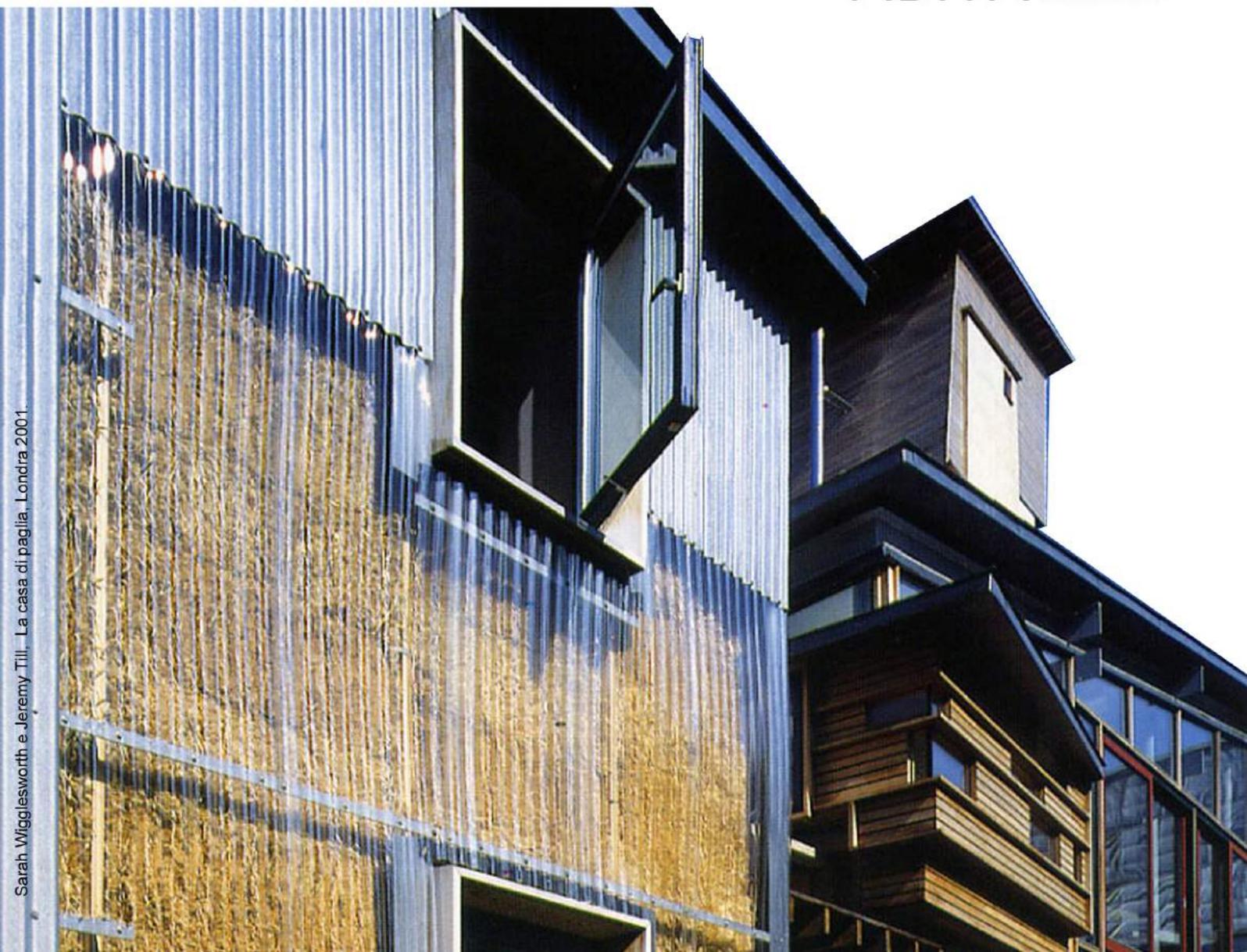


MATERIALI, FILIERA CORTA ED ENERGIA: Sostenibilità, Riciclo ed Innovazione di Prodotto

Consuelo Nava
Raffaele Astorino
Giuseppe G. Zumbo



ABITA *lab*
REGGIO CALABRIA



Le questioni di sostenibilità e gli scenari tecnico-produttivi

di Consuelo NAVA*

Gli scenari sostenibili di sviluppo locale

Nel 2050 il nostro territorio dovrà occuparsi di rispondere a due domande pressanti connesse all'incremento demografico mondiale, pur avendo disponibile sempre meno geografia insediabile.

La popolazione dovrà nutrirsi con le risorse disponibili e tenderà a vivere in città, aree urbane che aumentano ed occupano un suolo che comunque ha la necessità di mantenersi agricolo e forestale, anche per condizioni di stabilità climatica e di protezione e sicurezza ambientale. Connettere questi due scenari in una visione di sostenibilità dei processi vorrà dire pianificarne strategicamente le loro relazioni, attraverso il governo dei cicli produttivi, dalla captazione della risorsa, alla pianificazione del ciclo di vita, fino all'utilizzo extraciclo in nuovi processi.

La strategie di trasformazione sostenibile del territorio ed il controllo dei suoi impatti avverrà attraverso nuovi protocolli tecnici di utilizzazione delle risorse e del flusso energetico impiegato nei processi di trasformazione delle stesse.

Il rapporto tra disponibilità della risorsa e capacità energetica misurano il successo dell'investimento territoriale ed economico, in grado di agire sui sistemi produttivi locali, nel loro potenziale e sulle loro filiere (corte e/o distribuite), sulle infrastrutturazioni e sulle condizioni di distribuzione dei flussi per le utenze destinarie. L'innovazione tecnologica si realizza nell'ibridazione dei sistemi energetici e nei livelli di compatibilità tra materia e materia, ottimizzando tutti i processi di sviluppo locale alla scala di sostenibilità economica, ambientale e sociale. Tra i principali investimenti in termini di sperimentazione e promozione connessi "allo sviluppo delle filiere innovative per la raccolta delle produzioni e residui agroforestali" in relazione ai temi energetici e della disponibilità della risorsa (da produzione e di scarto), si elencano (R.Cavalli, D.Monarca, 2011):

- le applicazioni solari per la produzione di energia termica e di freddo;
- il solare termodinamico per la produzione di energia elettrica su piccola scala e in combinazione con altre fonti rinnovabili, quali le biomasse;
- l'accumulo dell'energia solare;
- le lavorazioni del terreno e colturali a ridotto consumo energetico e basso impatto ambientale;
- lo sviluppo delle filiere innovative per la raccolta delle produzioni e residui agroforestali;

- i pre-trattamenti della biomassa (esempi: essiccazione, addensamento, torrefazione) finalizzati ad aumentare l'efficienza della conversione energetica e a diminuire le emissioni, oltre che facilitare la logistica di trasporto e la standardizzazione delle tecnologie;
- lo sviluppo di sistemi per la produzione di elettricità da biomassa idonei per taglie medio-piccole;
- lo sviluppo di piccoli apparecchi per la combustione di biomasse con ridotte emissioni di particolato e di COV;
- i processi innovativi per la produzione di biocarburanti/biocombustibili e materie prime a partire da prodotti e residui vegetali.

Oltre ai progetti di ingegneria agraria, di biotecnologie energetiche anche il trasferimento tecnologico nel comparto della bioedilizia con l'utilizzo di materiali provenienti da processi di scarto, assume un ruolo strategico, tanto più perché in grado di misurarsi con i temi dell'adattività e dell'efficienza energetica (cfr R.Astorino) e dell'innovazione di prodotto (cfr G.Zumbo).

Nello specifico delle tecnologie a basso impatto ambientale utilizzate per il cantiere sperimentale di Cerva, la paglia e la senza delle olive sono due materiali_risorse che mostrano qualità intrinseche in grado di incidere sui livelli di energia grigia e sull'intero ciclo LCA dei componenti edilizi innovati di loro configurazione. Si evidenziano:

- la reperibilità locale e la possibilità dello sviluppo delle filiere
- la disponibilità delle enormi quantità di scarto
- le ottime capacità di risposta ai temi dell'isolamento e del progetto dell'involucro efficiente
- le qualità di ibridazione con altri materiali ecologici e componenti strutturali

Le risposte in termini di efficienza energetico - ambientale dipendono fortemente dalle suddette qualità, dai livelli di compatibilità con il dominio tecnologico e normativo a loro riferibile.

Un approccio integrato: materiale ed energia

La ricerca a livello internazionale, che già si confronta con l'applicazione al settore delle costruzioni nell'innovazione e sperimentazione di sistemi tecnologici per l'architettura così come con la valutazione ed il con-

trolo degli impatti dei siti produttivi (dalle aree extraurbane agricole e forestali, alle urbane a quelle riferibili all'edificio), sta dimostrando che le strategie messe in atto e la scelta dei materiali da costruzione che utilizzano componenti provenienti da materia riciclata pre e post consumo (pure derivanti da altre filiere, come quello agroforestale), si misurano non solo con il ciclo produttivo e la durata di vita, ma anche con le caratteristiche tecniche per le prestazioni energetiche dei componenti (fig. 1). E' la ragione per cui oggi sempre maggiore risultano gli ambiti di applicazione rivolti ai temi del riciclo e del riuso dei componenti anche in elaborazioni effettuate per piani e progetti dalla scala urbana alla scala dell'edificio. Tale scenario declinato al tema delle risorse disponibili, assume caratteri di innovazione in ambito sociale ed economico per la promozione di filiere corte e di valore di incidenza nel settore produttivo specifico per lo sviluppo di piccole e medie imprese. Ne risulta un livello prestazionale raggiunto con una qualificazione massima dell'indicatore aggregato *sito - risorsa - contestualizzazione - prestazione*, di tipo circolare dove i livelli di standards qualitativi si ottimizzano solo se riferibili a livello quantitativo e se sono misurabili le ricadute in termini di "progettazione ambientale" a carattere locale. L'approccio CtoC, Cradle to Cradle (dalla culla alla culla), consente di *istruire processi di certificazione dei materiali riciclati da pre e post consumo*, implementa sugli stessi materiali e sui processi realizzativi dalla gestione alla dismissione dei componenti, processi che agiscono sul ciclo di vita a livello produttivo, selezionando materiali sicuri ed eco-compatibili con un alto profilo ambientale dal punto di vista ecologico, biologico. Il modello progettuale CRD, "Climate Responsive Design" (progettazione climatica adattiva), trova la sua interpretazione nel concept energetico del progetto a tutte le scale d'intervento dal sito al componente ma anche nell'equilibrio ed integrazione dei dispositivi artificiali e delle ecotecnologie applicate al sistema edilizio ed architettonico, quando questo è particolarmente. Il rapporto tra low e high technology è commisurato al programma funzionale ed alle caratteristiche del "contesto progettuale" e verificato nei livelli di compatibilità con i processi produttivi (CtoC).

Progetto dei componenti: innovazione e sperimentazione

Per l'innovazione ed il progetto di componenti con materiali da riciclo in termini progettuali si presentano i criteri ed il concept di una metodologia che integra l'approccio C2C "Cradle to Cradle" (dalla culla alla culla), con il modello CRD "Climate Responsive Design" (progettazione climatica adattiva); tali condizioni specifiche di un approccio progettuale direttamente connesso alla realizzazione di tutti i manufatti edilizi e dei loro servizi non può non tenere conto delle modalità con cui si organizza e gestisce il cantiere, che nel caso specifico assume caratteri riconoscibili del "cantiere verde", così come ai riferimenti contestuali di partenza, dalla disponibilità delle risorse, al loro approvvigionamento, ai problemi connessi ai cicli produttivi ed al controllo delle trasformazioni e degli impatti sui sistemi dell'ambiente.

Le invarianti per la realizzazione del prototipo-componente interferiscono sul processo ideativo e realizzativo, in particolare:

- per il contesto socio-produttivo e la disponibilità della risorsa;
- per i caratteri innovativi della filiera produttiva relativa al trasferimento tecnologico;
- per i domini tecnologici e domini normativi;
- per gli aspetti prestazionali del componente e verifica delle prove chimico-fisiche;
- per la capacità di ibridazione con altri componenti;
- per la definizione del tipo;
- per la modalità d'integrazione morfologica e di esecutività del componente.

In tal senso la sperimentazione condotta con il prodotto Ecomat, se da un lato punta ad ampliare la serie di componenti per l'involucro di edifici a basso consumo energetico, dall'altro ambisce ad innovare un sistema di filiera produttiva, ottimizzando ulteriormente il rapporto tra scarto e suo impiego, tra componente, processo fabbricativo e sua capacità di ibridarsi con altre materie e processi. In tale direzione si propone anche la sperimentazione attuata con il cantiere del muro in paglia.



Fig. 1 - Indicatori di valutazione per un progetto con materiali da riciclo, (C.Nava, Torino 2010)

Adattività delle soluzioni in area mediterranea: dominio normativo ed efficienza energetico-ambientale

di Raffaele ASTORINO**

L'evoluzione del quadro legislativo in ambito sia europeo che nazionale sul tema del risparmio energetico ha prodotto, oltre ad un apparato regolamentare e normativo ancora in evoluzione, una forte innovazione di prodotto nei materiali e componenti di involucro edilizio migliorandone quelle caratteristiche fisiche che incidono sulle prestazioni energetiche termo-igrometriche statiche e dinamiche al fine di rispondere più efficacemente, nelle soluzioni realizzative, ai nuovi livelli prestazionali richiesti. Il tema del risparmio energetico è tuttavia un tema parziale rispetto ad una dimensione più vasta quale quella della progettazione energetico-ambientale nella quale, oltre alle grandezze fisiche legate al funzionamento del sistema edificio-impianto, è di particolare interesse la realizzazione di edifici a basso impatto ambientale dove il bilancio energetico è allargato alla produzione dei singoli materiali e componenti dell'intero sistema tecnologico e ambientale ed al loro utilizzo (ciclo di vita del materiale).

Secondo la legislazione nazionale sul risparmio energetico l'involucro edilizio deve rispondere a precisi indici prestazionali quali¹:

- *La trasmittanza termica in regime statico U (DLgs 192/05, DLgs 311/06 e DPR 59/09);*
- *La trasmittanza termica in regime dinamico Y_e (DPR 59/09);*
- *La condensa superficiale (DLgs 192/05 e DLgs 311/06);*
- *La condensa interstiziale (DLgs 192/05 e DLgs 311/06);*

lasciando libertà al progettista sulla tecnologia realizzativa e, quindi, sui materiali/componenti da utilizzare. È evidente che in un approccio che non tenga soltanto conto del fatto energetico ma in una più ampia ottica di progetto a basso impatto ambientale, la tecnologia realizzativa dell'involucro edilizio segue logiche nelle quali sicuramente è riconoscibile il risparmio delle risorse. Questa logica viene inclusa, ad esempio, in quei protocolli di certificazione ambientale dove il risparmio delle risorse viene utilizzato come criterio di valutazione e specificato nell'utilizzo di materiali naturali, riciclabili o riciclati (in particolare nel protocollo LEED®² viene data una pesatura in punteggio differente se il materiale è riciclato pre-consumo o post-consumo).

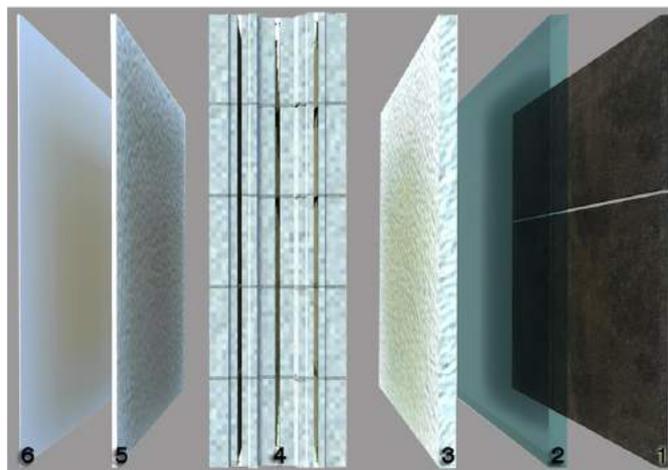
Nella seguente sperimentazione si vogliono mettere a confronto due tecnologie realizzative per una chiusura verticale esposta a sud utilizzando materiali naturali e riciclati:

Soluzione A. Parete costituita da una muratura in termoblocchi di cemento e vetro cellulare riciclati e termointonaco in calce (cfr. fig.1);

Soluzione B. Parete in balle di paglia realizzata con la tecnica GREB (cfr. fig.2).

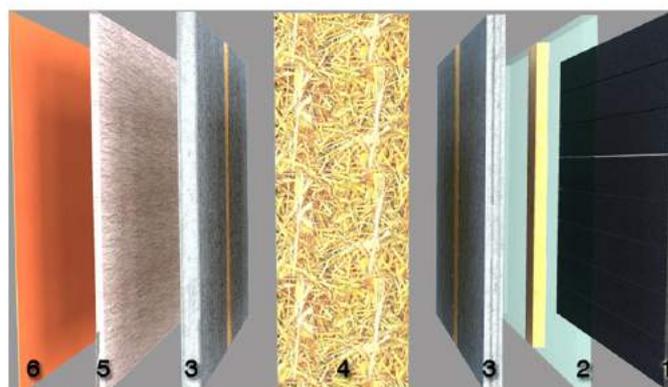
Si vuole sperimentare, inoltre, l'utilizzo di rivestimenti esterni differenti:

- *Rivestimento in pietra lavica nel caso della parete in termoblocchi (cfr. fig.1);*
- *Rivestimento con doghe di materiale innovativo in sansa di olive esausta e plastica riciclati di colore grigio scuro Ecomat (cfr. fig.2).*



1. Rivestimento in pietra lavica sp.2cm; 2. Camera debolmente ventilata 4cm; 3. Termointonaco in calce, perlite e silice espansa 3,5-8cm; 4 Termoblocco in cemento e vetro cellulare riciclati 30cm; 5. Intonaco in calce 1-2cm; 6. Intonaco di finitura in calce 0,5cm.

Fig.1 – Soluzione A: stratificazione della parete in termoblocchi



1. Rivestimento in Ecomat sp.2cm; 2. Camera debolmente ventilata 4cm ; 3. Intonaco GREB 5cm; 4 Balle di paglia 35cm; 5. Intonaco in argilla 2cm; 6. Intonaco di finitura argilla 0,3cm.

Fig.2 – Soluzione B: stratificazione della parete in balle di paglia con tecnica GREB

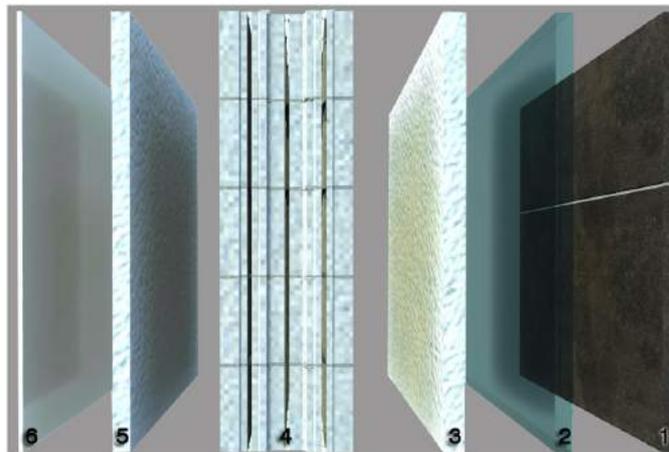
La sperimentazione viene contestualizzata in provincia di Catanzaro eseguendo i calcoli delle grandezze termiche ed igrometriche, statiche e dinamiche, in zona termica B, C, individuando, quindi, dei comuni con condizioni climatiche che rappresentano una limitazione della soluzione tecnologica adottata (il regime delle condense non è più verificato) e verificando una soluzione alternativa capace di rispondere a condizioni climatiche particolari (zona climatica E). Tali soluzioni alternative vengono realizzate inserendo uno strato di tenuta al vapore sul lato caldo della parete (interno) e proteggendolo con uno strato di finitura in cartongesso o pannello di terra cruda:

Soluzione C. Parete in termoblocchi con pannello in cartongesso pre-accoppiato ad uno strato di alluminio (cfr. fig.3);

Soluzione D. Parete in tecnica GREB con barriera al vapore in carta kraft, alluminio e paraffina protetta da pannello in terra cruda con sfere in paraffina a calore latente (cfr. fig.4).

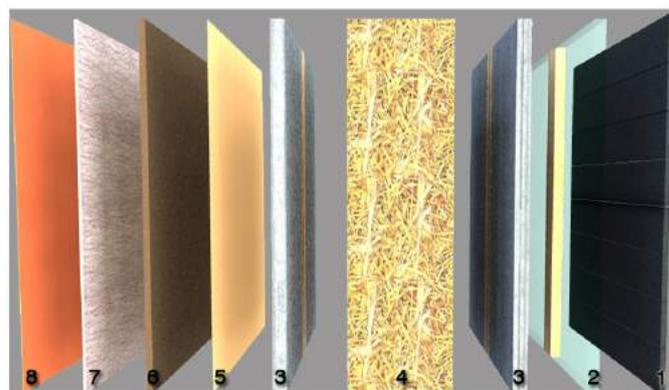
È evidente dai risultati ottenuti (cfr. Tabella 1) che la particolare tecnica realizzativa della muratura GREB con spessori costanti delle balle di paglia (32-35cm) e dell'intonaco (5-6cm) incide fortemente sul valore della trasmittanza termica indipendentemente dalla zona climatica mentre, nel caso della parete in termoblocchi che segue una metodologia realizzativa simile ad una normale parete intonacata, si agirà sugli spessori del termointonaco per portare la trasmittanza termica sotto i valori limite. Il comportamento igrometrico è quello che presenta maggiori variazioni in base al clima locale (temperatura dell'aria e pressione) e del materiale di rivestimento trovando nell'Ecomat una barriera al vapore; in condizioni particolari, infatti, il valore della condensa interstiziale raggiunge e supera valori limite (Sellia e Gizzeria). In tali condizioni climatiche sarà quindi necessario abbassare la permeabilità al vapore della superficie interna della parete inserendo uno strato di tenuta al vapore; in questo modo sarà possibile verificare le soluzioni costruttive anche in zona climatica E. I valori estivi sono tutti ottimali e denotano un buon comportamento in regime dinamico anche in condizioni climatiche caratterizzate da alte temperature esterne (zona climatica B). Oltre a rispettare il limite massimo normativo di $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ per la trasmittanza termica dinamica Y_{ie} , tutte le soluzioni presentano valori molto bassi di smorzamento e uno sfasamento maggiore di 16 ore. Il picco di temperatura si avrà, quindi, nelle ore notturne e, con una opportuna progettazione integrata del sistema di raffrescamento (anche semplicemente con la ventilazione naturale), la potenza termica che tende ad accumularsi all'interno degli ambienti può essere efficacemente dissipata.

Dalla sperimentazione emerge come l'efficacia di una soluzione tecnologica e la sua efficienza energetica dipendano strettamente dalle condizioni microclimatiche che sono variabili anche all'interno di una stessa provincia e per Comuni appartenenti alla stessa zona climatica; in sostanza la stessa soluzione di CV non necessariamente è performante per diversi contesti microclimatici anche se geograficamente vicini.



1. Rivestimento in pietra lavica sp.2cm; 2. Camera debolmente ventilata 4cm; 3. Termointonaco in calce, perlite e silice espansa 4,5-5cm; 4 Termoblocco in cemento e vetro cellulare riciclati 30cm; 5. Termointonaco in calce, perlite e silice espansa 4cm; 6. Pannello in cartongesso preaccoppiato a lamina in alluminio 1,25cm

Fig.3 – Soluzione C: stratificazione della parete in termoblocchi con barriera al vapore



1. Rivestimento in Ecomat sp.2cm; 2. Camera debolmente ventilata 4cm ; 3. Intonaco GREB 5cm; 4 Balle di paglia 35cm; 5. Barriera al vapore in carta kraft, alluminio e paraffina sp. 0,028cm; 6. Pannello in terra cruda con sfere in paraffina a calore latente; 7. Intonaco in argilla 1cm; 8. Intonaco di finitura argilla 0,3cm.

Fig.4 – Soluzione D: stratificazione della parete in balle di paglia con tecnica GREB con barriera al vapore e pannello in terra cruda

TABELLA 1									
Indici energetici per pareti esposte a sud con funzionamento di parete ventilata									
Orient. SUD Intercapedine debolmente ventilata	Zona Climatica Trasmittanza Termica Limite [W/m ² K]	Tipologia muraria ²	Trasmittanza termica U [W/m ² K]	Condensa superficiale	Conensa Interstiziale [g/m ²]	Trasmittanza termica periodica Y _{ie} [W/m ² K]	Coeff. di attenuazione	Sfasamento [h]	Temp. estiva suferficiale Interna Media giornaliera ⁴ [°C]
Soverato	B 0,48	Sol. A	0,47	assente	0	0,03	0,0715	16h 6'	37,44
		Sol. B	0,13	assente	155	0,01	0,1179	18h 10'	37,44
Catanzaro	C 0,40	Sol. A	0,40	assente	0	0,02	0,0575	17h 2'	35,31
		Sol. B	0,13	assente	319	0,01	0,1179	18h 10'	35,36
Sellia	D 0,36	Sol. A	0,36	assente	5	0,01	0,0332	17h 47'	33,68
		Sol. B	0,13	assente	497	0,01	0,1179	18h 10'	33,68
Gizzeria	D 0,36	Sol. A	0,36	assente	88	0,01	0,0332	17h 47'	33,21
		Sol. B	0,13	assente	549	0,01	0,1179	18h 10'	33,21
Cerva	E 0,34	Sol. A	0,34	assente	497	0,01	0,0297	18h 9'	32,05
		Sol. B	0,13	assente	802	0,01	0,1179	18h 10'	32,05
		Sol. C	0,33	assente	0	0,01	0,0283	18h 27'	32,05
		Sol. D	0,13	assente	0	0,01	0,1069	18h 44'	32,05

¹Si tralascia di indicare la Legge 10/91 che, nello specifico degli indici prestazionali che definiscono i valori limite per un corretto funzionamento termo-igrometrico delle strutture disperdenti, è ormai superata dal DLgs 192/05.

²LEED® - Leadership in Energy and Environmental Design: protocollo di certificazione ambientale del GBC – Green Building Council.

³Lo spessore del termointonaco della Soluzione A è variabile in funzione della Zona Climatica.

⁴Trascurando il contributo dato dalla lamina di alluminio e dall'effetto della paraffina contenuta nel pannello in terra cruda.

Innovazione di prodotto con materiale da riciclo: il progetto *Ecomat*TM

di Giuseppe ZUMBO***

La ricerca innovativa ed i materiali riciclati.

La domanda di un'edilizia più rispettosa dell'ambiente, la necessità di utilizzare materiali rinnovabili e soluzioni abitative flessibili ed in grado di garantire ottime prestazioni di isolamento energetico ed acustico, la rapidità di realizzazione con conseguente contenimento dei costi, sono tutti fattori che stanno concentrando l'attenzione su tematiche legate all'utilizzo dei materiali naturali e riciclati.

Il sistema produttivo proprio della nostra civiltà industriale opera secondo modalità indifferenti alla continuità dei processi causando dissipazione delle materie e delle energie e destrutturando gli equilibri del mondo naturale. (Tab. 1).

Da questo, ne risulta di particolare interesse il processo di promozione di strategie di riciclo che coinvolge tutti i ruoli e le competenze del settore edilizio nella filiera di processo, attivando un quadro metodologico ed operativo in cui il riciclaggio dei materiali provenienti da demolizione venga inteso come uno dei momenti di costruzione/decostruzione processuale dell'ambiente: materiali residui considerati non come scarto ma come risorsa. (M. Marocco, 2004)

Tale scenario, applicato alla realtà territoriale locale e al tema della disponibilità della risorsa, attiva processi d'innovazione ed evoluzione di tipo sociale ed economico, promuovendo, innanzitutto, progetti di valorizzazione e di ottimizzazione di filiere corte, con riferimento al settore produttivo delle costruzioni e ad altri comparti produttivi (agro-forestale per es.), e azioni di sviluppo legate alle piccole e medie imprese locali, che diventano attori principali nella crescita globale dell'economia del territorio, in quanto capaci di trasferire conoscenze e capacità tecnologiche attraverso l'introduzione di nuovi modelli d'investimento eco-sostenibile legati alla produzione ed al mercato.

Rifiuti da D&C in Europa	470 Mt/a
C&D fabbricati	180 Mt/a
C&D strade e escavazioni	350 Mt/a
Rifiuti per abitanti	480 Kg/a

Tab.1 - Studio sulla produzione di rifiuti da C&D in Europa (C. Nava 2011)

Applicazione e sperimentazione su filiere corte.

Mettere in relazione la qualità della produzione edilizia con le peculiarità di natura ecologica dei materiali, induce a cercare un connubio efficace tra esigenze del mondo delle costruzioni e le attualissime problematiche ambientali. A tal riguardo, sono di cruciale importanza elementi come la comprensione del contesto produttivo, la prestazione energetico-ambientale dei processi produttivi, il riciclaggio degli sfridi e dei materiali post-consumo, la reversibilità del prodotto, che con il loro apporto contribuiscono a sviluppare un'innovazione tecnologica ambientalmente consapevole.

Questo concetto si riflette in modo ottimale nelle piccole realtà aziendali di tipo artigianale che si muovono all'interno del nostro territorio e che mirano ad un modello produttivo di qualità molto elevata, come la Ecoplan, azienda su cui si attua la sperimentazione. Il principio dell'ottimizzazione di una filiera produttiva non proveniente dal comparto delle costruzioni e l'innovazione di processo innescata dalla disponibilità di una risorsa, assimilato da questa piccola realtà imprenditoriale, è divenuto il principio fondante della sua attività. La dimostrazione di ciò, sta nella scelta della sansa esausta d'oliva come materia prima, motivata da aspetti legati al territorio sui temi della disponibilità della risorsa, dell'impatto e dell'inquinamento prodotto da processi di lavorazione e dalla quantità degli scarti, e a caratteristiche tecniche di prodotto. (filiera del comparto agro-forestale-Fig. 1)



Fig.1 - Immagini relative al comparto agro-forestale della Piana di Gioia Tauro (RC)

Al successo del prodotto già sul mercato contribuisce il fattore legato alle caratteristiche della materia prima, che può essere accostabile, come composizione, alla polvere di legno (alto contenuto di legnina) e quindi facilmente ibridabile con altre tipologie di materiali. Da questa miscela viene fuori un materiale con ottime caratteristiche, facilmente esportabile all'interno del settore delle costruzioni (ECOMAT-Fig.2).



Fig. 2 - Immagini relative al processo di lavorazione dell'azienda Ecoplan riferite alla produzione di Ecomat.

Ispezionando sia la produzione nazionale che internazionale di materiali aventi profili analoghi all'Ecomat, è emersa la presenza di prodotti realizzati dalla mescolanza di polvere di legno e polimeri, applicati su sistemi di facciata sia come rivestimento e sia come soluzioni ventilate. Da qui l'idea di attivare sul prodotto ecomat un progetto di trasferimento di tecnologia da un sistema già consolidato, come quello su superfici orizzontali, ad un altro, del tutto sperimentale, come quello dell'involucro edilizio. A tal fine si sono già incrociate le esigenze dell'azienda ed un primo dominio tecnologico per la sperimentazione nella necessità espressa di ottimizzare al massimo il processo produttivo e le risorse strumentali a disposizione, allargando il mercato dell'uso di un nuovo componente da offrire alle aziende del settore delle facciate continue performanti. Su tale scenario si inserisce la verifica del dominio normativo, formando per il nuovo prodotto il profilo ambientale con LCA e quello energetico per normative vigenti. (Fig. 3)



Fig. 3 - Rielaborazione del processo di LCA applicato alla produzione di materiali riciclati provenienti da altri comparti produttivi. (G. Zumbo 2011)

Applicazione e sperimentazione del componente innovativo EcomatTM.

La progettazione di un componente con materiale da riciclo per sistemi tecnologici performanti richiede una metodologia di approccio progettuale che, partendo da un'attenta analisi dei fattori d'interesse della sperimentazione, porti alla definizione di un prodotto compatibile con

gli obiettivi iniziali preposti di eco-efficienza, attraverso la definizione del suo profilo ambientale.

Si tratta di attuare una progettazione non convenzionale di componente, capace di connettere fortemente l'innovazione di processo con quella di progetto. La stessa diverrà un tracciato guida sull'applicazione del nuovo prodotto Ecomatv definendo: Contesto socio-produttivo e disponibilità della risorsa; Caratteri innovativi della filiera produttiva relativa al trasferimento tecnologico; Domini tecnologici e domini normativi; Aspetti prestazionali del componente ecomat e prove chimico-fisiche; Capacità d'ibridazione; Definizione del tipo; Modalità d'integrazione morfologica e di esecutività del componente. (C.Nava 2011)

Applicazione al caso studio: ibridazione con sistemi costruttivi in paglia.

La possibile integrazione del percorso di ricerca affrontato fino ad ora con le tematiche relative ai sistemi di costruzione in paglia, fornisce una grande occasione di studio e sviluppo sui temi dell'ottimizzazione delle filiere corte e sugli aspetti strategici di gestione dell'ambiente, mirando ad individuare e promuovere modalità progettuali che, attraverso l'utilizzo di materiali a rapido ciclo di rigenerazione e limitato contenuto energetico, rappresentino valide opzioni per poter costruire in modo sostenibile.

La costruzione di case in balle di paglia è un modo di edificare alternativo, però altrettanto valido rispetto alle tipologie tradizionali, con prestazioni e qualità molto interessanti. Le proprietà principali che rendono la paglia in balle un materiale interessante per la costruzione di edifici sono quelle di essere leggera, isolante, largamente disponibile sul territorio, resistente, facile da maneggiare e lavorare e con un tempo di rigenerazione stagionale.

Questo materiale, oltre ad essere molto più economico di mattoni e cemento, costituisce un'ottima alternativa per il conseguimento dell'efficienza energetica, avendo un potere isolante tre volte maggiore ai suddetti materiali e allo stesso tempo è anche un materiale che respira, e che quindi aumenta la qualità dell'aria.

Esistono diversi metodi costruttivi sostanzialmente diversi: il muro in balle di paglia portante, detto Necraska, e il muro con struttura interna a telaio, detto non-loadbearingt (Greb), che consiste nel costruire una doppia ossatura leggera di legno, fissata alle fondamenta per inserirvi le balle di paglia protette da una malta di legno colata. L'insieme è completato da un intonaco di rifinitura di calce che lo protegge dalla pioggia. (Fig. 4)

La sperimentazione in oggetto, caratterizzata dal secondo sistema di realizzazione (tecnica Greb), ibrida questa tecnologia ad un sistema di facciata debolmente ventilata realizzata con il componente sperimentale Ecomat v, che si evolve e acquisisce caratteristiche di tipo energetico-prestazionale. (Fig. 5)

SEZIONE VERTICALE

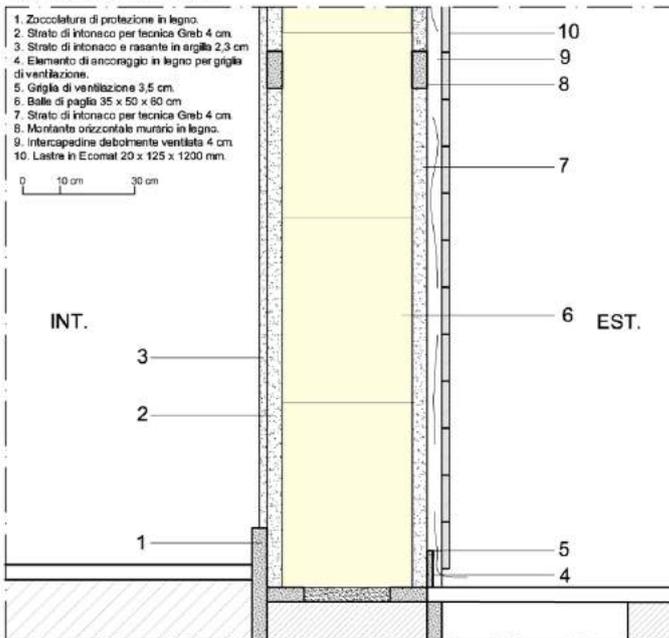


Fig. 5- Sezione CV 1:20_ Sperimentazione muro in paglia (Greb) con sistema debolmente ventilato. (Ecomat®)

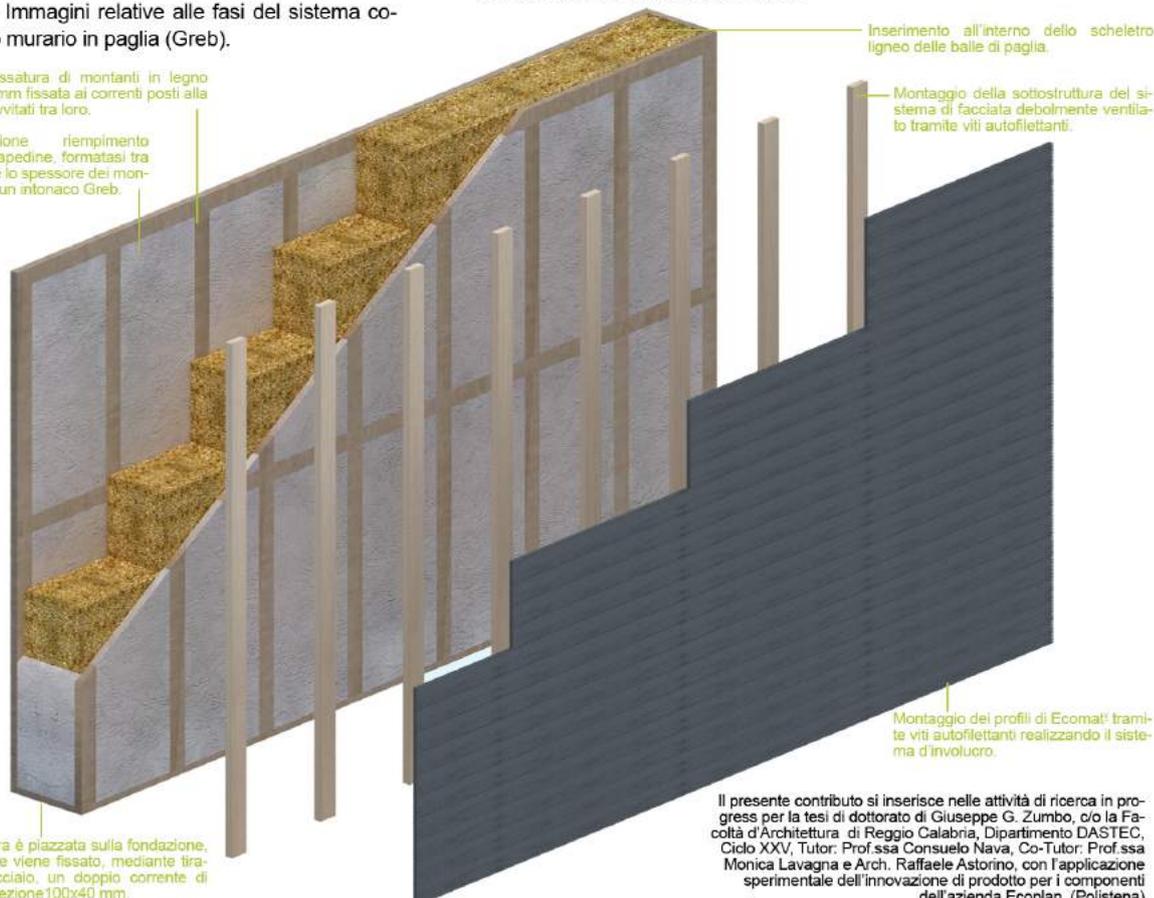


Fig. 4 - Immagini relative alle fasi del sistema costruttivo murario in paglia (Greb).

Doppia ossatura di montanti in legno 100 x 40 mm fissata ai correnti posti alla base e avvitati tra loro.

Realizzazione riempimento dell'intercapedine, formatasi tra la paglia e lo spessore dei montanti, con un intonaco Greb.

La struttura è piazzata sulla fondazione, sulla quale viene fissato, mediante tirafondelli di acciaio, un doppio corrente di legno di sezione 100x40 mm.



Il presente contributo si inserisce nelle attività di ricerca in progress per la tesi di dottorato di Giuseppe G. Zumbo, o/o la Facoltà d'Architettura di Reggio Calabria, Dipartimento DASTEC, Ciclo XXV, Tutor: Prof.ssa Consuelo Nava, Co-Tutor: Prof.ssa Monica Lavagna e Arch. Raffaele Astorino, con l'applicazione sperimentale dell'innovazione di prodotto per i componenti dell'azienda Ecoplan. (Polistena)

Progetto sperimentale di cantiere: realizzazione muro in paglia e sansa d'olive.

di Consuelo NAVA, Raffaele Astorino e Giuseppe ZUMBO

L'esperienza di cantiere che realizza un muro in paglia e sansa di olive dimostra l'integrazione tra due sistemi costruttivi con caratteristiche tecnologiche molto differenti ma che, allo stesso tempo, provengono ambedue da processi produttivi legati alle cosiddette filiere corte, nello specifico da altri comparti produttivi come quello agro-forestale ed agro-alimentare.

La peculiarità principale, insita all'interno di quasi tutti i prodotti provenienti da tali tipologie di processi produttivi, è rappresentata dalla non serialità dei componenti prodotti da tale Know-how e quindi l'impossibilità di attivare una produzione di tipo industriale. Questa condizione fa sì che si inneschi un processo progettuale e realizzativo di tipo semi-artigianale caratterizzato dalla necessità di realizzare disegni di fabbrica appositi per ogni singola applicazione, attivando un processo di controllo molto specifico su ogni particolare adottato.

Quindi il progetto per la sperimentazione ha avuto bisogno di un continuo controllo ed evoluzione del disegno, tenendo sempre come requisiti essenziali le peculiarità proprie dei sistemi tecnologici utilizzati, con riferimento alle costruzioni in paglia ed al sistema debolmente ventilato in Ecomat[®]. (Fig. 1/2)



Fig. 1 - Applicazione del sistema costruttivo in paglia (Greb), Arch. Margareta Schwarz, Casa Dalsant, Provincia di Bolzano, 2008.



Fig. 2 - Applicazione del sistema costruttivo Ecomat in verticale, Scuola primaria Bersani, Modena, 2011.

La prima fase progettuale elaborata ha previsto un'attenta analisi della tecnica costruttiva in paglia Greb, così la composizione del sistema murario, in questo caso portante, realizzando lo scheletro in base alla tipologia di balle di paglia utilizzate ed al loro spessore. (Fig. 3)

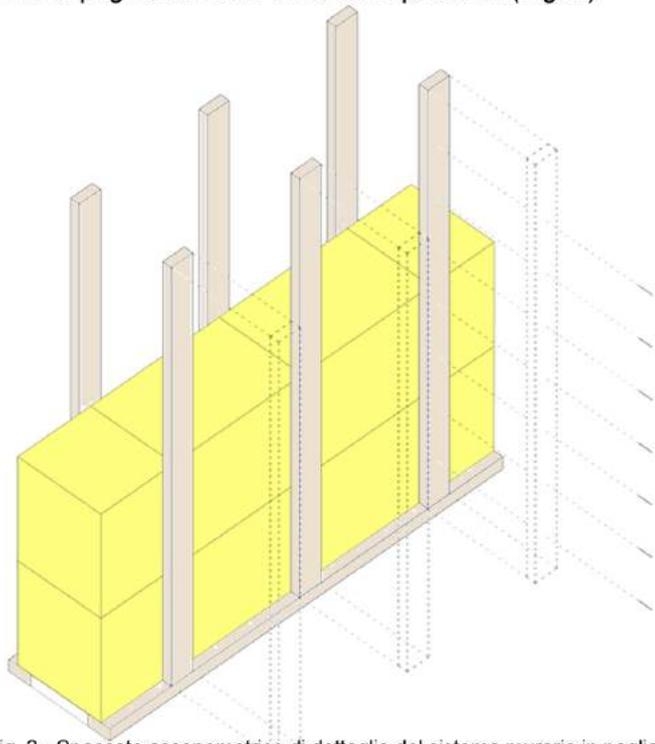


Fig. 3 - Spaccato assonometrico di dettaglio del sistema murario in paglia.

La realizzazione dell'armatura avviene tramite l'utilizzo di montanti in legno dalla sezione di 100x40 mm, ancorati alla base ed in testa ad un doppio corrente in legno sempre dello stesso spessore. (Fig. 4)

Successivamente, all'interno della gabbia già realizzata, vengono inseriti gli elementi di riempimento in paglia dallo spessore di 35 cm, posizionando dopo ogni filare delle staffe metalliche tra i montanti che consolidano la struttura e la rendono più compatta. (Fig. 5)



Fig. 4 - Cantiere a Cerva (CZ) - Realizzazione armatura portante con montanti in legno.



Fig. 5 - Cantiere a Cerva (CZ) - Inserimento delle balle di paglia e ancoraggio interno dei montanti.

Dopo l'inserimento di ogni filare di blocchi di paglia l'intercapedine di risulta tra quest'ultime e i montanti (40 mm) viene riempita con della malta di legno, caratterizzata dalla presenza nella miscela di segatura. (Fig. 6)

Queste fasi avvengono in modo tale che ogni strato precedente abbia il tempo e la possibilità di compattarsi e asciugare. (fig. 7/8)



Fig. 6 - Cantiere a Cerva (CZ) - Realizzazione della malta cementizia con innesto di segatura.



Fig. 7 - Cantiere a Cerva (CZ) - Montaggio casseforme e getto del calcestruzzo di legno.



Fig. 8 - Cantiere a Cerva (CZ) - Smontaggio dei casseroforme e completamento del muro.

Il sistema messo in opera è stato eseguito secondo la realizzazione di specifici disegni di fabbrica essenziali per la cantierizzazione. (Fig. 9)

SEZIONE ORIZZONTALE 1:10

1. Strato di intonaco e rasante in argilla 2,3 cm
2. Strato di intonaco per tecnica Greb 4 cm.
3. Balle di paglia 35 x 50 x 60 cm
4. Montante verticale murario in legno.
5. Strato di intonaco per tecnica Greb 4 cm.
6. Sottostruttura parete ventilata
7. Vite autoflettanta svasata a testa piana PH 4 x 40 mm.
8. Intercapedine debolmente ventilata 4 cm.
9. Lastre in Ecomat: 20 x 125 x 1200 mm.

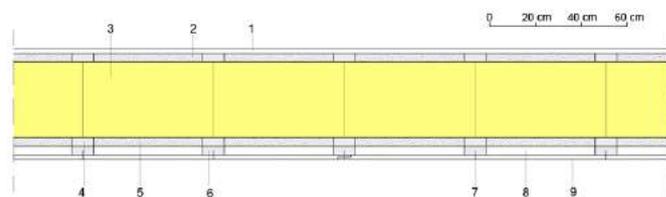


Fig. 9 - Pianta di dettaglio del sistema murario.

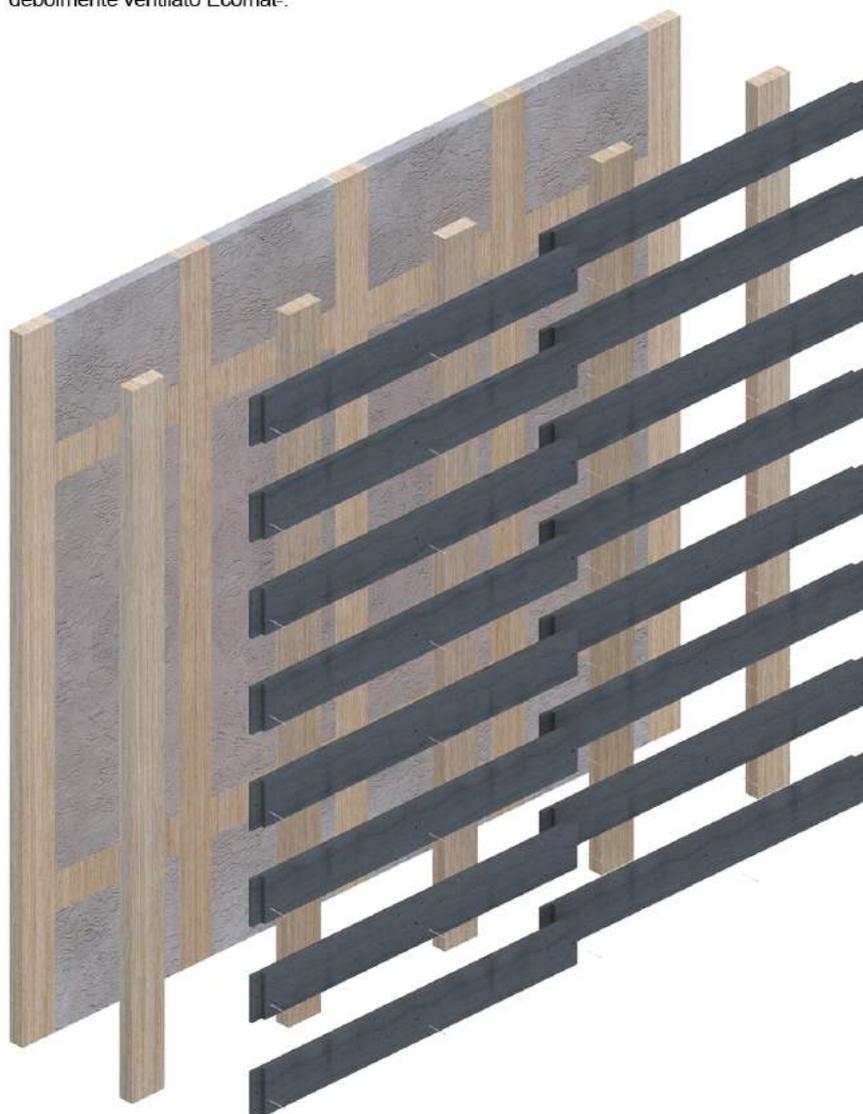
Il sistema tecnologico d'involucro è caratterizzato da una soluzione specifica di facciata debolmente ventilata, realizzata con l'ausilio del componente sperimentale Ecomat[®], innovativo sia da un punto di vista prettamente architettonico sia da un punto di vista tecnologico-prestazionale. Quindi, si attiva sul prodotto ecomat un progetto di trasferimento di tecnologia da un sistema già consolidato, come quello su superfici orizzontali, ad un altro, del tutto sperimentale e innovativo per il prodotto e per l'azienda (Ecoplan), come quello dell'involucro edilizio, quindi su superfici verticali.

Il ruolo che questo componente assume nel suddetto sistema diventa quello di pelle protettiva, che, con le sue caratteristiche fisiche e chimiche, contribuisce ad evitare eventuali infiltrazioni e garantisce il corretto funzionamento della facciata ventilata.

Per le caratteristiche proprie di resistenza a flessione e di espansione termica lineare del prodotto Ecomat, fornite attraverso prove di laboratorio già acquisite, si è deciso di tenere in considerazione come lunghezza di progetto di ogni elemento max 120 cm e come altezza max 12,5 cm, mantenendo uno spazio di dilatazione tra ogni componente di max 2 mm, questo sia per aiutare il processo di ventilazione naturale e sia per dare lo spazio a possibili dilatazioni del materiale.

Altra criticità era rappresentata dal punto di giunzione orizzontale di ogni componente, infatti, questa tipologia di soluzione costruttiva implicava, nella suddetta area, l'utilizzo di due elementi di fissaggio atti al loro ancoraggio nella sottostruttura.

Fig. 10 - Cantiere a Cerva (CZ) - Disegni di fabbrica sistema debolmente ventilato Ecomat[®].



SPACCATO ASSONOMETRICO PARETE VENTILATA

Ciò creava il rischio di un possibile danneggiamento dei montanti retrostanti ed, all'esterno, un cattivo effetto formale. Quindi si è progettato, alle estremità di ogni singolo pezzo, un giunto dalla tipologia maschio-femmina in modo tale da avere un solo elemento di fissaggio per due componenti. (Fig. 10)

La produzione di tali elementi, avvenuta in modo del tutto artigianale in azienda Ecoplan, ha necessitato di un peculiare controllo su ogni singolo passaggio di lavorazione. (Fig. 11)

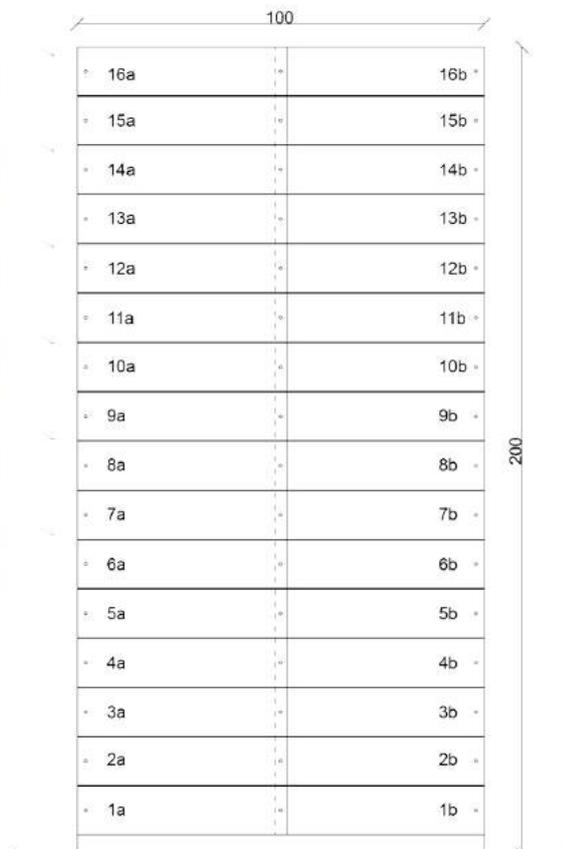
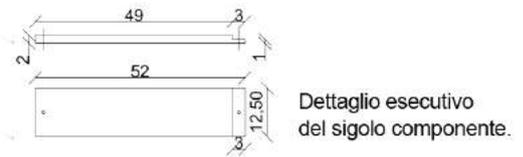


Fig. 11 - Cantiere a Cerva (CZ) - Produzione componenti d'involucro in azienda Ecoplan.

All'interno dell'esperienza di cantiere questo sistema è stato realizzato in tutte le sue parti con viti autofilettanti a testa piana e montanti in legno, analoghi a quelli utilizzati per il muro in paglia in modo da facilitarne l'integrazione. L'innovazione dei caratteri di un prototipo così realizzato può diventare know how per la produzione di un sistema costruttivo di tipo semi-industrializzato da adattare negli edifici a basso impatto ambientale. (Fig. 12)



Fig. 12 - Cantiere a Cerva (CZ) - Realizzazione sistema ventilato.



PROTOTIPO SISTEMA D'INVOLUCRO SCALA 1:10

Progettazione e verifica energetica di soluzioni di involucro performante su zone termiche controllate con rivestimenti in materiale innovativo

Progetto per la sperimentazione di tesi di laurea di: Francesca Pascale e Francesco Priolo

"SCENARI SOSTENIBILI METROPOLITANI - Progetti a servizio del sistema di mobilità urbana di Reggio Calabria: da Pentimele alla Stazione Lido"

di Raffaele ASTORINO**

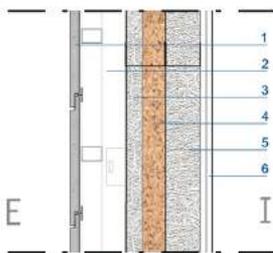


Fig.1 - Riqualficazione stazione S. Caterina: Vision



Fig.2 - Nuova stazione a Pentimele: Vision

Chiusura verticale ventilata leggera tra spazio riscaldato ed esterno (fronte est)



1. Pannelli di rivestimento Ecomat^{IV} in sansa esausta di olive e plastica riciclati sp. 2 cm
2. Camera d'aria debolmente ventilata sp. 10 cm
3. Pannelli in lana di legno sp. 3,5 cm
4. Pannelli in sughero sp. 5 cm
5. Panelli in lana di legno sp. 7,5 cm
6. Doppio pannello in cartongesso sp. 1,25+1,25 cm

Fig.3 - Sezione costruttiva e Plastico CV scala 1:1

Reggio Calabria:
GG 772
Zona Climatica B

Chiusura orizzontale ventilata pedonale tra spazio non riscaldato ed esterno (copertura piana)

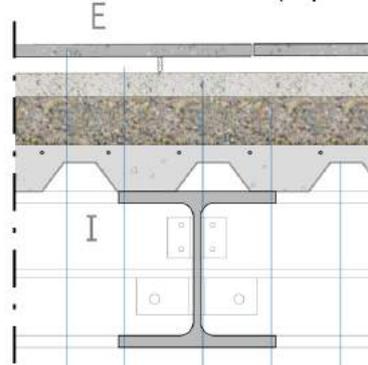


Fig.4 - Sezione costruttiva e Plastico CO scala 1:1

1. Pavimentazione in lastre di sansa esausta di olive e plastica riciclati Ecomat sp. 2 cm
2. Struttura in scatolari di acciaio sp. 4 cm
3. Massetto alleggerito con polimeri riciclati Ecomix sp. 7 cm
4. Sottofondo alleggerito con polimeri riciclati Ecolight sp. medio 12 cm
5. Solaio in lamiera di acciaio e c.a. sp. 10 cm

Reggio Calabria:
GG 772
Zona Climatica B

TABELLA 1
Verifiche energetiche CV

	Valori di Progetto	Valori Limite Reggio Calabria
Spessore	0,31 m	
Massa superficiale	91,35 kg/mq	
Trasmittanza termica U	0,36 W/mqK	0,48-10%
Trasmittanza termica periodica Yie	0,11 W/mqK	0,12
Fattore di attenuazione	0,34	
Sfasamento	10h 46'	
Condensa superficiale	assente	assente
Condensa interstiziale	177 g/mq	500

TABELLA 2
Verifiche energetiche CO

	Valori di Progetto	Valori Limite Reggio Calabria
Spessore	0,35 m	
Massa superficiale	435,64 kg/mq	
Trasmittanza termica U	0,45 W/mqK	non previsti per spazio non riscaldato
Trasmittanza termica periodica Yie	0,07 W/mqK	
Fattore di attenuazione	0,15	
Sfasamento	13h 54'	
Condensa superficiale	assente	
Condensa interstiziale	0 g/mq	

Riferimenti di prodotto



Pannelli in sansa di olive esausta e plastica riciclati Ecomat ed Ecomat^V



Pannelli in sughero Celenit LSC



Pannelli in lana di legno mineralizzata legata con cemento portland Celenit N



Massetto alleggerito con polimeri riciclati dosato a 150kg/mc di cemento ECOLIGHT



Massetto alleggerito con polimeri riciclati dosato a 300kg/mc di cemento ECOMIX

Progettazione e verifica energetica di Chiusure Verticali massiva e leggera in edifici a consumo energetico quasi zero

Progetto per la sperimentazione di tesi di laurea di: Francesco Fontana e Stefano Muzzi

"L'ARCIPELAGO GRECANICO - Riqualficazione sostenibile dei borghi"

di Raffaele ASTORINO**

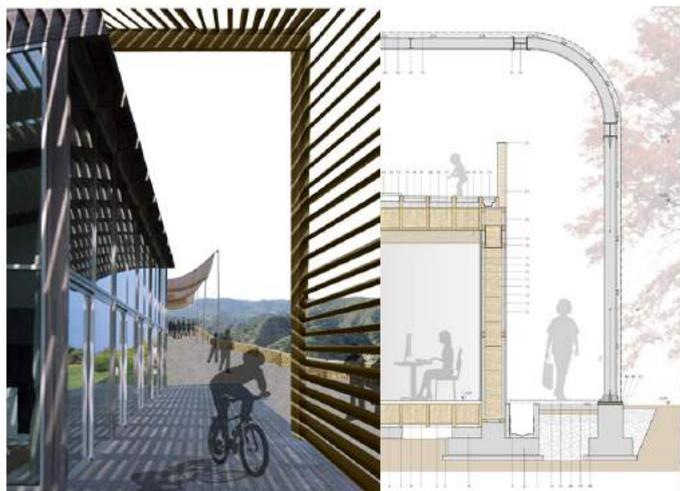


Fig. 1 - Nuova "Porta-Porto" di Bova (RC): Vision e sezione terra-cielo



Fig. 2 - Nuova "Porta-Porto" di Roghudi (RC): Vision

Chiusura verticale in balle di paglia con tecnica GREB tra spazio riscaldato ed esterno (fronte sud)



Fig. 3 - Sezione costruttiva

Chiusura verticale leggera su struttura in legno tra spazio riscaldato ed esterno (tutti i fronti, pianta circolare)

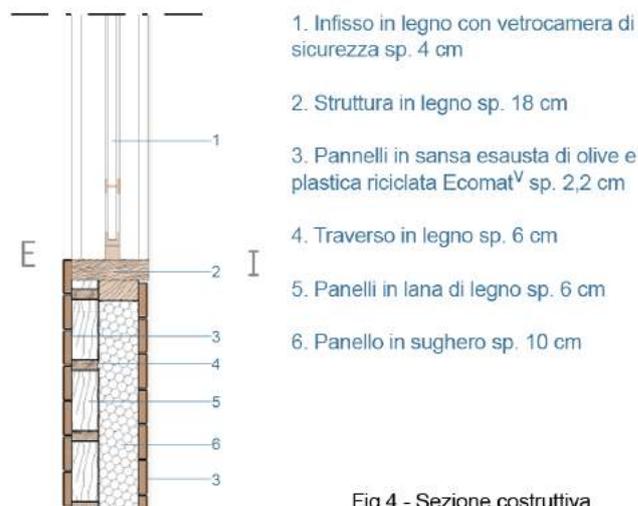


Fig. 4 - Sezione costruttiva

Bova (RC):
GG 2250
Zona Climatica E

Roghudi (RC):
GG 1001
Zona Climatica C

TABELLA 1
Verifiche energetiche CV
in balle di paglia

	Valori di Progetto	Valori Limite Bova (RC)
Spessore	0,55 m	
Massa superficiale	241,93 kg/mq	
Trasmittanza termica U	0,13 W/mqK	0,34-10%
Trasmittanza termica periodica Yie	0,014 W/mqK	0,12
Fattore di attenuazione	0,11	
Sfasamento	18h 33'	
Condensa superficiale	assente	assente
Condensa interstiziale	0 g/mq	500

TABELLA 2
Verifiche energetiche CV
leggera su struttura in legno

	Valori di Progetto	Valori Limite Roghudi (RC)
Spessore	0,20 m	
Massa superficiale	87 kg/mq	
Trasmittanza termica U	0,31 W/mqK	0,40-10%
Trasmittanza termica periodica Yie	0,11 W/mqK	0,12
Fattore di attenuazione	0,35	
Sfasamento	11h 2'	
Condensa superficiale	assente	assente
Condensa interstiziale	0 g/mq	500

Riferimenti di prodotto



Pannelli in sansa di olive esausta e plastica riciclati Ecomat ed Ecomat^V



Balle di paglia dal comparto agricolo locale



Segatura di legno da falegnamerie e segherie locali



Pannelli in sughero Celenit LSC



Pannelli in lana di legno mineralizzata legata con cemento portland Celenit N



ECOPLAN S.r.l.
C.da Primogenito - Zona industriale (P.I.P.) - 89024 Polistena (RC) Italia
Tel. (+39)0966.941844 - Fax. (+39)0966.933112
www.ecoplan.it
info@ecoplan.it



ABITA *lab*
REGGIO CALABRIA

Centro interuniversitario
Architettura Bioecologica ed
Innovazione Tecnologica per l'Ambiente

c/o DASTEC, FACOLTA' DI ARCHITETTURA DI REGGIO CALABRIA
Università degli studi *Mediterranea* di Reggio Calabria
via Melissari Feo di Vito - 89124 Reggio Calabria
fax +39 0965 3223115 - abita@unirc.it

PROGETTO E RICERCA: sperimentazione e divulgazione

Il report presenta i primi risultati della ricerca condotta sui temi: "Sostenibilità, energia, riciclo e filiera corta" attraverso attività di approfondimento scientifico e di verifiche in termini di simulazione energetica e di innovazione su componenti e sistemi per edifici a basso impatto ambientale in area mediterranea. I livelli di sperimentazione sono stati applicati ad esperienze di cantierabilità e di messa in produzione dei prototipi progettati.

- CANTIERE SPERIMENTALE e CONVEGNO a CERVA (CZ), 28/29 ottobre 2011: Costruzioni in paglia e sansa di olive.
- SEMINARIO c/o AGENZIA DEI BORGHI SOLIDALI a Roghudi (RC), 5 dicembre 2011
- SESSIONI TESI DI LAUREA c/o Facoltà di Architettura di Reggio Calabria, 15 dicembre 2011
- LEZIONE c/o IL MASTER ABITA a Firenze, 27 gennaio 2012

L'esperienza applicativa illustrata nel presente fascicolo è condotta dal gruppo di ricerca con attività di partneriato con l'azienda Ecoplan (Polistena), di collaborazione con l'Associazione Edilpaglia e sperimentazione su progetti di tesi di laurea

*Consuelo Nava, architetto, docente di Progettazione Sostenibile (responsabile scientifico, autore testo pagg.2-3 e pagg.8-9)

**Raffaele Astorino, architetto, PhD, esperto in progettazione energetico-ambientale (autore testo pagg.4-5, pagg.10-11 e pagg.8-9)

***Giuseppe Zumbo, architetto, Dottorando di Ricerca in Tecnologia dell'Architettura, ciclo XXV, (autore testo pagg.6-7 e pagg.8-9)

progetti di Tesi di Laurea di: Stefano Muzzi, Francesco Fontana, Francesco Priolo, Francesca Pascale (Facoltà di Architettura di Reggio Calabria)