energetica e architettonica di edifici scolastici storici, lavorando su sistemi distrettuali di edilizia scolastica dell'Europa del sud.

In questa direzione la ricerca è strutturata in modo da orchestrare e guidare gli interventi per risolvere i problemi caratteristici di questi edifici, attraverso la progettazione e realizzazione di tre progetti pilota selezionati nelle città di: Roma, Creta e Barcellona, operazione che ha previsto una forte sperimentazione e un attento monitoraggio e la produzione di un "toolkit" di soluzioni strategiche, al fine di implementare e migliorare tecnologie non invasive e rimovibili.

Il progetto fornisce un contributo significativo nell'ambito dell'identificazione e messa a punto di strategie e soluzioni per la rigenerazione degli edifici scolastici storici prendendo in considerazione distretti con funzioni culturali ed educative con un profondo e importante valore storico, vale a dire università ed edifici scolastici situati in Europa meridionale.

Attraverso la co-partecipazione di università e istituti di ricerca, studi di architettura e di PMI ci si propone un approccio di ricerca che permette di considerare olisticamente i molteplici aspetti delle diverse discipline coinvolte, finalizzandolo ad una rigenerazione ed efficientazione energetica che si coniughino con il recupero/conservazione del valore storico dei complessi oggetto di sperimentazione.

Parole chiave

Rigenerazione

Edilizia scolastica

Patrimonio storico

Retrofit energetico

Riqualificazione architettonica

1.1 Obiettivi

Lo scopo principale del progetto di ricerca presentato, incentrato sulla rigenerazione degli edifici storici scolastici, è quello di cercare di risolvere i quattro problemi principali ricorrenti in questo tipo di progetti, specialmente in clima mediterraneo, che attengono alla difficoltà di isolare l'involucro esterno degli edifici senza azzerare il contributo della massa termica, impiegare sistemi di raffrescamento passivo, integrare dispositivi per lo sfruttamento delle energie rinnovabili e implementare nuovi spazi e nuove funzioni, senza perdere il valore e l'identità degli edifici.

Per questo motivo i tre obiettivi principali del progetto di ricerca sono:

1. risolvere il problema della mancanza/insufficienza dell'isolamento termico caratteristica degli edifici storici e al contempo tutelare e valorizzare il ruolo della massa termica degli involucri esterni esistenti, ma allo stesso tempo, la difficoltà ad adottare tecnologie che inspessiscano l'involucro;
2. supplire all'assenza di mitigazione solare e di ventilazione e raffreddamento passivo e, contemporaneamente superare la difficoltà di introduzione/integrazione dei sistemi di riflessione e di protezione solare in grado di evitare il surriscaldamento estivo e allo stesso tempo di garantire gli aspetti identitari che caratterizzano questo tipo di edifici;
3. superare l'uso estremo di sistemi alimentati con combustibili fossili convenzionali, inefficienti dal punto di vista energetico, impiegare fonti di energia rinnovabile, al momento quasi totalmente assenti in questa tipologia di edifici, dimostrando come le si possa implementare, superando la complessità dell'introduzione/integrazione nel rispetto degli aspetti identitari, storici e di conservazione. Questo studio, finalizzato alla riqualificazione di edifici storici scolastici attraverso un approccio multiscale e processi decisionali a più livelli, cerca un equilibrio tra la conservazione dell'identità storica e la diffusione di innovazioni tecnologiche, elaborando soluzioni che favoriscano diversità urbana, creatività e dinamismo culturale, introducendo attività in grado di generare processi economici. A fronte delle questioni di fattibilità tecnica ed economica, grazie ad una profonda analisi tipomorfologica dell'edificio e del distretto urbano, il progetto concentra l'approccio metodologico nell'implementazione di tecnologie non invasive e rimovibili/ soluzioni che permettano una profonda ristrutturazione e riqualificazione energetica dei distretti scolastici storici, al fine di definire un quadro di strategie/linee guida.

Negli ultimi decenni lo sviluppo di materiali leggeri e l'avvento di sistemi HVAC a basso costo hanno aumentato il numero di soluzioni possibili nei processi di progettazione, permettendo all'approccio moderno (indifferente alle situazioni climatiche locali) di prevalere su quello "integrato" tipico dell'architettura tradizionale storica che è piuttosto preciso nel restituire e gestire la complessità dell'edificio già dalla fase di progettazione. Nel tentativo di recuperare e innovare i caratteri tradizionali, l'approccio al progetto proposto mette in luce i peculiari caratteri bioclimatici degli edifici e opera attraverso l'applicazione di soluzioni passive, implementate attraverso tecnologie innovative. In questo quadro logico i distretti sono il campo operativo su cui è possibile testare sia la metodologia di intervento che i sistemi tecnologici da applicare. L'idea è ripensare gli spazi interni ed esterni caratteristici di distretti storici di tipo universitario/educativo integrati per ottimizzarne la domanda di energia e mitigarne il microclima in una prospettiva di risoluzione del problema dell'isola di calore urbana. In questo contesto, gli obiettivi specifici del progetto di ricerca sono:

1. Migliorare le metodologie attuali per il retrofit energetico, l'efficienza funzionale degli edifici storici scolastici e la loro riqualificazione architettonica attraverso:
 - attuazione del quadro delle strategie per la ristrutturazione di edifici storici attraverso innovazione e valorizzazione degli aspetti bioclimatici passivi e di efficienza energetica;
 - implementazione simultanea di un quadro di strategie di azione/intervento per il recupero di spazi esterni e di "spazi tra" con finalità educative, di fruizione e di connessione, o con funzioni energetiche di ottimizzazione bioclimatica;
 - realizzazione di progetti pilota di rigenerazione profonda;
 - gestione delle varie fasi dei processi di ristrutturazione e retrofitting dei progetti pilota;
 - monitoraggio e valutazione dei risultati conseguiti attraverso il processo metodologico.
2. Implementare una metodologia di progettazione della rete energetica attraverso:
 - audit energetico degli edifici e misurazione delle caratteristiche microclimatiche degli spazi esterni all'interno del distretto;

- rilievo e analisi critica delle originali caratteristiche bioclimatiche degli edifici;
 - verifica compatibilità tra funzioni, in base al posizionamento/orientamento dell'edificio;
 - definizione di un quadro di regole per l'ottimizzazione degli aspetti bioclimatici passivi;
 - individuazione delle fonti di energia rinnovabili sfruttabili da impiegare nei 3 distretti, selezionati come casi pilota, in base alle loro caratteristiche intrinseche;
 - simulazione e analisi dei fattori microclimatici nel contesto con software appropriati, per l'individuazione di un posizionamento strategico di soluzioni tecnologiche per la produzione di energia da fonti rinnovabili e dispositivi per la mitigazione degli effetti micro-climatici e la riduzione dei consumi energetici;
 - sistematizzazione delle strategie individuate in un quadro sinottico.
3. Implementare tecnologie/soluzioni non invasive e rimovibili per una seria rigenerazione e riqualificazione energetica di quartieri storici scolastici per la realizzazione di un edilizia ad alto contenuto tecnologico focalizzato sull'efficienza energetica attraverso:
- sviluppo di uno Smart Technological Mix;
 - utilizzo di progetti pilota locali per testare i programmi di rigenerazione urbana innovativi, concentrandosi su alcuni aspetti specifici di realizzazione, al fine di contribuire al successo del progetto complessivo;
 - implementazione di tecnologie validate nel progetto di riqualificazione degli edifici storici finalizzate soprattutto alla mitigazione del microclima.

A tal fine sono state identificate quattro soluzioni tecnologiche in grado di offrire:

- soluzioni per l'isolamento termico per l'involucro opaco massivo degli edifici storici, in particolare nelle situazioni in cui è evidente la difficoltà di poter accettare qualsiasi tecnologia che ispessisca l'involucro dell'edificio (per motivi estetici, storici, ecc. utilizzando ad es. pannelli coibentanti in aerogel);
- soluzioni capaci di mitigare profondamente gli aspetti negativi della radiazione solare estiva, in termini di surriscaldamento e di eccessivo albedo per raffreddamento passivo, aspetti particolarmente rilevanti su tetti piani surriscaldati e sulle pareti verticali esterne (ad es. attraverso l'impiego di cool materials, cool roofs, cool pigments);
- soluzioni per l'introduzione di dispositivi che permettano lo sfruttamento di fonti di energia rinnovabili in grado di essere non invasivi e rimovibili (ad es. impianto geotermico);
- soluzioni che permettano un migliore utilizzo di volume/spazio in edifici storici dove non sia consentito l'aumento di volumi/spazi, o cambiamenti delle caratteristiche di identità. Per raggiungere questo obiettivo, le soluzioni proposte saranno completamente removibili, flessibili e reattive rispetto ai fattori bioclimatici passivi e particolarmente al controllo solare estivo (ad esempio sistemi di schermatura).

4. Sviluppare un quadro integrato di strategie sinergiche per l'applicazione delle 4 soluzioni tecnologiche (illustrate sopra) per la riqualificazione energetica degli edifici scolastici storici in Europa meridionale attraverso:

- elaborazione di un toolkit, che consiste in una metodologia di progettazione energetica integrata all'edificio.

5. Creare una piattaforma transnazionale tra gli attori del mercato, ricercatori, esperti di energia e le autorità pubbliche basato sulla cooperazione e collaborazione per superare la frammentazione del settore.

Si prevedono come obiettivi strategici a lungo termine del progetto elevati potenziali di replicazione in area mediterranea, grazie all'impiego delle tecnologie a basso costo proposte e alla reversibilità del modello implementato. Inoltre, molti altri paesi dell'Europa meridionale hanno una condizione simile: palazzi storici dedicati alle funzioni educative/culturale che soffrono di un forte degrado fisico dei principali componenti edilizi, e che sono caratterizzati da una domanda di energia notevole. Questa condizione comune rende possibile l'implementazione della metodologia di progettazione

energetica proposta nei progetti pilota in altri complessi edilizi di altri paesi europei, e di conseguenza rende il progetto di ricerca estremamente competitivo a livello di mercati transnazionali.

1.2 Concetto e approccio

Uno dei problemi più difficili da risolvere nel patrimonio costruito storico e, allo stesso tempo, uno dei campi più interessanti per lo sviluppo del mercato edilizio europeo dei prossimi decenni è quello del miglioramento della loro efficienza energetica in maniera conforme al valore e all'identità di tali edifici, in particolare, si registrano molte difficoltà nell'integrare l'isolamento termico negli involucri opachi massivi, i sistemi di raffreddamento passivi, le energie rinnovabili e nella sfida per inserire spazi aggiuntivi completamente smontabili così come sono spesso richiesti. Il retrofit energetico degli edifici esistenti è chiaramente riconosciuto, con la direttiva 2010/31/UE (European Council, 2010), che rifonda la direttiva 2002/91/CE (European Council, 2002) sul rendimento energetico degli edifici, e la direttiva 2012/27/UE (European Council, 2012) per l'efficienza energetica, come una delle principali strategie europee per l'energia e l'obiettivo climatico al fine di raggiungere il 20% di riduzione della domanda di energia nel 2020 rispetto al 1990. La direttiva 2010/31/UE sollecita in particolare gli Stati membri a stabilire i livelli di prestazione in caso di ristrutturazione edilizia, e assegna al retrofit degli edifici pubblici un ruolo di primo piano nella sensibilizzazione e innovazione del mercato.

Nonostante i numerosi progetti su questi temi finanziati nel 5° e 6° e programma quadro e in numerosi altri programmi specifici dedicati (Outrequin, Charlot-Valdieu, 2003), a causa della complessità e del valore degli edifici storici culturali, la situazione attuale di edifici storici nelle città Europee è che essi hanno ancora un rendimento energetico molto scarso, secondo quanto si evince dal PuBs European Project BRITA (BRITA, 2008). Di conseguenza, nei vari progetti in corso di protezione del patrimonio culturale (European Union, 2012), l'attenzione si sta spostando verso la riqualificazione energetica di edifici storici, che rappresentano il segno distintivo di numerose città europee.

Inoltre, il report del Buildings Performance Institute Europe (BPIE, 2011) sulla condizione del patrimonio edilizio europeo indica che gli edifici storici dedicati alle funzioni educativo/culturali hanno richieste di energia molto elevata¹, perché ospitano al loro interno funzioni diverse, e spesso distanti da quelle che erano le funzioni della costruzione in origine, in genere si tratta di edifici della prima metà del 20° secolo caratterizzati da basse prestazioni termiche.

Guardando agli edifici scolastici storici come a quella parte rilevante del patrimonio pubblico europeo, il cui volume di spesa totale è pari al 19% del prodotto interno lordo dell'Unione, e considerando che non ci sono i protocolli stabiliti per una loro ristrutturazione ad alta efficienza energetica, si può dedurre come la riqualificazione degli edifici scolastici storici possa agire come un manifesto. Essi, infatti, possono incoraggiare la trasformazione del mercato edilizio verso prodotti più efficienti e modificare i comportamenti nel consumo di energia da parte dei cittadini e delle imprese.

Questo progetto si propone di sviluppare, adattare e implementare un metodologia di progettazione energetica integrata per una profonda riqualificazione di edifici storici di istruzione attraverso un toolkit dedicato agli edifici storici scolastici. L'idea è di sviluppare un processo multidisciplinare e collaborativo in cui il team di lavoro è composto da diverse figure, tra cui il proprietario dell'immobile, gli architetti, il consulente energia, il personale e, infine, i clienti. Tutte queste figure lavorano insieme per definire, analizzare e valutare le diverse soluzioni e possibili interazioni. Un singolo professionista non può più operare scelte isolate, ma queste devono provenire dalla ricerca di un gruppo di lavoro, basata su un processo di partecipazione e sui vincoli specifici di questi tipi di edifici. Pertanto, al fine di raggiungere l'European Energy and Climate target, gli edifici storici educativi all'interno dei distretti richiedono un modello innovativo per la ristrutturazione tecnica e funzionale, in grado di garantire esigenze di comfort indoor, di fornire tecnologie economicamente efficaci più sostenibili per l'efficienza energetica e per preservare e garantire il carattere storico e culturale delle città europee.

1.3 Smart Technological Mix

Attualmente, numerose tecnologie sembrano avere un potenziale rilevante per una profonda riqualificazione energetica di quartieri/distretti storici. Ci sono dispositivi molto diversi e complessi che sono adatti rispettivamente agli edifici e agli spazi pubblici, sia per la produzione di energia attiva che passiva, per assorbimento di energia, conservazione, distribuzione e dissipazione. Si tratta di tecnologie innovative validate, che vanno testate ulteriormente in casi pilota e impostate nell'interazione tra di loro per ottimizzarne l'efficacia all'interno del complesso metabolismo degli edifici storici. In questa direzione si muove l'elaborazione del "toolkit" Smart Technological Mix (STM), e il trasferimento della sua attuazione al settore delle costruzioni e al mercato edilizio.

Lo Smart Technological Mix si compone di quattro prototipi di tecnologie/soluzioni non invasive e rimovibili da implementare nei 3 progetti pilota con l'approccio metodologico delineato nei paragrafi precedenti. L'uso combinato di queste tecnologie si traduce in un quadro di sinergie per la riqualificazione energetica dei quartieri storici dedicati ad attività educative, che ha l'ambizione di superare il rendimento energetico conseguito da ciascun dispositivo singolarmente.

Tutte le 4 tecnologie sono state prototipate da PMI e sono stati selezionate per :

- livelli di preparazione tecnologica;
- fattibilità tecnica ed economica;
- livello accettabile di compatibilità, rimovibilità, e minimo intervento della applicazione su edifici storici, che appaia particolarmente appropriato per un approccio integrato a livello distrettuale.

Le imponenti facciate opache negli edifici scolastici storici da sempre hanno costituito il confine tra le condizioni interne ed esterne, svolgendo un ruolo significativo nel controllo degli scambi di calore e di vapore, con un portato significativo di valori istituzionali, estetici e storici, che ad oggi ne limitano o impediscono l'alterazione.

Un primo problema ricorrente è la difficoltà di introdurre dell'isolamento termico con spessore convenzionale in queste facciate, per due ordini di motivi: le applicazioni interne rischiano di alterare l'importante ruolo di massa termica della facciata massiva; le applicazioni esterne alterano la dimensione complessiva e le caratteristiche della facciata. Da questo punto di vista, i pannelli di aerogel costituiscono una soluzione efficace per ottenere un notevole isolamento termico per gli edifici storici, in quanto possono raggiungere alte prestazioni con spessori limitati. (Nella ricerca è stato utilizzato il pannello Aeropan realizzato all'interno di un progetto europeo composto da un aerogel nanoporoso integrato in feltro-fibra flessibile PET e una lastra di rivestimento in compositi termoplastici, che rendendo il prodotto completamente riciclabile).

Una seconda sfida è quella del raffrescamento passivo dell'involucro verticale, ma soprattutto orizzontale, o inclinato, esposto alla radiazione solare diretta, e quindi a rischio di surriscaldamento estivo. I cool materials rappresentano una tecnica passiva a basso costo di risposta al problema, rispettosa dell'ambiente e che contribuisce al raggiungimento di efficienza energetica degli edifici, riducendo la domanda di energia per il raffreddamento, migliorando anche il microclima urbano (Santamouris, 2012) costituendo una delle strategie di mitigazione dell'isola di calore urbana (United States Environment Protection Agency, 2005). Sviluppati nell'ambito del progetto europeo Coolroof e dell'European Council Coolroof (Santamouris, Synnefa, Karlessi, 2011) questi materiali si basano sull'interazione tra comfort interno ed esterno nell'ambito del metabolismo complessivo del quartiere. In realtà, essi possiedono alta riflettanza solare e alta emittanza di infrarossi, pertanto, se usati per le superfici esterne (facciate di edifici e tetti, marciapiedi e open space) raggiungono temperature di superficie inferiori rispetto a quelle dei materiali tradizionali.

L'efficienza energetica a livello di distretto coinvolge anche la produzione di energia rinnovabile in situ, introducendo la terza sfida: la compatibilità dei sistemi, quali fotovoltaico e pannelli solari, che spesso non si sposa con la facies degli edifici storici, sono stati scelti in questo caso gli impianti geotermici che utilizzano earth-pipe sistemi non invasivi, compatibili con i sistemi HVAC e pertanto possono essere facilmente integrabili negli edifici storici, senza danneggiare le strutture e componenti.

Un'ultima sfida è quella costituita dalle necessità ricorrenti negli edifici storici destinati ad essere impiegati come scuole e/o università, di soddisfare le normative, di accogliere nuove funzioni e di

realizzare nuovi spazi – senza che questo tipo di edifici possa ammettere profonde alterazioni. La risposta a questo tipo di necessità è una soluzione tecnologica che permetta di realizzare spazi completamente removibili – utilizzando strutture flessibili - e, allo stesso tempo, ottimizzandone il controllo bioclimatico e l'efficienza energetica. In quest'ottica le strutture tessili hanno dei sistemi di costruzione per strutture a forma libera e adattabili in architettura e possono essere composte con elementi a membrana a bassa pressione su tubolari autoportanti, l'ideale per coprire grandi spazi con flessibilità e con leggerezza. Questo tipo di strutture possono essere realizzate con il solo uso di membrane e aria, le membrane, inoltre, sono realizzate con materiali compositi tessili in un'ampia varietà di caratteristiche specifiche di resistenza/leggerezza, il cui vantaggio principale è la totale flessibilità, portabilità, la scala e la sicurezza, la forma della struttura e la sua resistenza che dipendono dalla tensione della membrana esterna e dal pattern design.

Il miglioramento di queste tecnologie innovative ha preso le mosse dai risultati ottenuti dalle ricerche operate in precedenza e in corso, in ambito di progetti europei portati avanti dai partner coinvolti nella ricerca.

Il progetto Coolroof e le ricerche Cool materials, Cool-Coverings project, Textile Structure, Aeropan project, costituiscono i punti di partenza per la realizzazione di componenti specifici per gli edifici storici scolastici oggetto di indagine.

2.1 Principali caratteristiche dei 3 progetti pilota

I progetti pilota da realizzare si trovano geograficamente a Roma (Italia), Chania (isola di Creta-Grecia) e Barcellona (Spagna). L'intervento riguarda tre quartieri selezionati per il loro valore storico e connessi tra loro da caratteristiche comuni:

- edifici storici che presentano come punti di debolezza un consumo energetico molto elevato e una forte difficoltà di applicazione di soluzioni e tecnologie standard;
- requisiti prestazionali comuni;
- costruzione coeva all'interno di ciascun distretto, che mostra il potenziale di replica del toolkit;
- localizzazione in clima mediterraneo.

In verità le differenze tra i casi sono le caratteristiche fisiche e costruttive degli edifici e i fattori microclimatici locali, infatti, considerare le diversità locali e microclimatiche, all'interno del macro-contesto mediterraneo, è un'operazione molto importante per l'efficacia della ricerca: Smart Technologies Solutions saranno applicate a ciascun caso specifico, adattandole ai diversi contesti architettonici e stratigrafici, caratterizzati dalla temperatura e dai fattori microclimatici differenti di umidità, ventilazione, pressione, dati di precipitazione, ecc.

I risultati acquisiti attraverso monitoraggio e analizzati costituiranno dei benchmark di ciò che può essere raggiunto nei tre contesti diversi.

2.2 Principali caratteristiche del progetto-pilota a Roma, Italia

Il progetto-pilota italiano è costituito dall'edificio dell'Istituto di Botanica situato all'interno del Campus della Università di Roma Sapienza. Al giorno d'oggi, questo è uno degli edifici scolastici più stimolante da scegliere come l'oggetto di un intervento di rigenerazione architettonica profonda, in ragione del:

- valore storico e architettonico dell'Istituto, progettato nel 1930 da Giuseppe Capponi, uno degli architetti più interessanti dell'architettura moderna italiana;
- carattere di "edificio bioclimatico" ante litteram (l'originalità della aggregazione di elementi costruttivi, tra cui serre e altri dispositivi bioclimatici, già previste nel progetto originale);
- presenza di una fitta rete di relazioni multiscalarari (livello locale, urbano ed edilizio) che coinvolgono diverse aree all'interno dello stesso edificio, delle serre e del giardino botanico;
- ruolo simbolico del Campus Universitario della capitale d'Italia, la città storica per eccellenza, come modello di intervento su edifici storici italiani in materia di obbligo di efficienza energetica degli edifici pubblici a partire dal 2018.

A livello territoriale, una prima valutazione evidenzia come questo tipo di attività potrebbe essere solo l'inizio di un progetto più ambizioso che mira a trasformare l'intero Campus in una Smart City,

in relazione a tre fattori che lo caratterizzano fortemente: accessibilità, grazie alla sua vicinanza alla stazione centrale della capitale; la localizzazione, dato che si trova nel centro della città di Roma, e il significato, dato il suo alto grado di rappresentatività sul territorio, per il suo valore simbolico e istituzionale.

L' Istituto di Botanica è una parte del Campus universitario che è significativo anche da un punto di vista quantitativo, con una superficie totale di 7.035 mq, 333 MWh/anno di consumo di calore e di 384 MWh/anno di consumo di energia elettrica. Da un punto di vista architettonico è in uno stato di deterioramento fisico ed energetico (Figg. 1-8).



Fig. 1. Campus dell'Università Sapienza di Roma (Immagine elaborata da Roberta Guarneri).



Fig. 2. L'Istituto di Botanica (Immagine elaborata da Roberta Guarnieri).

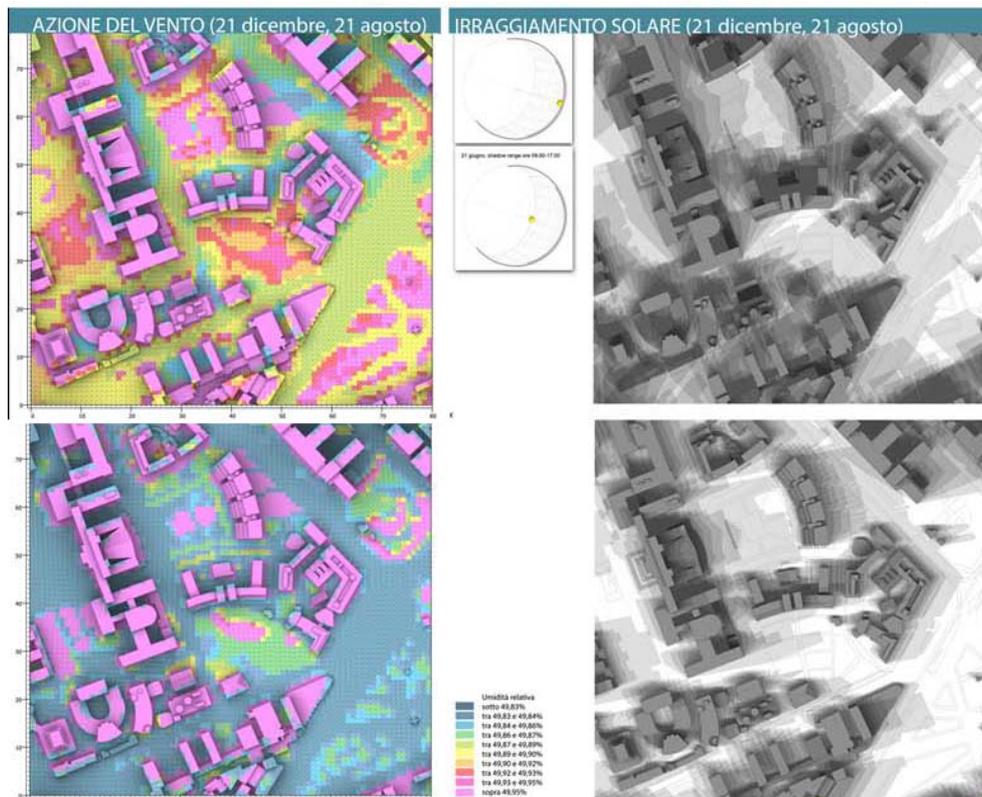


Fig. 3. Analisi bio-climatica (Immagine elaborata da Roberta Guarnieri).



Fig. 4. Analisi bio-fisica (Immagine elaborata da Roberta Guarneri).

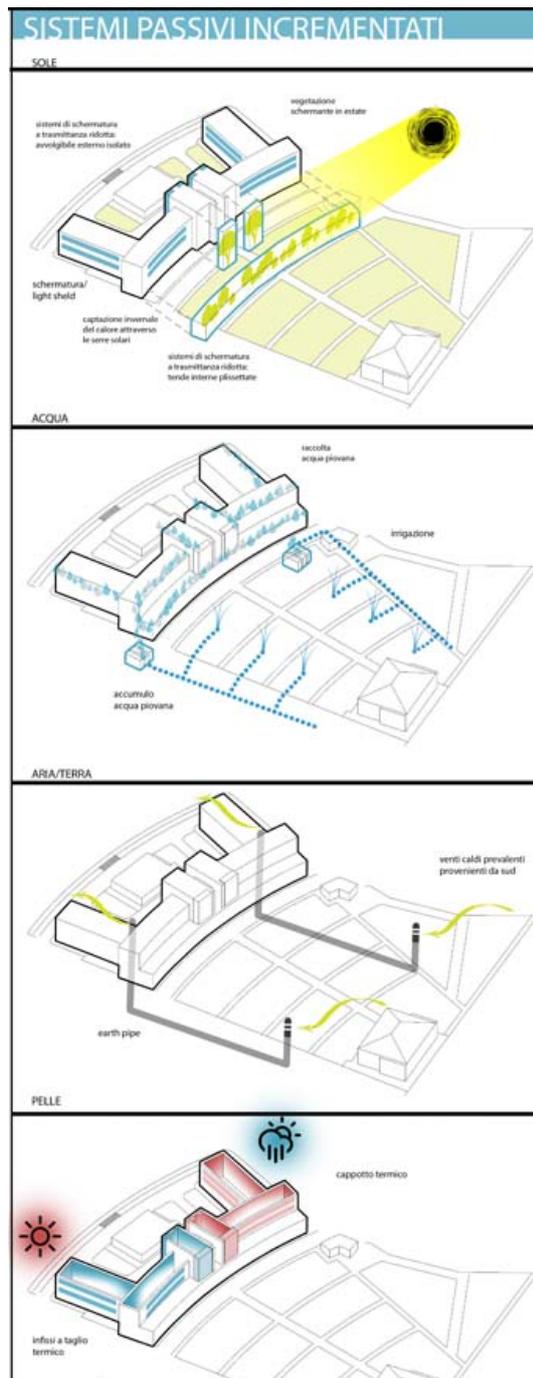


Fig. 7. Sistemi passivi (Immagine elaborata da Roberta Guarnieri).

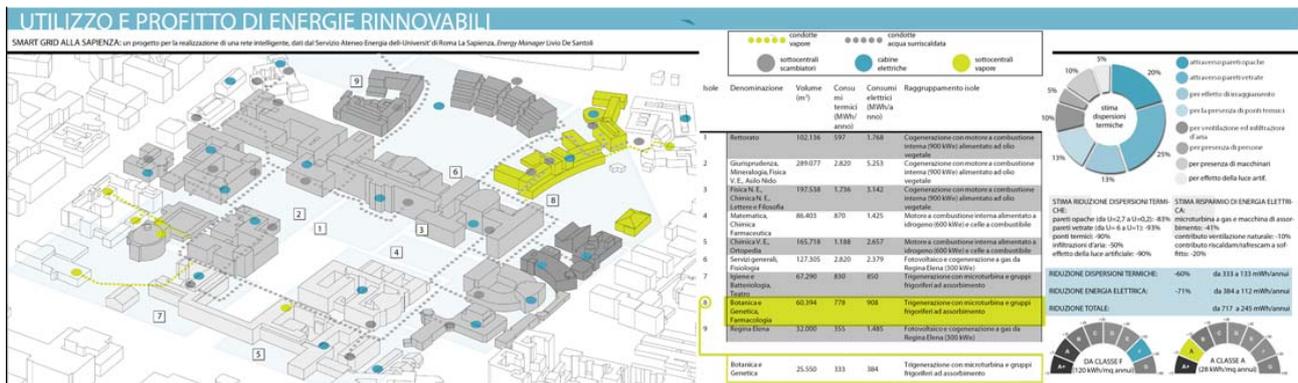


Fig. 8. Impiego delle risorse energetiche rinnovabili (Immagine elaborata da Roberta Guarnieri).

2.3 Modelli per una profonda rigenerazione di edifici scolastici storici

Alcuni progetti di ricerca già conclusi o in corso inerenti questo tema sono stati considerati come collegati e trasferibili nei risultati al progetto presentato, e si sta facendo ampiamente riferimento ai risultati (casi pilota e linee guida) dei progetti europei che vanno dalle singole ristrutturazioni di edifici storici fino a distretti cittadini. Si sta tenendo conto dei casi pilota e delle linee guida per il retrofit risultanti del progetto New4Old (New4Old, 2009) adattandoli alle diverse condizioni climatiche e funzionali e combinandoli in un approccio integrato a livello di distretto; dei risultati del progetto 3enCult (3enCult, 2013) per l'audit energetico e l'analisi dell'efficienza energetica, insieme alla prospettiva a lungo termine sui cambiamenti climatici (Kilian, Leissner, 2011) e di metodologie di simulazione per gli edifici storici e per il patrimonio.

I risultati del progetto EFFESUS, tuttora in corso, si stanno rilevando estremamente significativi per la definizione di un approccio olistico applicato al miglioramento del rendimento energetico dei quartieri storici (EFFESUS, 2013). Allo stesso tempo, per gli aspetti dell'analisi microclimatica dello spazio aperto si stanno prendendo in considerazione il progetto RUROS (Centre for Renewable Energy Souches, 2004) e il progetto Bridge (Chrysoulakis, Mitraka, Diamantakis, 2010) caratterizzati da approcci che valutano attentamente l'interazione tra esterno-interno.

Inoltre, i risultati del progetto SMooHS permetteranno di definire al meglio di un sistema di controllo adeguato per valutare il rendimento energetico dei casi pilota dopo la ristrutturazione.

Molti progetti conclusi e ricerche on-going dei partner coinvolti nella ricerca a diversi livelli, andranno ad arricchire l'esperienza condivisa del gruppo. Tra questi, HOLISTEEC, BECA, Build up, EPI-SCOPE, e Teenergy sono alcuni tra i progetti degni di nota per il modo in cui analizzano il retrofit e l'efficienza energetica da un punto di vista globale.

Infine, seguendo l'esempio del protocollo GBC Italia per gli edifici storici e le "Linee guida per l'uso efficiente dell'energia in Beni Culturali" sviluppato dal MIBAC, la ricerca ha messo a punto un kit di strumenti linee guida adatto per l'Italia che verrà migliorato e impostato sulle specifiche condizioni e le normative dei partner dell'Europa meridionale coinvolti nel processo di ricerca (Italia, Spagna, Grecia, Cipro, Portogallo) e che saranno applicati e testati sui tre progetti pilota.

Attraverso la co-partecipazione di istituti di ricerca, studi di architettura e le PMI si propone un approccio olistico che mira a realizzare un modello per il recupero/conservazione del valore storico del quartiere, insieme alla sua rigenerazione ad alta efficienza energetica, i partner coinvolti stabiliscono collegamenti e rafforzano gli scambi di confronto per migliorare e implementare l'innovazione di tecnologie non invasive, progettazione, pianificazione, gestione e integrazione di sistemi solari attivi e passivi nelle strategie di riqualificazione dell'edilizia storica, a livello di distretto/quartiere pubblico nel sud Europa. In linea con il progetto europeo EFFESUS, questo modello dovrebbe riconoscere i quartieri storici come dei sistemi complessi, integrati di aree edificate e non, evidenziando così la costante interazione tra il tessuto urbano e gli spazi aperti (Fuchter, Kershaw, Mills, 2013) e il loro rapporto con l'ambiente fisico e le condizioni climatiche.

3.1 Aspettative

Come parte di un più ampio processo di ricerca, il progetto prende le mosse dai risultati ed esiti di numerosi progetti di ricerca europei conclusi e in corso inerenti questo argomento. La ricerca ormai

conclusa Episcopo-tabula ha lavorato su tipologie edilizie e strategie di risparmio energetico, focalizzando l'attenzione sulla ristrutturazione di singoli edifici residenziali e rivela il potenziale del rinnovamento in termini di efficienza energetica (sebbene le condizioni degli edifici storici siano ancora più eterogenee di quelle delle singole abitazioni civili). La relazione del progetto sottolinea che il fabbisogno di energia primaria per la produzione di alta acqua può essere ridotta dal 10 al 25% rispetto alle ristrutturazioni convenzionali, e la produzione di emissioni di CO2 può a sua volta essere ridotta dal 10 al 15% rispetto a quanto si possa ottenere in una riqualificazione convenzionale, e fino al 80% se confrontato con lo stato di fatto.

In questo contesto l'aspettativa preliminare del progetto di ricerca è quello di massimizzare i guadagni bioclimatici passivi e ridurre al minimo il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento, il raffreddamento, e le emissioni di CO2 con l'attuazione di una metodologia di progettazione energetica operata attraverso lo Smart Technological Mix.

3.2 Quadro metodologico e pilastri principali

Un'ulteriore ambizione del progetto di ricerca è quello di definire un quadro concorrenziale integrato di strategie sinergiche per l'applicazione di quattro soluzioni tecnologiche finalizzate alla riqualificazione energetica degli edifici storici di istruzione in Europa meridionale (Toolkit), migliorando le metodologie attuali per la riqualificazione energetica e ristrutturazione architettonica. Il progetto propone di applicare agli edifici storici tecnologie non invasive che permettano la compatibilità e la reversibilità degli interventi, in una prospettiva di intervento minimo. Per queste ragioni e ambizioni, tenendo conto che ogni intervento su edifici storici è insufficiente se non incorniciato in uno sforzo sinergico finalizzato alla rigenerazione urbana e alla riduzione del consumo energetico, il progetto di ricerca sta per implementare, testare e impostare le Smart Technological Solutions.

Il progetto affronta riluttanze e dubbi che spesso si trovano tra costruttori, progettisti e installatori, relativamente all'applicazione di tecnologie innovative su edifici storici, e pertanto i pilastri principali che caratterizzano il modello innovativo di questa ricerca per l'azione congiunta delle Smart Technological Solutions nel rispetto delle caratteristiche degli edifici storici, verso profonda riqualificazione, efficienza energetica e ristrutturazione architettonica sono:

- **minimo intervento_** Il principio del minimo intervento si applica a tutte le scale, da un singolo mattone alle opere di rilevante alterazione. Se tutte le opere sono ridotte al minimo necessario, il tessuto storico sarà preservato, e con esso il significato che incorpora.
- **compatibilità_** Tutte le modifiche, dalle piccole riparazioni alle alterazioni più importanti devono essere realizzate con materiali e tecniche, che siano compatibili con il tessuto storico. I materiali moderni tendono ad essere meno flessibili e meno permeabili di quelli tradizionali, e se usati a livello di tessuto storico possono accelerarne notevolmente il decadimento dell'identità originale. In genere la migliore pratica per tutti i lavori di trasformazione direttamente correlati a un tessuto storico è quella di essere meno invasivi e più permeabili.
- **reversibilità_** cambiamenti inevitabili che possono essere dannosi per il significato di un edificio e pertanto dovrebbero essere completamente reversibili, quando possibile. L'adozione di questo principio significa che se il significato e l'identità dei manufatti venisse oscurata temporaneamente, il tessuto storico può essere restituito al suo stato originale, senza danni. Questo principio può essere applicato a tutti i livelli, dalle singole operazioni di manutenzione localizzate fino a quelle caratterizzate da una più consistente trasformazione.

Durante l'intero sviluppo del modello innovativo per una profonda rigenerazione e l'efficienza energetica degli edifici scolastici storici, la ricerca e la sua diffusione sarà supportata e completata dall'attuazione dei 3 progetti pilota e da una struttura transnazionale.

Infine, la compilazione di una Road Map dei distretti scolastici del Sud Europa potrebbe aprire la strada a possibili applicazioni future dello strumento, sia in Europa che al di fuori dei confini europei per trasferire conoscenze e ampliare i settori di mercato.

Note

1. Gli edifici scolastici rappresentano il 12 % del consumo di energia tra gli edifici non residenziali, secondi solo agli uffici e al settore del commercio al dettaglio. Source: BPIE survey.

Gli autori

Alessandra Battisti, Professore Associato presso il Dip. PDTA dell'Università "La Sapienza" di Roma, docente di Progettazione Ambientale e Tecnologia dell'Architettura presso il Corso di Architettura di Laurea UE. Direttore del Master Universitario di 2 ° livello in "Valorizzazione e gestione dei centri storici minori". Membro del Consiglio del Dottorato di ricerca in Pianificazione, Design e Tecnologia dell'Architettura, docente al Master Universitario di 2 ° livello in "Architettura Sostenibile e Tecnologie sostenibili per l'Ambiente" . Consulente esperto per la Comunità europea - DG XXII - nel settore Energia; esperto consulente nel roster dei consulenti del MIUR . Membro del Gruppo di Lavoro per l'efficienza energetica del MiBAC.

Fabrizio Tucci, Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura e Progettazione Ambientale presso il Dipartimento PDTA dell'Università di Roma "La Sapienza", dove è anche Coordinatore del Dottorato di Ricerca in "Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura" (dal 2014), Direttore del Master di II livello "Architettura Bioecologica e Tecnologie Sostenibili per l'Ambiente" (dal 2012 al 2014), Presidente del Corso di Laurea Magistrale in "Architettura del Paesaggio" (dal 2009 al 2013), Membro del Collegio dei Docenti del Dottorato di Ricerca in "Progettazione Ambientale" (dal 2001 ad oggi), Membro del Collegio della Scuola di Specializzazione in "Beni naturali e territoriali" (dal 2007 ad oggi). Membro del Comitato direttivo della SITdA "Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura" (dal 2014). Membro del Comitato direttivo del Centro Interuniversitario "ABITA" (dal 2003). Coordinatore del tavolo nazionale sulla "Green Economy in Edilizia e Urbanistica" degli Stati Generali della Green Economy/Ministero dell'Ambiente e Ministero dello Sviluppo Economico.

Riferimenti bibliografici

European Council, European Parliament. Directive 2010/31/EU on energy performance of buildings (recast). n.d.

European Council, European Parliament. Directive 2002/91/EC on energy performance of buildings. n.d.

European Council, European Parliament. Directive 2012/27/EU on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC. n.d.

Outrequin P., Charlot-Valdieu C. (2003), *La démarche HQE2R de conduite de projet urbain intégrant le développement durable*.

BRITA in PuBs, (2008), *Handbook of design guidelines, tools and strategies for low energy refurbishment of public buildings*.

BPIE, (2011), *Europe's Buildings under the Microscope*, Bruxelles.

European Union, European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2012), *Cultural heritage research: survey and outcomes of projects within the environment theme: from 5th to 7th Framework programme*. Luxembourg: EUR-OP.

- Santamouris M. (2012), *Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments*, Sol Energy.
- United States Environment Protection Agency. (2005), *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies Cool Pavements*.
- Santamouris M, Synnefa A, Karlessi T. (2011), *Using advanced cool materials in the urban built environment to mitigate heat islands and improve thermal comfort conditions*. Sol Energy, 85:3085–102.
- New4Old (2009), *Technical guidelines for building designers*.
- 3encult (2013), *Technical guidance on energy efficient renovation of historic buildings*.
- Kilian R, Leissner J. (2011), *Modelling climate change impact on cultural heritage – The European project Climate for Culture*. In: International Conference Climatization of Historic Buildings S of the A 2010, Linderhof, editor. Proc. EWCHP–2011 Eur. Workshop Train. Day Cult. Herit. Preserv., Berlin.
- EFFESUS (2013), *Energy eFFiciency for Eu historic disctricts SUSTainability*.
- Centre for Renewable Energy Sources, Department of Buildings (2004), *Designing open spaces in the urban environment?: a bioclimatic approach*. Athens: Centre for Renewable Energy Sources.
- Chrysoulakis N., Mitraka Z., Diamantakis E. (2010), *Accounting for urban metabolism in urban planning. The case of BRIDGE*. Proc. 10th Int. Conf. Des. Decis. Support Syst. Archit. Urban Plan. 19-22 July Tech. Univ. Eindhoven, Eindhoven.
- Fletcher J.A., Kershaw T, Mills G. (2013), *Urban form and function as building performance parameters*. Build Environ, 62:112–23.