



Agenzia nazionale per le nuove
tecnologie, l'energia e lo sviluppo
economico sostenibile



Università di Chieti - Pescara
"Gabriele D'Annunzio"



Università di Napoli
"Federico II"



Università di
Ferrara



PIANO DI RICOSTRUZIONE DEL COMUNE DI ARSITA (TE)

a seguito dell'evento sismico del 6/04/2009

Coordinamento e responsabilità scientifica delle attività:

Dr. Ing. Maurizio Indirli (ENEA)

Gruppo di lavoro:

ENEA

Maurizio Indirli, Dante Abate, Stefania Bruni, Bruno Carpani, Elena Candigliota, Roberta Chiarini, Graziano Furini, Fabio Geremei, Alessandra Gugliandolo, Francesco Immordino, Giuseppe Maino, Giuseppe Marghella, Anna Marzo, Lorenzo Moretti, Giuseppe Nigliaccio, Samuele Pierattini, Claudio Puglisi, Augusto Screpanti, Maria-Anna Segreto

Università di Chieti-Pescara Gabriele D'Annunzio

Samuele Biondi, Enrico Miccadei, Enrico Spacone, Ivo Vanzi, Nicola Cataldo, Sara Staniscia

Università di Napoli "Federico II"

Antonio Formisano, Carmine Castaldo, Letizia Esposito, Gilda Florio, Roberta Fonti

Università di Ferrara

Carmela Vaccaro, Antonio Tralli

Master "Architettura Sostenibile" Università di Bologna, tutoring ENEA

Matteo Angelini, Chiara Massaia, Teresa Gambatesa (*)

(*) dottoranda in Ingegneria Strutturale presso l'Università di Ferrara

TITOLO DEL DOCUMENTO

3A_01_g1

Aspetti energetici: energia solare

Revisione	Data	AUTORI					
0	12-11-2012	Nome	A. Gugliandolo	M-A. Segreto	M. Indirli		
		Firma	<i>A. Gugliandolo</i>	<i>M-A. Segreto</i>	<i>M. Indirli</i>		
1	01-02-2013	Nome	A. Gugliandolo	M-A. Segreto	M. Indirli		
		Firma	<i>A. Gugliandolo</i>	<i>M-A. Segreto</i>	<i>M. Indirli</i>		
2		Nome					
		Firma					
3		Nome					
		Firma					

1.	<u>PREMESSA</u>	3
2.	<u>INTRODUZIONE</u>	4
3.	<u>IL RISPARMIO ENERGETICO E IL PIANO DI RICOSTRUZIONE</u>	4
4.	<u>GLI ELEMENTI DI INVOLUCRO</u>	6
5.	<u>GLI ELEMENTI IMPIANTISTICI</u>	6
6.	<u>LA DIAGNOSI ENERGETICA DEL COMUNE DI ARSITA</u>	7
7.	<u>IPOTESI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL COMUNE DI ARSITA</u>	7
7.1	LA ZONA CLIMATICA DI ARSITA	7
7.2	INTERVENTI SULL'INVOLUCRO	8
7.3	INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO ENERGETICO CON SISTEMI SOLARI PASSIVI	16
7.4	ILLUMINAZIONE URBANA	19
8.	<u>CONCLUSIONI</u>	21

1. PREMESSA

La Regione Abruzzo non ha legiferato in materia di certificazione energetica degli edifici e ambientale. Si applica, quindi, in materia energetica e di certificazione energetica, la normativa nazionale basata sul D. Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005, integrato e modificato dal successivo D. Lgs. n. 311 del 2006 e dai suoi decreti attuativi, tra cui le Linee Guida nazionali alla certificazione energetica (DPR n. 59 del 2 aprile 2009) e il Regolamento sul Rendimento energetico in edilizia (Decreto interministeriale del 26 giugno 2009). Quest'ultimo decreto è stato concepito per dare piena operatività al D. Lgs. 192/2005, attraverso la definizione:

a) delle linee guida nazionali per la certificazione energetica (art. 6, comma 9 del D. Lgs. 192/2005);
b) degli strumenti di raccordo, concentrazione e cooperazione tra Stato e regioni (art. 5, comma 1 del D. Lgs. 192/2005).

Per quanto riguarda l'adeguamento energetico degli edifici colpiti dal sisma e per i quali è stato emesso un giudizio di agibilità in funzione delle schede AEDES, per la ricostruzione, ci si riferisce alle seguenti normative:

- Decreto del Commissario per la Ricostruzione n.44 del 17 febbraio 2011 "Adeguamento energetico degli edifici con esito E", in cui si stabilisce che il contributo per il miglioramento energetico non può superare quello stabilito dall'OPCM 3881/2010, considerando l'adeguamento energetico così come previsto dal D.Lgs 192/2005 e s.m.i.;

- Decreto 11 marzo 2008, coordinato con Decreto 26 gennaio 2010, Attuazione dell'articolo 1, comma 24, lettera a) della legge 24 dicembre 2007, n. 244 e s.m.i..

Sono esclusi dall'obbligatorietà di efficientamento energetico tutti gli edifici vincolati come beni culturali ai sensi della Parte Seconda del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i. (Codice dei beni Culturali e del Paesaggio) o come beni paesistici ai sensi dell'art. 136 del ridetto D.Lgs. o comunque individuati come edifici di pregio dagli strumenti urbanistici generali vigenti.

Sono, inoltre, esclusi tutti gli interventi sugli edifici che presentano soluzioni di facciata ritenute particolarmente significative ai fini della conservazione delle identità locali.

2. INTRODUZIONE

L'obiettivo di recuperare il patrimonio edilizio esistente si basa sul principio di non consumare ulteriormente il territorio, una risorsa né illimitata, né rinnovabile. Si evidenzia, quindi, la volontà di riconoscere e riproporre, cioè di restaurare e valorizzare, al meglio delle attuali conoscenze in ambito tecnico-scientifico prima e sociologico poi, le caratteristiche intrinseche di un organismo edilizio o di un tessuto antropico.

Riferendosi alla definizione di un prototipo dell'identità "architettonica e ambientale" si tende alla valorizzazione di un patrimonio culturale, ancor prima che fisico-edilizio.

L'obiettivo di recuperare vuole dare valore alle caratteristiche intrinseche del materiale, delle diverse parti del costruito, estrarre la cosiddetta energia grigia¹, propria dei materiali ancor prima di diventare elementi.

Recuperare, riqualificare, ricostruire, sono tutti processi che non prevedono l'impiego massiccio di risorse non rinnovabili ma, al contrario, ognuna di queste azioni prevede l'avvio di un nuovo ciclo di vita dell'edificio. Un punto importante da mettere in evidenza è, altresì, il fatto che riqualificare/restaurare non significa assolutamente dover rinunciare a modernizzazione ed innovazione. Le tecniche ad oggi disponibili ci danno l'opportunità di reinterpretare valori tradizionali in chiave innovativa senza rinunciare all'identità storica di un organismo edilizio e del contesto nel quale esso è inserito.

Grazie ad opportuni adeguamenti sotto il profilo del contenimento energetico, sfruttando tecniche di bioarchitettura, metodologie che utilizzano per il ripristino architettonico un attento reimpiego dei "materiali di risulta" e la rigenerazione delle malte e degli intonaci e che utilizzano materiali, soluzioni architettoniche e tecniche compatibili con l'esistente, è possibile riqualificare energeticamente mantenendo l'estetica e il valore storico.

L'obiettivo finale, quindi, non deve essere la creazione, per ogni organismo edilizio, di un "museo di se stesso" piuttosto di una ri-funzionalizzazione e di una ri-valorizzazione, dell'involucro e dei suoi spazi in funzione dell'impianto originario.

Tra l'altro, visto il particolare momento storico che stiamo attraversando, è importantissimo concentrare i propri sforzi, nell'ambito della ricostruzione, per ottenere una ri-valorizzazione del tessuto edilizio ed urbanistico dei centri storici che abbia come obiettivi finali quelli della sostenibilità (ambientale ed energetica), il recupero dei beni storici e l'aumento del loro valore in termini di attrattività turistica.

3. IL RISPARMIO ENERGETICO ED IL PIANO DI RICOSTRUZIONE

Il rispetto della normativa sul risparmio energetico rappresenta soltanto una delle numerose problematiche da affrontare durante gli interventi di conservazione e riqualificazione dei centri storici e del patrimonio culturale.

Uno degli elementi principali di cui si deve tener conto durante le fasi di un intervento di questo tipo è che non bisogna agire cercando soltanto di ottemperare ai dettami di legge; il rispetto di questi ultimi deve essere coniugato con la tutela e la valorizzazione del bene storico.

E' prassi comune affrontare l'applicazione delle norme in campo energetico cercando di "risolvere il problema" facendo ricorso a deroghe, sfruttando la possibilità di avvalersi di misure alternative in qualche modo equivalenti ai requisiti di legge.

In molti casi, però, questa possibilità è stata, spesso, interpretata come la possibilità di ottenere uno "sconto" ogni qualvolta l'organismo oggetto di riqualificazione è un bene storico, ciò soprattutto a causa della mancanza di precise indicazioni sulle modalità di valutazione delle soluzioni alternative. Le

¹ Per **energia grigia** si intende la quantità di energia necessaria per produrre, trasportare fino al luogo di utilizzo, e smaltire un prodotto o un materiale o per assicurare un servizio. Generalmente, con il termine energia grigia si indica una *metodologia* per valutare l'ammontare totale dell'energia utilizzata nel corso dell'intera vita del prodotto: estrazione delle materie prime, trasporto, trasformazione, montaggio, installazione, come pure la demolizione e lo smaltimento. Alcune metodologie puntano a esprimere l'energia grigia in termini di consumo di petrolio necessario; altre metodologie la valutano in termini di quantità di luce solare che viene utilizzata nei processi ecologici.

soluzioni adottate sono, infatti, state interpretate come una semplice possibilità di limitare gli interventi da eseguire se non addirittura di esserne esonerati. Questo erroneo modo di intendere le indicazioni di legge, ha causato nel tempo numerosi problemi perché ha reso indifeso, nei confronti di possibili miglioramenti, il patrimonio storico.

La fruizione di un bene di questo tipo, nelle migliori condizioni di confort e sicurezza, non è, invece, da intendersi solo come un mero obbligo normativo ma è parte essenziale della sua valorizzazione e della sua tutela. Oggi è possibile fare ciò grazie a nuove tecniche e nuovi materiali “non invasivi” che consentono l’ottenimento di ottime prestazioni energetiche rispettando al tempo stesso le caratteristiche storico-culturali del bene senza svilirne il valore artistico ed estetico.

Seguendo le disposizioni comunitarie, anche in Italia, nelle normative più recenti l’approccio prestazionale ha acquistato un valore di strumento valido in tutti i casi indebolendo fortemente la figura della deroga. Non si impone più l’adozione di una specifica misura ma si chiede di dimostrare l’adeguatezza delle scelte compiute alla luce degli obiettivi prefissati.

In ambito di risparmio energetico si ritrovano vari rimandi alla possibilità di andare in deroga nel caso di beni di interesse culturale. In particolare il comma 3 dell’ Art. 4 della Direttiva 2002/91/CE prevede che gli Stati membri possono decidere di non istituire o di non applicare i requisiti minimi di rendimento energetico per gli edifici ed i monumenti ufficialmente protetti come patrimonio designato o in virtù del loro speciale valore architettonico o storico, nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe un’alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto.

Tale rimando è stato ripreso nel D. Lgs 192/2005 ed in particolare dal comma 3 dell’ Art. 3 del suddetto decreto che riporta quanto segue:

“Sono escluse dall’applicazione del presente decreto le seguenti categorie di edifici:

a) gli immobili ricadenti nell’ambito della disciplina della parte seconda e dell’art. 136 comma 1, lettere b) e c) 5, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n.42, recante il codice dei beni culturali e del paesaggio nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe una alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto con particolare riferimento ai caratteri storici o artistici.”

Quindi la normativa italiana prevede la possibilità di andare in deroga al rispetto dei requisiti minimi di legge con un esplicito riferimento ai centri storici, ma il ricorso alla deroga è applicabile esclusivamente a quegli interventi che possono danneggiare le peculiarità materiche e formali dei beni.

Questa ultima nota ha grande rilevanza poiché specifica che non è vero che sui beni culturali non esiste obbligo di intervenire per migliorarne il rendimento energetico, ma al contrario bisogna farlo in maniera appropriata valutando le azioni migliori da intraprendere analizzando ogni singolo caso in maniera specifica.

Gli edifici storici, a causa anche dei “non interventi” effettuati nel corso degli anni, sono enormemente energivori e di conseguenza la loro gestione dal punto di vista energetica non è cosa facile. Per quanto appena detto, anche se non c’è l’obbligo di rispettare i requisiti minimi di rendimento energetico imposti dalle disposizioni normative, tali valori devono comunque rappresentare un livello ottimale (sia di confort che economico) a cui cercare di arrivare, compatibilmente con le esigenze di tutela degli immobili, attraverso interventi mirati e specifici per ogni particolare contesto.

Nel particolare caso dell’edilizia storica, lo studio approfondito delle strutture permette di individuare i punti di maggiore dispersione degli organismi edilizi al fine di intervenire con interventi mirati e specifici. E’ molto importante nella fase di diagnostica iniziale, collocare temporalmente i diversi interventi costruttivi sul fabbricato e le successive modifiche ciò per determinare le zone di possibile discontinuità e disomogeneità delle murature (ponti termici²) o la presenza di vuoti (canne fumarie, intercapedini, ecc.), che possono essere causa di un incremento delle dispersioni.

Nel recente passato è stato sottovalutato il comportamento passivo degli edifici, puntando quasi esclusivamente sull’impiantistica per compensare le variazioni climatiche. I nostri avi, invece, non

²Si definisce ponte termico qualsiasi discontinuità costruttiva presente in una struttura edile, sia essa costruita con tecniche tradizionali sia con tecniche industrializzate. Per discontinuità costruttiva si intende quella parte della struttura che presenta caratteristiche termiche significativamente diverse da quelle circostanti ed in cui le potenze termiche disperse hanno entità molto più elevate rispetto a quelle delle zone vicine. Un ponte termico incide negativamente sull’isolamento di un edificio perché costituisce una fuga privilegiata per gli scambi di calore con l’esterno.

possedendo gli strumenti tecnologici di cui disponiamo oggi, non hanno potuto ignorare i fattori climatici soprattutto nei contesti ambientali più estremi. Essi, si sono, infatti, ingegnati e, a seconda dei contesti, utilizzavano specifici accorgimenti costruttivi per compensare le variazioni climatiche; fondamentali erano, ad esempio, la localizzazione, l'orientamento, l'inclinazione delle coperture, i sistemi di ombreggiatura, il colore della superficie esterna, la dimensione e collocazione delle aperture. Per fare un esempio ricordiamo che in molti centri storici del bacino del Mediterraneo (Sicilia, Tunisia, Marocco...) le abitazioni tradizionali sono tinteggiate di colore bianco per respingere i raggi solari rimanendo in questo modo fresche anche d'estate.

4. GLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

Le dispersioni termiche attraverso gli involucri esterni rappresentato il punto focale della diagnostica sui consumi energetici degli edifici.

Anche se in molti casi tale criticità viene in parte compensata dal notevole spessore delle murature e dalla selezione dei materiali costruttivi, molto spesso le suddette dispersioni possono determinare dei costi di gestione insostenibili. Al fine di fare un esempio diciamo che un edificio costruito oggi, rispettando i requisiti di legge, deve avere consumi di circa 70 kWh/mq*anno; un edificio storico può arrivare ad avere consumi anche 6-7 volte maggiori.

Nel caso del Comune di Arsità, dopo avere effettuato un'analisi approfondita delle caratteristiche energetiche degli organismi edilizi, è stato rilevato un consumo medio per edificio pari a circa **450 kWh/mq*anno**.

Intervenire, ad esempio, con un isolamento a cappotto dall'esterno è nella maggior parte dei casi improponibile in quanto il paramento esterno contraddistingue in maniera unica la struttura. Molto più fattibile, soprattutto nel caso dei centri storici caratterizzati da un'edilizia semplice che non presenta particolari articolazioni volumetriche interne, è un cappotto interno, anche se meno efficace dal punto di vista della correzione dei ponti termici. Questo è un modo "intermedio" che ci consente comunque di raggiungere l'obiettivo di risparmio energetico senza compromettere il valore del paramento esterno. Altro elemento causa di notevoli dispersioni termiche è costituito dalle chiusure orizzontali di copertura (tetti e terrazze). In passato si era soliti intervenire demolendo e ricostruendo ex novo la struttura avendo cura di salvaguardare esclusivamente l'aspetto estetico riproponendo la stessa tipologia di manto di copertura.

Le tecniche oggi in uso ci portano, invece, a preferire interventi di tipo puntuale mirati alla sostituzione dei soli elementi ammalorati.

In caso di riqualificazione si può, quindi, procedere con l'interposizione di un adeguato strato isolante preservando le strutture originali, seppur non a "norma" in termini di dispersioni termiche. Tra l'altro, oggi sono presenti in commercio materiali compatibili con i materiali tradizionali (isolanti a base di legno, kenaf, fibre di cocco...) che consentono di isolare in maniera adeguata senza creare problemi di condensa.

Altro problema non indifferente è costituito dalle dispersioni attraverso gli infissi. Generalmente i vecchi infissi sono costituiti da vetri singoli e telai ammalorati con strutture deformate che generano numerosi punti disperdenti. Caso per caso andrà valutato se i serramenti presenti possono essere oppure se sostituire, laddove tecnicamente possibile, solo le lastre di vetro, o lasciare intatto l'infisso esistente, aggiungendo verso l'interno un secondo serramento moderno tale da garantire le prestazioni termiche conformi alla normativa.

5. GLI ELEMENTI IMPIANTISTICI

Il secondo importante elemento che caratterizza l'efficienza energetica di un edificio è, ovviamente, l'impianto di riscaldamento e/o produzione di acqua calda sanitaria.

Nel caso dell'inserimento di nuovi impianti tecnologici al fine di conciliare l'edificio con le esigenze d'uso contemporanee, si pone poi il problema della loro compatibilità con le strutture esistenti. La metodologia di analisi da adottare, anche in questo caso, si basa sulla conoscenza del contesto di intervento, delle sue caratteristiche spaziali, estetiche e ambientali al fine di capire quali elementi

tecnologici inserire e come realizzarli attraverso valutazioni ad hoc, evitando soluzioni basate esclusivamente su considerazioni di natura economica.

In presenza, ad esempio, di pavimenti degradati da rimuovere può essere valutata la possibilità di realizzare un impianto a pavimento. Tale intervento non è ovviamente ipotizzabile nel caso di pavimenti di pregio; in questo secondo caso si possono studiare soluzioni differenti con, eventualmente, interventi sulle murature. La conoscenza

Della struttura e l'individuazione di eventuali intercapedini e/o passaggi da sfruttare per l'alloggiamento di cavidotti e apparecchiature, nonché la presenza di impianti preesistenti da poter in parte riutilizzare, permettono di ridurre al minimo l'invasività dei nuovi impianti.

I nuovi impianti devono inserirsi nel contesto esistente come un nuovo segno che lo caratterizza e non come un elemento deturpante.

Lo stesso vale per gli impianti di illuminazione: oggi in commercio sono disponibili prodotti sempre più efficienti ed economici con design anche di tipo "tradizionale".

Elemento fondamentale è in ogni caso la ricerca di soluzioni originali, innovative e di alta qualità architettonica, nel pieno rispetto delle istanze del progetto di conservazione nonché dell'efficienza prestazionale dell'intervento realizzato.

6. LA DIAGNOSI ENERGETICA DEL COMUNE DI ARSITA

Effettuare una diagnosi energetica completa del sistema edificio-impianto consente di poter calcolare quello che tecnicamente viene definito come **bilancio energetico** dell'edificio e che permette di valutare quali siano i maggior consumi su cui intervenire.

Il bilancio termico diventa elemento fondante al fine di produrre un audit energetico, con obiettivi e finalità ben precisi, quali:

- l'inquadramento di un edificio storico e capire quanto consuma; da recenti indagini Istat, su dati del Cresme, si rileva che un edificio esistente in Italia consuma dai 220 ai 240 kWh/mq*anno; questi consumi raddoppiano nel caso di edifici storici;
- l'individuazione dei livelli di rendimento e di efficienza energetica degli edifici oggetto dell'audit;
- l'individuazione di potenziali ostacoli all'integrazione di alcune tecnologie;
- la valutazione del possibile impiego di fonti rinnovabili.

A partire dalla documentazione messa a disposizione dell'Ufficio Tecnico Comunale e procedendo con un sopralluogo "a tappeto" dell'intero comprensorio comunale, è stato possibile rilevare:

- tipologia e destinazione di utilizzo degli edifici;
- caratteristiche e condizioni manutentive degli involucri edilizi;
- configurazione e caratteristiche degli impianti presenti.

I sopralluoghi effettuati hanno consentito di raccogliere una ingente mole di dati che, analizzati e studiati attraverso l'applicazione di specifici software per la verifica delle prestazioni energetiche degli edifici, hanno permesso di calcolare i bilanci energetici degli organismi edilizi.

In media, si sono potute rilevare le seguenti caratteristiche:

- edifici in muratura portante realizzata in mattone pieno o pietra locale spesso a vista;
- infissi con vetro singolo e telaio in legno;
- coperture non isolate del tipo a falda con finitura con tegole in cotto;
- basamento non isolato su terreno;
- riscaldamento tramite stufe a legna o camini ed in alcuni casi tramite caldaie autonome.

Questi dati hanno delineato una situazione energetica molto carente, con consumi medi attestati attorno a **450 kWh/mq*anno**.

7. IPOTESI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL COMUNE DI ARSITA

7.1 La zona climatica di Arsita

Analizzato il contesto climatico, morfologico, urbanistico, storico e tipologico su cui si sviluppa il

costruito del Comune di Arsitia, sono state effettuate alcune ipotesi sui possibili interventi di miglioramento energetico degli edifici. La **classificazione climatica** dei comuni italiani è stata introdotta per regolamentare il funzionamento ed il periodo di esercizio degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia. Grazie a questa classificazione è possibile effettuare opportune valutazioni sui consumi energetici. In Tabella 1 è riportata la **zona climatica** di Arsitia, assegnata con Decreto del Presidente della Repubblica n. 412 del 26 agosto 1993.

Tabella 1: Zona climatica di Arsitia.

Zona climatica E	Periodo di accensione degli impianti termici: dal 15 ottobre al 15 aprile (14 ore giornaliere), salvo ampliamenti disposti dal Sindaco.
Gradi-giorno 2.114	Il grado-giorno (GG) di una località è l'unità di misura che stima il fabbisogno energetico necessario per mantenere un clima confortevole nelle abitazioni. Esso rappresenta la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo convenzionale di riscaldamento, degli incrementi medi giornalieri di temperatura necessari per raggiungere la soglia di 20 °C. Più alto è il valore del GG, maggiore è la necessità di tenere acceso l'impianto termico.

7.2 Interventi sull'involucro

Coperture – In caso di presenza di danno superiore a 2/3 della superficie della copertura che comporti la sostituzione integrale del manto, si consiglia di adeguare la copertura degli edifici ai sensi delle normative vigenti in tema energetico mediante l'utilizzo di una delle seguenti soluzioni:

- isolamento interno come da Figura 1:



Figura 1: soluzioni per l'isolamento interno del tetto

- tetto ventilato come da Figura 2:

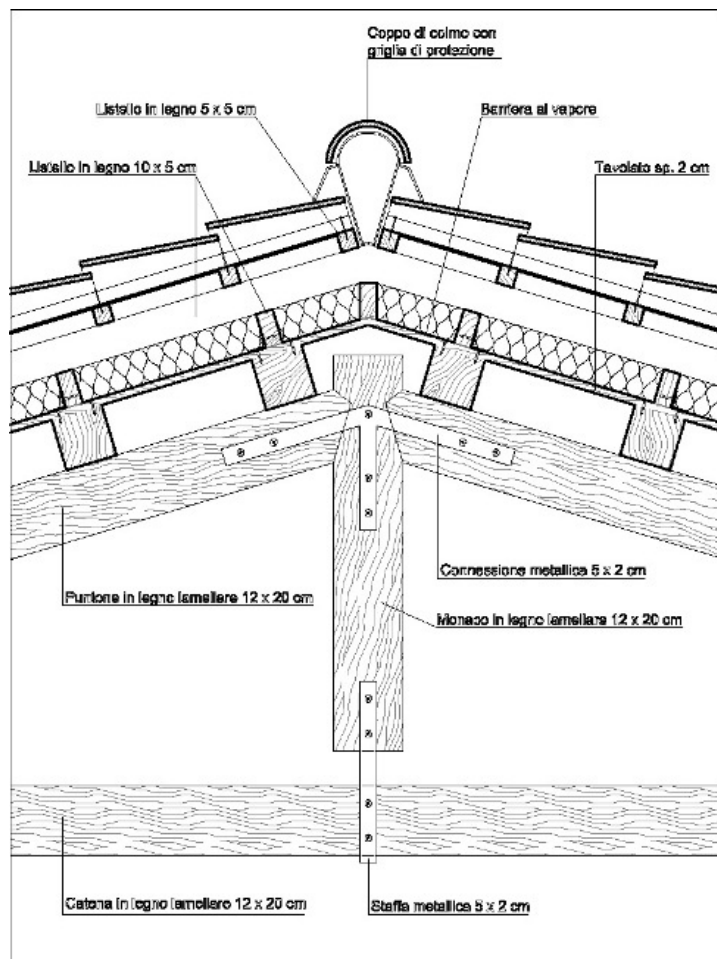
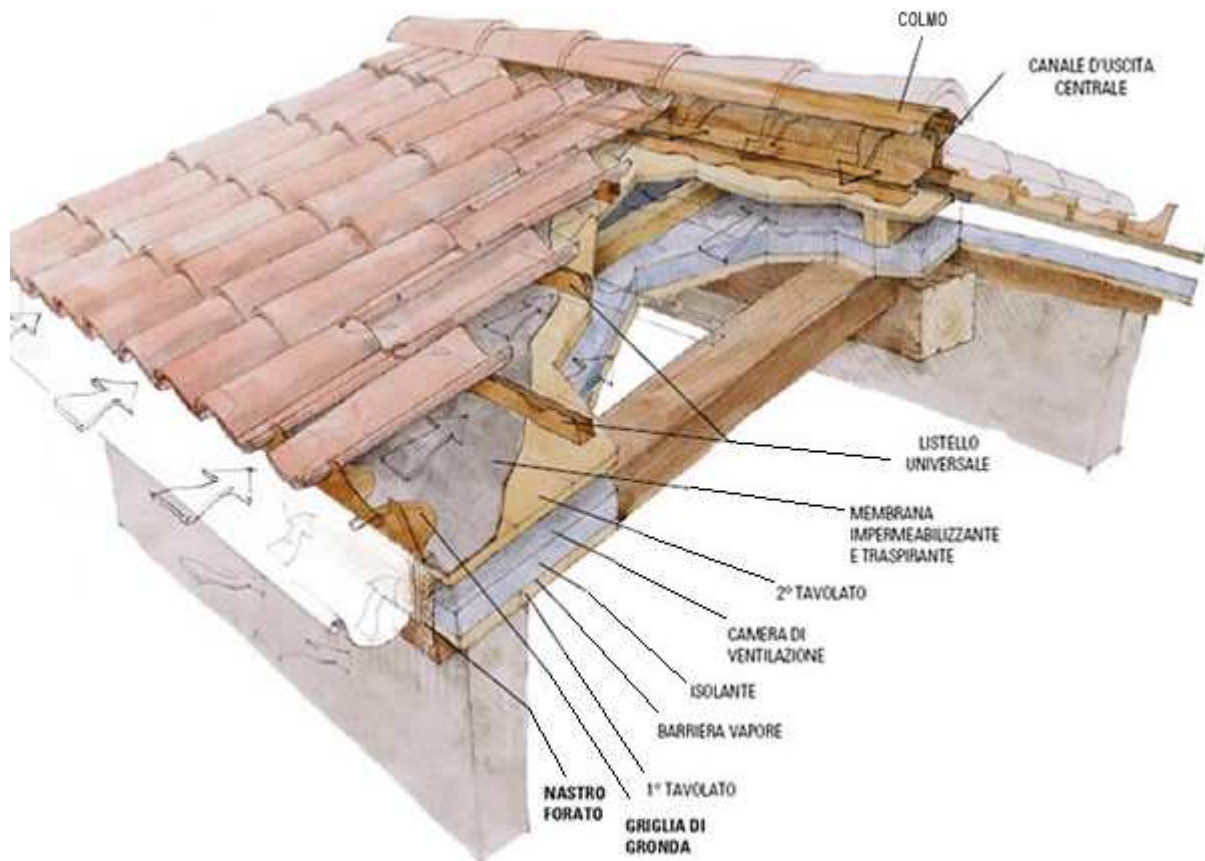


Figura 2: soluzioni per l'isolamento tetto ventilato.

- tetto verde e/o tetto di terra come da Figura 3:

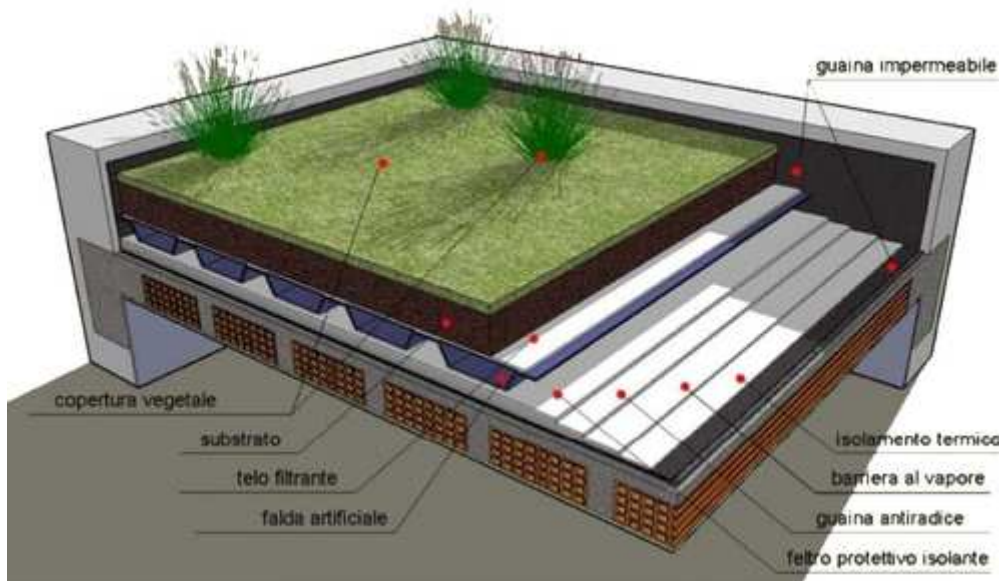


Figura 3: soluzioni per tetto verde e/o tetto di terra.

- ipotesi di vasca di accumulo come da Figura 4:



Figura 4: ipotesi di vasca di accumulo.

Gli indici prestazionali di riferimento sono riportati in Tabella 2.

Tabella 2: Indici prestazionali di riferimento.

Zona climatica	Coperture
E	0,30 W/m ² K

E' consigliabile, nel caso di rifacimento delle coperture e ove possibile, predisporre l'integrazione per l'installazione di impianti a fonti energetiche rinnovabili quali il solare termico e/o il fotovoltaico. Laddove possibile, l'utilizzo di tetti verdi, grazie alla loro elevata capacità di accumulare, trattenere e restituire in percentuale ridotta l'acqua all'ambiente, fornisce un utile contributo alla regimazione idrica

globale (Figura 5). I benefici derivano dallo sgravio del carico idraulico sulla rete di smaltimento delle acque bianche e nere.

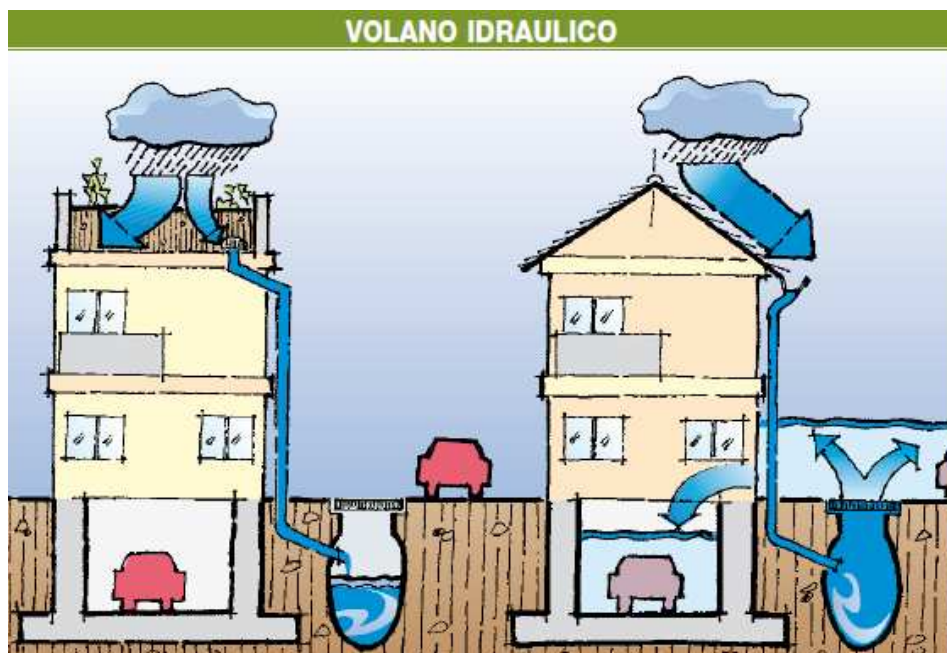


Figura 5: volano idraulico.

La destinazione a verde della copertura degli edifici è una delle principali strategie impiegate in bioarchitettura per limitare l'impatto ambientale della costruzione. Il verde pensile è raccomandato sia perché contribuisce alla riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio e quindi alla riduzione delle emissioni di CO₂ sia perché apporta altri numerosi vantaggi economici ed ecologici:

- assorbe temporaneamente l'acqua piovana e la rilascia lentamente per cui evita gli allagamenti per tracimazione della rete fognaria e ne rallenta l'obsolescenza a fronte dei nuovi insediamenti urbani;
- filtra l'inquinamento urbano e riduce l'anidride carbonica;
- filtra l'acqua piovana inquinata;
- raffredda l'aria per evapotraspirazione di vapore acqueo;
- riduce la velocità del vento;
- favorisce l'insediamento di ecosistemi animali;
- riduce la trasmissione dei rumori all'interno dell'edificio.

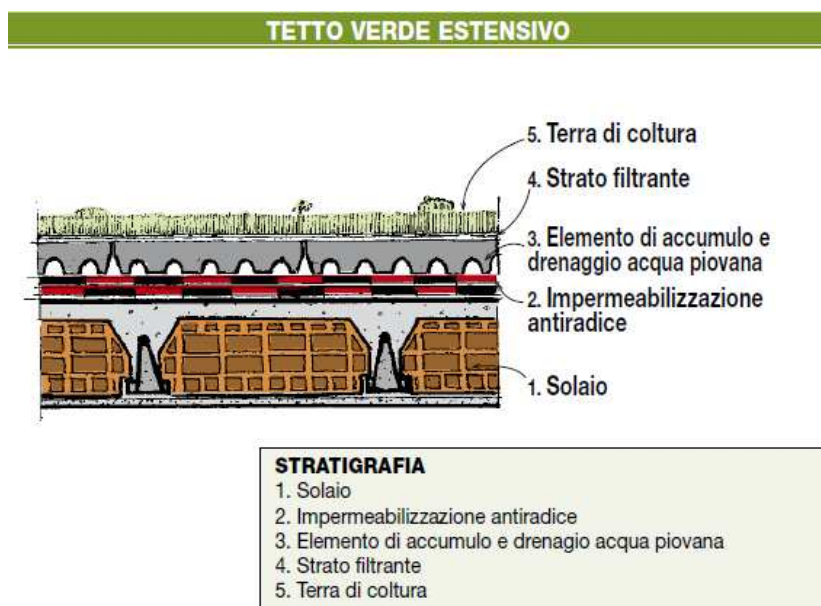


Figura 6: tetto verde estensivo.

Esistono due tipi di copertura detta a tetti verdi: “tetto verde intensivo” (giardino pensile) e “tetto verde estensivo”.

Il tetto “verde intensivo” richiede uno spessore di 30 cm e nell’ambito della sua progettazione si deve prevedere un sovraccarico di 400-750 Kg/mq, essendo un giardino accessibile richiede una costante irrigazione e manutenzione, lo spessore della terra e dello strato drenante fungono, inoltre, da strato termoisolante.

Il tetto “verde estensivo” (Figura 6) risulta alto soli i 5-12 cm considerando anche la presenza di uno strato termico, per la sua progettazione il sovraccarico varia tra i 60 e i 250 Kg/mq e si coltivano piante di piccole dimensioni che trattengono la terra, non essendo accessibile il grado di manutenzione è decisamente inferiore e il sistema di irrigazione più semplice.

Per quanto riguarda il solo risparmio energetico, un tetto verde consente un risparmio energetico sul condizionamento estivo del 25%, senza poi considerare che la resistenza termica della copertura a verde è più elevata e se ne potrà beneficiare anche sul riscaldamento invernale per un risparmio di circa il 20%.

Strutture verticali – Fatto salvo gli interventi sugli edifici che presentano soluzioni di facciata ritenute particolarmente significative ai fini della conservazione delle identità locali in caso di presenza di danno che comporti interventi invasivi per la riparazione e/o per il miglioramento sismico delle strutture, si consiglia di adeguare tutte le superfici opache verticali oggetto d’intervento ai sensi delle normative vigenti in tema energetico mediante l’utilizzo di una delle seguenti soluzioni:

- isolamento interno come da Figura 7:

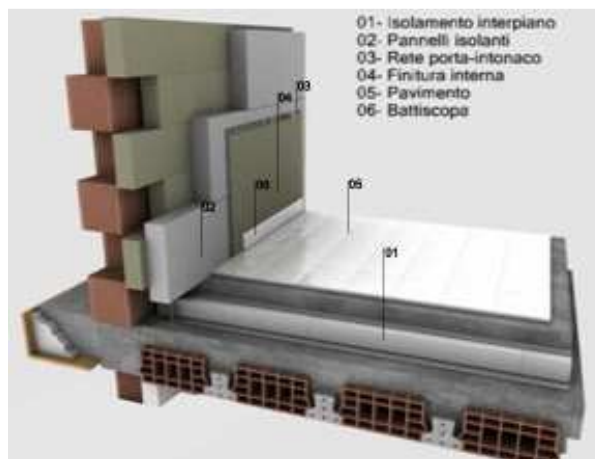


Figura 7: isolamento interno.

- isolamento esterno come da Figura 8:

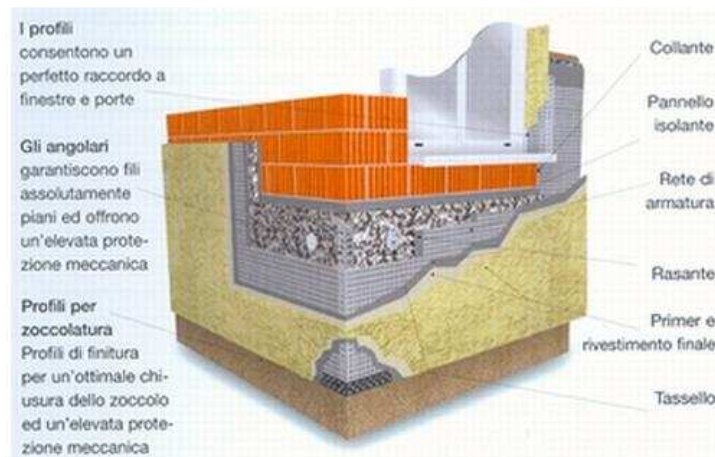


Figura 8: isolamento esterno.

- doppia parete come da Figura 9:

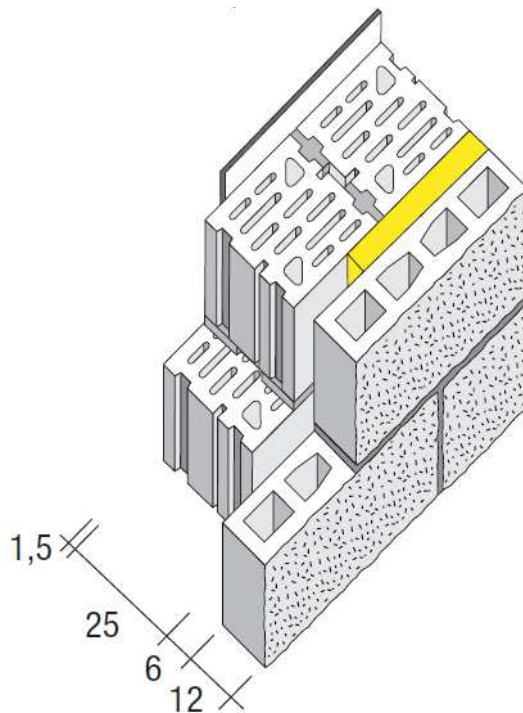


Figura 9: doppia parete.

Gli indici prestazionali di riferimento sono riportati in Tabella 3.

Tabella 3: Indici prestazionali di riferimento.

Zona climatica	Pareti verticali
E	0,34 W/m ² K

In un contesto storico non è sempre possibile intervenire con l'isolamento esterno, detto anche "a cappotto", più efficace di quello intermedio o interno, a causa dei vincoli di facciata di solito presenti. La soluzione più percorribile, quindi, diventa quella che prevede l'isolamento interno, consistente nell'applicazione di uno strato termoisolante sul lato interno della parete esterna:

- dal punto di vista strettamente energetico non è una soluzione ottimale, perché i solai, che rimangono a contatto con la parete esterna, formano dei pericolosi ponti termici;
- dal punto di vista distributivo, le proporzioni degli spazi abitativi vengono ridotte;
- dal punto di vista funzionale, talvolta si hanno delle complicanze con i collettori o gli impianti elettrici o di riscaldamento.

Come già accennato, si ritiene questa soluzione comunque un buon compromesso che mette d'accordo efficienza energetica e rispetto del valore storico.

Per un isolamento a regola d'arte è, però, necessario lavorare su alcuni principi basilari:

- adozione e sperimentazione di isolanti a elevato potere coibente anche con bassi spessori (come gli isolanti sottili termo riflettenti), prevenendo l'eventuale formazione di condense o umidità di risalita;
- utilizzo di strutture interne di solaio a secco (possibilmente legno) che limitano il pericolo dei ponti termici; la ricopertura con controsoffitti (arelle, cartongesso, legno...) e l'utilizzo di massetti a secco a elevate capacità isolanti (perlite, argilla espansa...) consentono, inoltre, l'isolamento delle strutture di solaio in corrispondenza delle porzioni disperdenti;
- utilizzo di un intonaco termoisolante, ove possibile, sulla facciata esterna che possa abbattere i ponti termici e lasciare la giusta traspirabilità al muro esistente.

Infissi – E' consigliabile sostituire tutti gli infissi a basso potenziale energetico con infissi che abbiano indici prestazionali, da un punto di vista energetico, conformi alle norme vigenti.

Le soluzioni possibili sono quelle di seguito elencate:

- infisso in PVC o a taglio termico con doppio vetro basso emissivo;
- infisso in PVC o a taglio termico con triplo vetro basso emissivo .

Si precisa che in commercio esistono telai in alluminio a taglio termico con rivestimento esterno in legno (Figura 10). Questa soluzione consente l'utilizzo di un telaio più prestante energeticamente ma al contempo esteticamente più integrabile in un intervento su edifici storici.



Figura 10: esempi di telaio in alluminio a taglio termico.

Solai di basamento – in caso di presenza di danno che comporti interventi invasivi per la riparazione e/o per il miglioramento sismico dei solai interpiano, quali ad esempio demolizione e ricostruzione dei solai, svuotamento e ripristino dei solai voltati, riparazione e rafforzamento di solai che presentano un danno causato dal sisma superiore a 2/3 della superficie, si consiglia di adeguare tutte le strutture oggetto d'intervento ai sensi delle normative vigenti in tema energetico mediante l'utilizzo di una delle seguenti soluzioni:

- isolamento interno (ove le altezze di interpiano lo consentano), come da Figura 11;
- isolamento controterra, come da Figura 12;

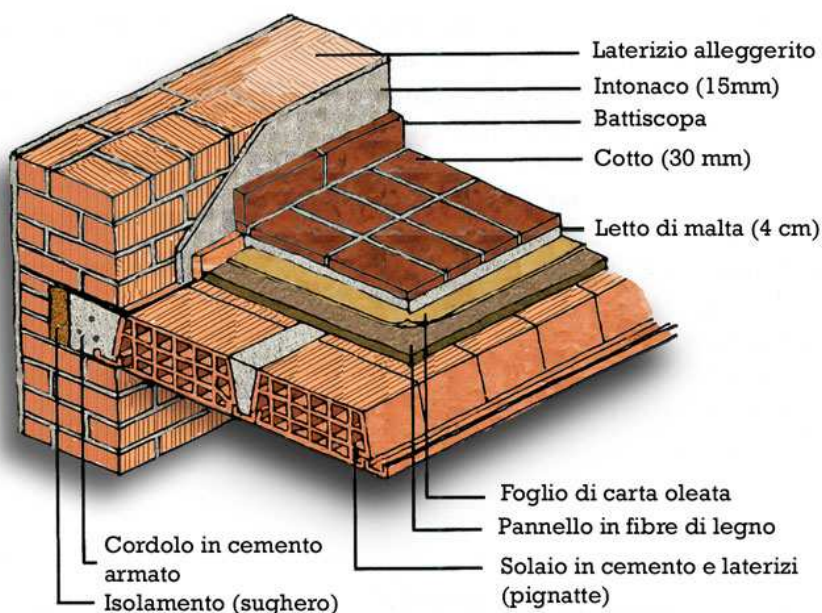


Figura 11: esempi di solaio con isolamento interno.

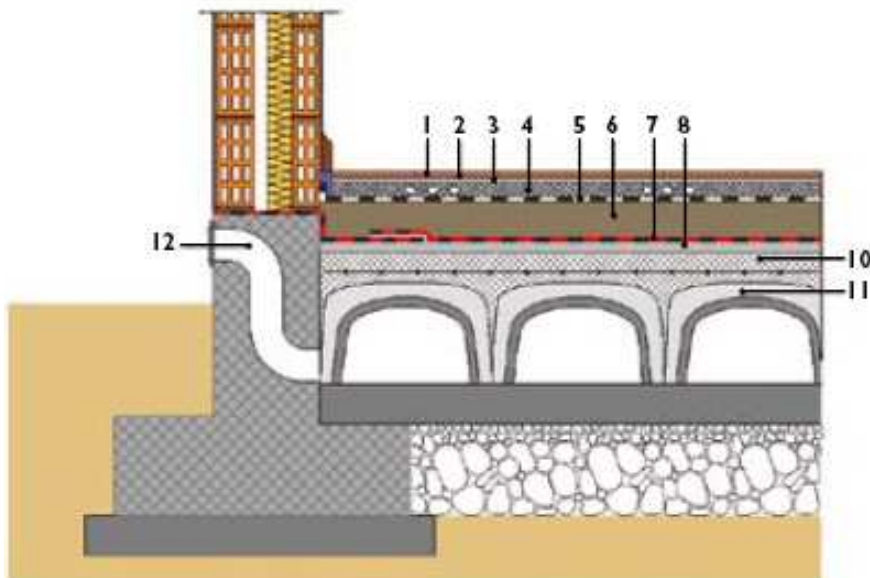


Figura 12: esempi isolamento controterra.

Gli indici prestazionali di riferimento sono riportati in Tabella 4.

Tabella 3: Indici prestazionali di riferimento.

Zona climatica	Basamento
E	0,33 W/m ² K

E' consigliabile, nel caso di intervento invasivo sui solai, e dove possibile, l'installazione di sistemi di distribuzione del calore con impianti radianti a pavimento o, nel caso questo non sia possibile, con sistemi radianti a battiscopa.

Reti impiantistiche – In caso di presenza di danno che comporti la sostituzione delle reti impiantistiche, si consiglia di adeguare le stesse ai sensi delle normative vigenti in tema energetico mediante l'utilizzo di almeno una delle seguenti soluzioni:

- generatore di calore:
 - caldaia ad alto rendimento;
 - caldaia a condensazione;
 - pompa di calore ad alto rendimento;
- sistema di distribuzione:
 - riscaldamento radiante a pavimento;
 - riscaldamento radiante a soffitto;
 - riscaldamento radiante a parete;
 - riscaldamento radiante a battiscopa;
 - radiatori con valvole termostatiche.

Un ulteriore aspetto da considerare è quello relativo alla ventilazione, le cui dispersioni sono un apporto importante da considerare della valutazione del fabbisogno energetico dell'edificio. L'adozione di impianti di ventilazione meccanica controllata con recuperatore di calore sono da utilizzare nei casi in cui si punti ad un miglioramento del comparto murario senza onerose opere edilizie. La scelta di un impianto di ventilazione meccanica controllata è una scelta che deve essere correlata ai caratteri distributivi interni, limitando il più possibile le partizioni interne (pareti e porte) e prevedendo idonei cavedi impiantistici capaci di limitare le lunghezze dei canali di ventilazione.

Fonti rinnovabili – In tutti quei casi in cui sia possibile e non si arrechi danno estetico alla struttura, è consigliabile l'installazione di sistemi solari (termici e/o fotovoltaici) per la produzione di energia termica ed elettrica (Figura 13). Si precisa che esistono sul mercato sistemi innovativi integrati alla copertura che bene si adattano ad applicazioni su edifici storici.

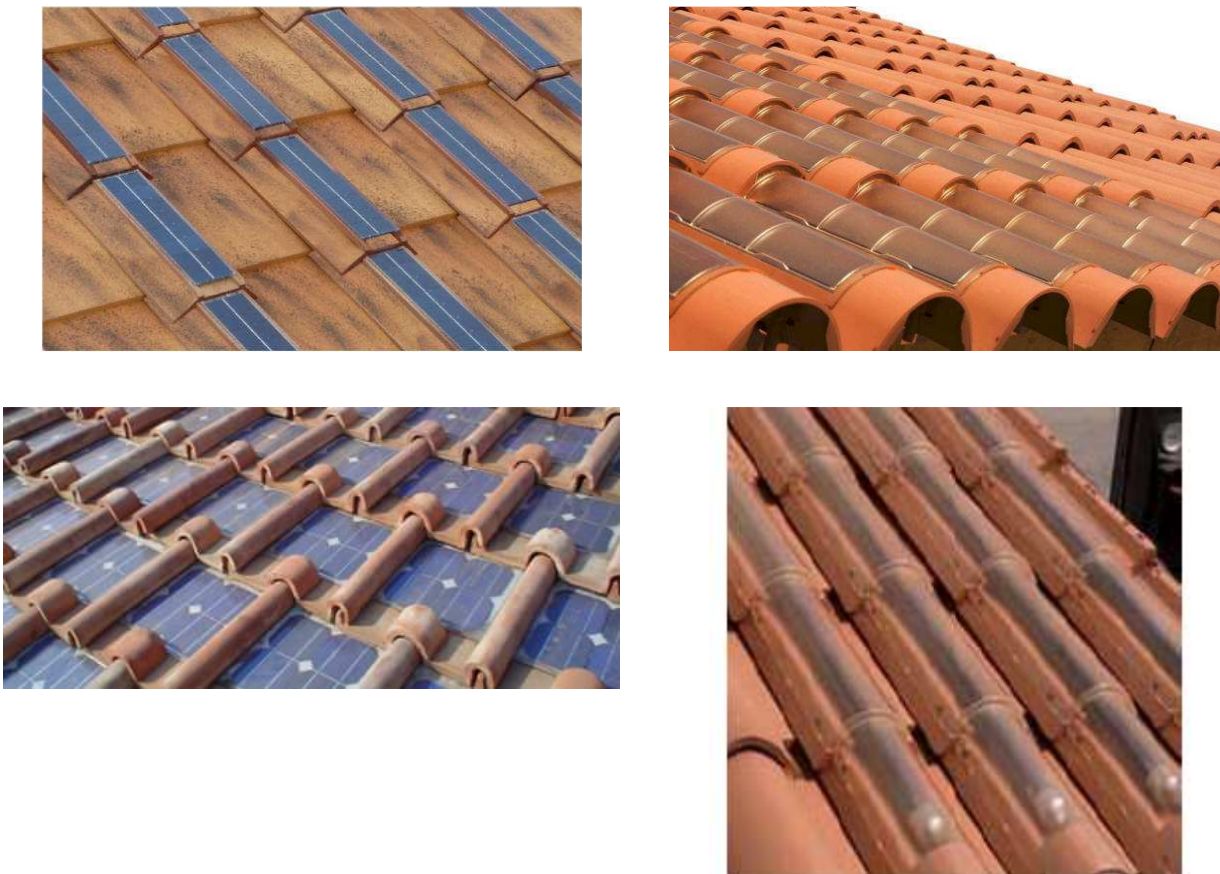


Figura 13: Esempi di tegole fotovoltaiche e termiche

7.3 Interventi di miglioramento energetico con sistemi solari passivi

Dove possibile e nel rispetto delle norme urbanistiche vigenti, è consigliata la progettazione e l'installazione di *tecnologie solari passive* che possono migliorare notevolmente l'efficienza complessiva dell'edificio o risolvere particolari situazioni che possono pregiudicare la vivibilità di alcuni ambienti.

Per l'illuminazione naturale degli ambienti, dove questa risulta insufficiente e dove non è consentita l'apertura di nuove finestre o l'adeguamento formale di quelle esistenti, per il raggiungimento di livelli di illuminazione naturale per lo svolgimento di attività continuative, è possibile installare sistemi per la captazione ed il trasporto della luce naturale (**tubi di luce**, Figure 14-15). Il dispositivo deve prevedere l'installazione del captatore o in copertura o in facciata purché orientato verso sud, sud-est o sudovest.

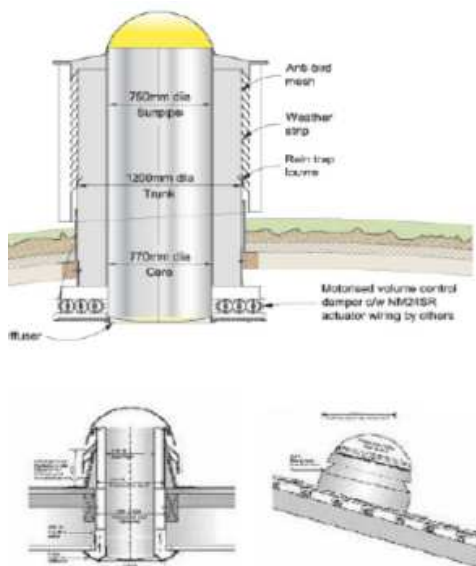


Figura 14: tubi di luce.

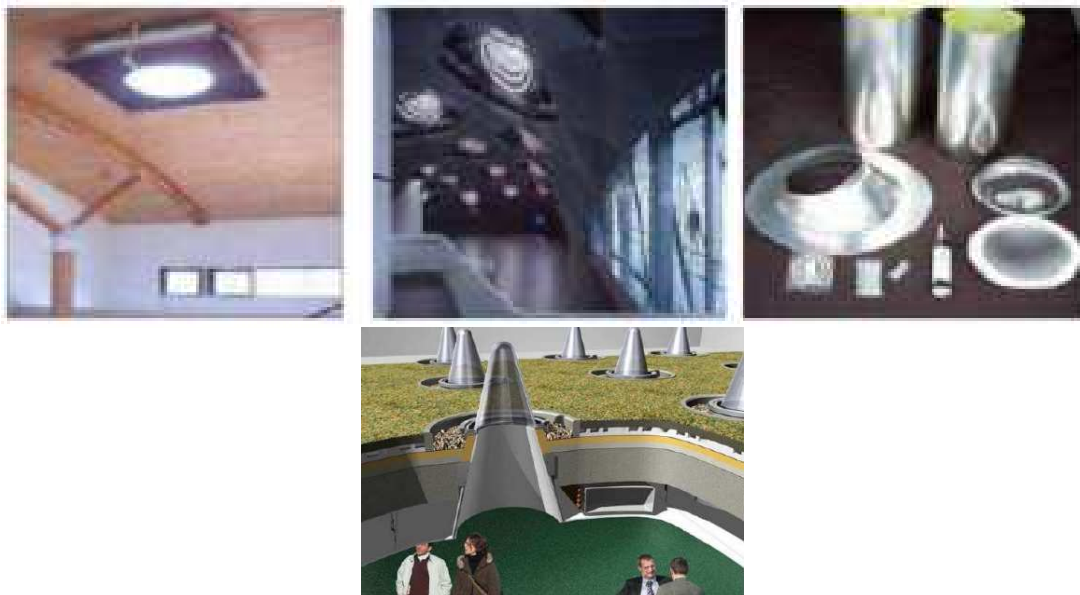


Figura 14: esempi di applicazione di tubi di luce.

Per il miglioramento dell'efficienza energetica delle abitazioni è consigliabile l'installazione, dove possibile e nel rispetto delle norme urbanistiche vigenti, di “**serre solari**” capaci di contribuire ad un risparmio energetico significativo (Figura 15).

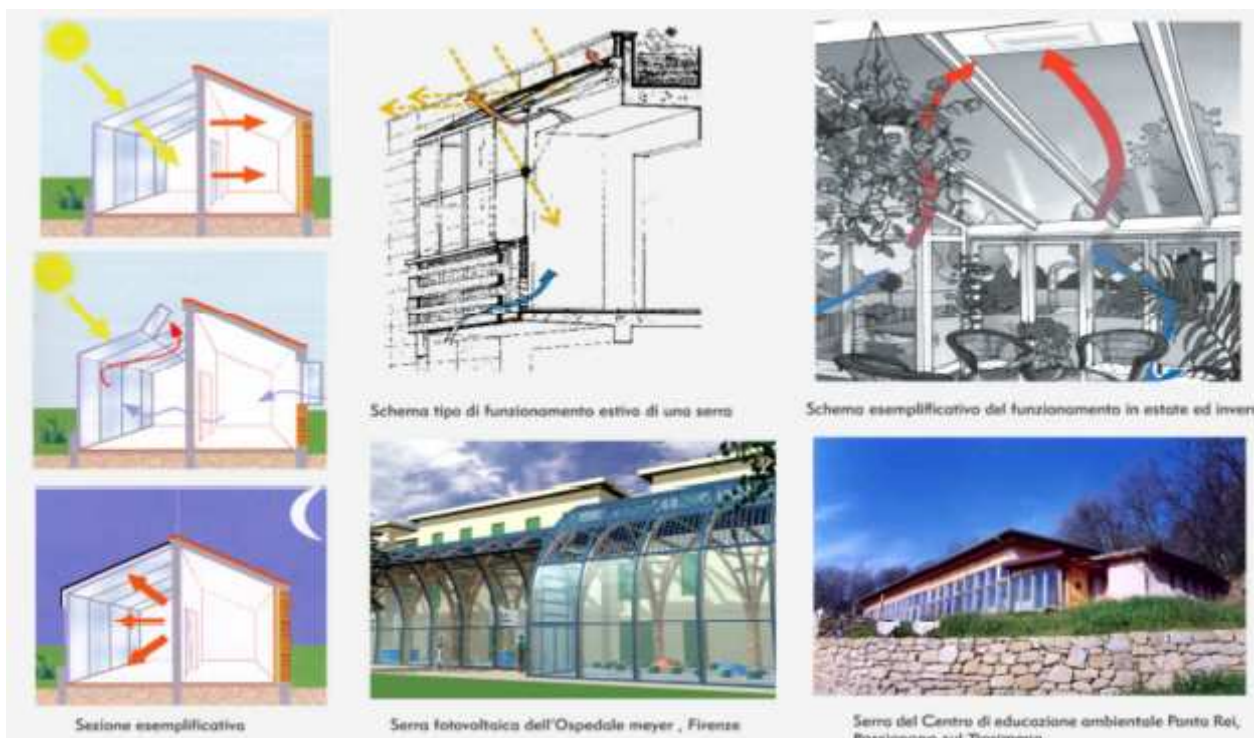


Figura 15: esempi di applicazione di tubi di luce.

Le serre possono essere realizzate sia tramite la progettazione di vani ex-novo da integrare nell'involucro esistente oppure, nel caso di recupero edilizio, attraverso la chiusura di balconi, terrazze, logge, altane e simili. Per un adeguato funzionamento è opportuno orientare la serra verso sud, sud-est o sud-ovest. Le serre solari possono essere integrate sui balconi o integrate nell'organismo edilizio, purché rispettino tutte le seguenti condizioni:

- la formazione della serra solare non deve determinare nuovi locali riscaldati o comunque locali atti a consentire la presenza continuativa di persone (locali di abitazione permanente o non permanente, luoghi di lavoro, ecc.);

- siano approvate preventivamente dalla commissione paesaggistica.
- dimostrino, attraverso calcoli energetici che il progettista dovrà allegare al progetto, la loro funzione di riduzione dei consumi di combustibile per riscaldamento invernale, attraverso lo sfruttamento dell'energia solare e/o la funzione di spazio tampone;
- siano integrate nelle facciate esposte nell'angolo compreso tra sud-est e sudovest;
- i locali retrostanti mantengano il prescritto rapporto aerante;
- la serra solare deve essere apribile ed ombreggiabile (cioè dotata di opportune schermature e/o dispositivi mobili o rimovibili per evitare il surriscaldamento estivo);
- il progetto deve valutare il guadagno energetico, tenuto conto dell'irraggiamento solare, calcolato secondo la normativa UNI, su tutta la stagione di riscaldamento; come guadagno s'intende la differenza tra l'energia dispersa in assenza della serra (Q_0) con quella dispersa in presenza della serra (Q); verificando:

$$- (Q_0 - Q)/Q_0 = 20\%$$

- la struttura di chiusura deve essere completamente trasparente, fatto salvo l'ingombro della struttura di supporto.

Le serre solari così realizzate si considerano volumi tecnici (e sono pertanto escluse dal computo della S.U.L.).

Altro elemento passivo che è consigliabile prevedere, dove possibile e nel rispetto delle norme urbanistiche vigenti, è quello relativo all'integrazione di muri solari capaci di contribuire ad un risparmio energetico significativo degli edifici (esempio in Figura 15). I muri massivi sono dei sistemi tecnologici che consentono di accumulare energia sotto forma di calore dall'esterno e trasferirlo all'interno. I principali sistemi sono i **muri di trombe, ad acqua** e i sistemi **barra-costantini**. Le tre tipologie di muri solari, sono costituiti da una parete in muratura o calcestruzzo preferibilmente di colore scuro, esposta a sud o sud-est e separata dall'esterno da una lastra di vetro posta a circa 10/15 cm di distanza dal muro.

In numerosi interventi di riqualificazione di centri storici sono stati adottati al fine del miglioramento energetico delle strutture.

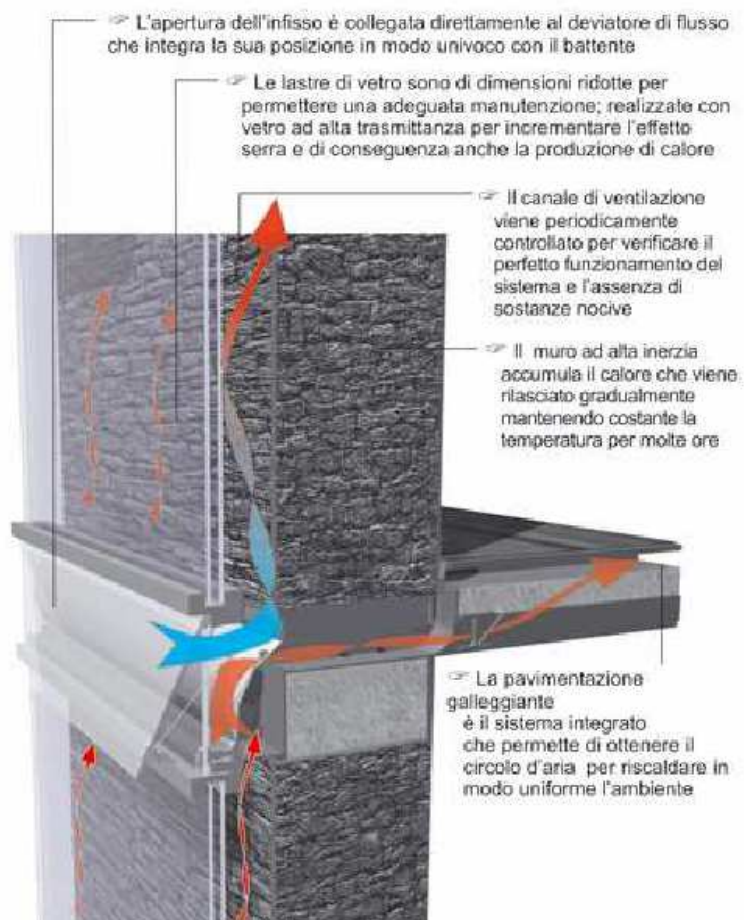


Figura 15: esempi di muri solari.

7.4 Illuminazione urbana

Si è, infine, pensato di proporre un sistema di illuminazione urbana altamente efficiente e che determinasse anche un'ulteriore diminuzione dei consumi per la comunità. L'obiettivo è la promozione di impianti nuovi che, nel rispetto delle esigenze di sicurezza, abbiano un ridotto impatto ambientale in un'ottica di ciclo di vita, in particolare attraverso:

- l'ottimizzazione dell'uso delle risorse energetiche;
- l'eliminazione di sostanze pericolose sia per l'ambiente sia per la salute dell'uomo nei processi e nei prodotti;
- la riduzione dell'inquinamento luminoso.

Si riportano di seguito alcune soluzioni innovative che sfruttano fonti rinnovabili. In Figura 16 vediamo dei lampioni eolici che "imitano" la forma di un albero. Si tratta di un prototipo di impianto eolico, alternativo alle classiche pale, a forma di albero, silenzioso, gradevole alla vista e al tempo stesso funzionale al suo scopo. Ogni ramo dell'albero, il cui numero varia da tre a nove, corrisponde a un asse di turbina, in grado di sfruttare il vento proveniente da qualsiasi direzione.



Figura 16: lampioni eolici.



Figura 17: lampioni solari.

In Figura 17 è riportato un lampione dalla linea “tradizionale” che funziona ad energia solare. Questa soluzione di lampione in alluminio e materiale plastico esteticamente molto accattivante, permette di illuminare vialetti senza bisogno di alimentazione esterna, grazie a 2 pannellini fotovoltaici e ad una batteria che riesce a mantenere accese le due lampade per 6 ore al giorno anche dopo 3-5 giorni di cattivo tempo. Il corpo illuminante è costituito da ben 24 led ad altissima luminosità.

Per concludere, La Figura 18 mostra un altro lampione solare: lo Stapelia. Stapelia è il nome di un lampione alimentato ad energia fotovoltaica, realizzato con un avveniristico e sofisticato design a forma di fiore, con l’obiettivo di valorizzare gli ambienti urbani dal punto di vista architettonico, e rispettare i vincoli paesaggistici di centri storici e di aree di interesse naturalistico. Questa soluzione riesce a coniugare efficienza energetica e gradevolezza estetica.



Figura 18: lampioni fotovoltaici

8. CONCLUSIONI

Le indicazioni e le ipotesi qui riportate non hanno la presunzione di essere esaustive di tutti gli interventi possibili per l'efficientamento energetico dell'intero il contesto urbano di Arsita. Esse rappresentano alcuni suggerimenti far riflettere sulle numerose possibilità che le nuove tecnologie ci consentono di sfruttare.

L'obiettivo finale che ci si è proposti con lo studio effettuato su uno dei tanti comuni colpiti dal sisma del 6 Aprile 2009 è quello di utilizzare un evento tragico per ripartire con nuova forza e nuova linfa vitale. Il terremoto ha causato danni a cose e persone ma questo non deve fermare la voglia di andare avanti e di migliorarsi. Per cui è necessario cogliere l'occasione per risanare ciò che il sisma ha distrutto riportandolo agli antichi splendori e rendendolo, lì dove possibile, ancora migliore.

In Italia le fonti rinnovabili sono in costante aumento, e questo grazie soprattutto alla volontà di numerosi amministratori locali di investire in tecnologie innovative. I comuni virtuosi in Italia sono centinaia: assai diffusi nel nord Italia, ma iniziano ad essere una bella realtà anche al Centro e al Sud. Questo Piano di Ricostruzione può, e deve, essere un'occasione per il Comune di Arsita per entrare a far parte di questo gruppo di Comuni "verdi". I Comuni virtuosi amano il loro territorio, hanno a cuore la salute, la felicità e le prospettive dei propri cittadini e adottano delle Pratiche di buona amministrazione ispirate alla sostenibilità ambientale ed energetica. Il raggiungimento di questi obiettivi avviene stimolando l'adozione di nuovi stili di vita dei cittadini che così si garantiscono risparmio economico, risparmi sull'energia consumata e migliorano la qualità della vita delle persone.

Si spera che questo studio possa dare una prima piccola spinta affinché Arsita inizi un percorso verso una sostenibilità che conduca ad un nuovo benessere ambientale, energetico ed economico.