

7 — Conclusioni

L'interesse per l'adeguamento degli edifici esistenti dal punto di vista energetico ha evidenziato la possibilità di analizzare una soluzione non tradizionale definita estrema per il suo spessore applicato a una preesistenza.

Il sistema di isolamento in paglia, con tutti i suoi limiti, ha mostrato che in alcuni contesti molto circostanziati e con una buona progettazione ed attenta esecuzione è possibile realizzare un isolamento di origine vegetale proveniente da uno scarto della produzione agricola. Ovviamente, essendo un materiale derivato dall'agricoltura e non pensato per l'impiego nelle costruzioni, deve comportare un grande lavoro di regolarizzazione e verifica della salubrità delle balle di paglia prima dell'utilizzo in edilizia. Queste operazioni non sono necessarie con prodotti isolanti tradizionali presenti sul mercato.

Dall'analisi del lavoro effettuato, si riscontra alla fine della ricerca che l'approfondimento della tesi di dottorato ha un grosso limite dato dal reperimento delle balle di paglia di piccole dimensioni. Questa tipologia non è più facilmente reperibile perché ormai il confezionamento della paglia nel campo avviene con "rotoballe" o "jumbo balle" per la velocità di realizzazione e di raccolta. L'impiego di balle di paglia rettangolari di piccole dimensioni per l'isolamento quindi non è di immediata reperibilità e se si vuole realizzare un intervento di questo tipo si devono contattare e trovare i coltivatori che confezionano ancora la paglia in piccolo formato o che posseggono la macchina per farlo. Questa constatazione è avvenuta solamente durante la fase di sperimentazione in cui era necessario avere a disposizione la paglia per la posa in opera e verifica dell'isolamento con questo materiale. Non si sono riscontrati esempi con applicazione di paglia, come isolante, proveniente dall'attuale modo confezionamento (es. rotoballe e jumbo balle).

analisi casi studio

Il reperimento dei casi studio è stato un'attività che ha previsto la ricerca e il contatto diretto con le persone che hanno realizzato gli interventi di isolamento sull'esistente (proprietari di casa, costruttori, progettisti). In alcuni casi, è stato possibile ottenere, data la disponibilità degli interlocutori, molte informazioni e documentazione e si è riscontrata una forte partecipazione emotiva nel

racconto della loro esperienza. In altri casi, invece, si è potuto ottenere informazioni molto generali, supportate anche dalla scarsa documentazione, che non sempre hanno permesso di inquadrare completamente l'intervento.

Il lavoro di analisi dei casi studio non è stato semplice, specialmente per renderli confrontabili tra di loro. Per fare questo, sono state vagliate varie ipotesi ma l'approccio sistemico e di scomposizione in parti è risultato il più efficace per la comprensione dei vari elementi e componenti della chiusura isolata in paglia (basamento di appoggio del cappotto in paglia, chiusura verticale e chiusura superiore). Grazie all'impostazione dell'analisi sistemica, è stato possibile comprendere, attraverso una scomposizione in parti, gli elementi costruttivi utilizzati nei casi studio. Approfondire la conoscenza fino alla singola unità di dettaglio permette di considerare e verificare l'intervento nella sua complessità. In questo modo si sono evidenziati aspetti negativi o di non corretta realizzazione che invece non sarebbe stato possibile cogliere da un'analisi e lettura più generale. L'analisi delle fotografie e, quando disponibili dei disegni di progetto, ha permesso di analizzare e capire i contenuti, identificandone le parti. Questo ha reso possibile la definizione e ricostruzione delle varie fasi di messa in opera degli oggetti, comprendendone il funzionamento e il progetto in generale. In alcuni casi studio non è stato possibile comprendere nei dettagli il progetto perché non era disponibile una documentazione progettuale.

Dall'analisi dei casi studio si è riscontrata una forte partecipazione dell'utente durante le fasi costruttive, come supportato da Friedman secondo cui *"l'oggetto architettonico deve dunque essere, il risultato della collaborazione tra il futuro abitante e il costruttore-ideatore"* (Friedman, 2009). In molti casi l'autocostruzione permette la conoscenza diretta di come viene realizzato l'intervento e permette anche la possibilità di sapere come è possibile fare la manutenzione per evitare il degrado. D'altro canto, non sempre è possibile controllare le fasi di realizzazione e progettazione. Infatti, dall'esame della documentazione ricevuta è emerso che non sempre i casi sono stati pensati e progettati correttamente, forse perché spesso realizzati direttamente dagli utenti stessi. Alcuni elementi riscontrati durante l'analisi tecnologica non trovano una motivazione nella loro realizzazione, come ad esempio:

- l'isolamento della chiusura superiore realizzato in lana non lavata, non trattata che può emanare odori e attirare insetti e non è protetto da elementi che lo possono trattenere e delimitare in un determinato luogo;
- l'inserimento di una rete a maglie fini dichiarata per insetti e roditori in cui non si capisce l'effettiva efficacia della collocazione tra chiusura esistente e isolamento in paglia;
- l'impiego di intonaco dichiarato a base di cemento che non permette la traspirabilità della chiusura isolata con paglia e con il tempo può far emergere fenomeni di degrado dati dalla formazione di umidità interstiziale compromettendo la paglia e la sua funzione isolante;
- la realizzazione di ponti termici in alcuni basamenti di supporto delle balle di paglia;
- l'assenza di davanzali esterni;
- la non delimitazione e trattenimento superiore dell'isolamento in fiocchi di cellulosa che, oltre a non poter controllare il loro movimento, non è possibile verificare l'effettiva copertura in tutte le zone in cui è stato inserito;
- la riduzione dello sporto della copertura e il conseguente dilavamento

della facciata isolata in paglia.

Si tratta di osservazioni fatte in base alle informazioni disponibili, doverose rispetto all'analisi, alle quali non è stato possibile fare seguire altre verifiche.

L'impiego di un materiale non omogeneo come superficie porta ad accettare, da parte degli utenti, finiture che non sempre possono risultare perfettamente lineari quando si usa un rivestimento ad intonaco. In molti casi è possibile regolarizzare le imperfezioni, ma non sempre eliminarle.

Da non sottovalutare anche l'ingresso della luce all'interno dei locali, che in un isolamento di tipo tradizionale può non venire considerata o percepita per altro ordine di dimensioni. L'aggiunta di 35 cm di spessore alla chiusura esistente hanno evidenziato una riduzione della luminosità nelle stanze del 20%, mentre se si utilizzasse un altro isolamento considerato in 12 cm circa, la riduzione sarebbe del 7%.

sperimentazione

La fase di sperimentazione è stata molto utile perché ha permesso di applicare le nozioni teoriche acquisite nelle fasi di conoscenza e analisi. Come riporta Sennet: *le persone possono apprendere (...) attraverso le cose che fabbricano (...) se solo si comprende il processo del fare*" (Sennet, 2008). Proprio la comprensione di come installare l'isolamento in paglia durante la sperimentazione ha portato a pensare a più soluzioni in modo da non arrecare danni alla chiusura esistente dopo il suo smantellamento. Durante le fasi costruttive, si è evidenziata l'adattabilità del materiale durante le fasi di messa in opera, grazie anche alla conoscenza e manualità della persona che ha aiutato durante la posa.

Da considerare come risultati gli aspetti positivi dell'applicazione, anche se limitata a una sola stanza: la conduttanza dopo l'intervento di isolamento è diminuita del 60%; il flusso termico attraverso la chiusura si è ridotto del 50% e la temperatura superficiale è aumentata di circa 1,60° C. Oltre a questi dati misurati, si è riscontrato nelle persone che vivevano nella stanza una percezione di maggior calore e comfort rispetto al periodo non isolato.

Non è stato possibile verificare eventuali riduzioni di consumo di combustibile in corrispondenza della sperimentazione che potrebbero incrementare l'efficacia dell'intervento. Il monitoraggio della chiusura esistente ha permesso di conoscere i valori reali in opera della muratura, importanti per le valutazioni di eventuali applicazioni e installazioni di interventi di isolamento futuri.

Durante le fasi di costruzione e messa in opera dell'isolamento con balle di paglia sono stati rilevati i seguenti aspetti negativi:

- il materiale non è omogeneo e compatto e durante la sua movimentazione rilascia pagliuzze che rendono il cantiere sporco;
- durante la regolarizzazione delle legature e il nuovo dimensionamento delle balle attraverso il taglio della paglia si vengono a creare molti sfridi;
- bisogna impiegare molto tempo per regolarizzare le balle e per la loro riduzione dimensionale;
- la movimentazione delle balle per il collocamento in quota deve essere eseguita da due persone per il peso delle balle.

I tempi della realizzazione non sono stati computati e, quindi, non possono essere messi a confronto con operazioni di analoga finalità eseguita con altre soluzioni che prevedono impiego di semilavorati di maggior regolarità formale e omogeneità della sostanza.

Nella costruzione dell'isolamento si è reso necessario utilizzare un metodo costruttivo che non arrecasse danni alla struttura dopo il suo smantellamento. Questo ha portato a pensare a un trattenimento delle balle contro la chiusura esistente non usata nei casi studio analizzati in precedenza (trattenimento con pali da cantiere). Utilizzando questa modalità, e con tutta l'attenzione possibile nella posa in opera della paglia, non è stato possibile verificare la reale aderenza delle balle alla chiusura esistente.

Un dato, che non è stato tenuto in considerazione durante il monitoraggio, è stato il cambiamento di riscaldamento nell'abitazione oggetto di studio. Per un periodo gli ambienti sono stati riscaldati da radiatori alimentati da una caldaia a metano e successivamente da una stufa a pellet ad aria. Questo non ha potuto rendere confrontabili i dati registrati con la stessa fonte di energia utilizzata durante il riscaldamento dei locali.

In una prossima applicazione sarebbe interessante valutare e monitorare il comportamento per un periodo più ampio, includendo anche i mesi estivi, in modo da quantificare la riduzione del flusso di calore entrante all'interno dei locali, le temperature superficiali e dell'aria interna. Per ottenere dati più realistici e non condizionati da ponti termici e dispersioni, date dai locali attigui non isolati, sarebbe interessante poter valutare e monitorare il comportamento di un interno edificio isolato in paglia in modo da ottenere dati più completi sull'effettiva incidenza di questo isolamento. Oltre a quanto detto, risulterebbe interessante osservare e monitorare il comportamento igrometrico della chiusura isolata per confrontare i dati con quelli derivati dalla modellazione con il software WUFI, poiché è possibile che si verifichino delle differenze nei risultati (da programma e da misura in opera), come avvenuto per il caso della trasmittanza.