

## A — Taglio di una balla di paglia

Nella sezione sottostante vengono riportate le fasi effettuate durante la prova di taglio di una balla di paglia effettuata in data 09 novembre 2013.

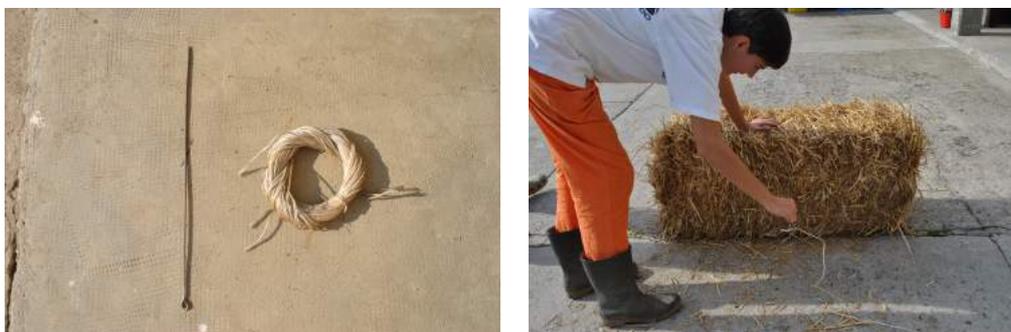


Figura A.1: Materiale occorrente per il lavoro di taglio; passaggio della bacchetta in ferro attraverso la balla



Figura A.2: Passaggio filo attorno alla balla; fase di legatura



Figura A.3: Serraggio della legatura (La1); nuova legatura nella parte inferiore (La2)



Figura A.4: Serraggio seconda legatura (La2); realizzazione terza legatura (La3)



Figura A.5: Trattenimento e fissaggio della terza legatura (La3); serraggio quarta legatura (La4)



Figura A.6: Termine delle quattro legature; posizione delle legature nella balla



Figura A.7: Taglio delle legature originarie; separazione delle balle



Figura A.8: Sovrapposizione delle balle per la separazione; balle separate



Figura A.9: Particolare della parte terminale della balla separata; balle separate e residuo paglia sfusa dopo il taglio



## B — Visita alla BaleHouse

### **Visita alla BaleHouse presso il campus universitario dell'University of Bath (UK) accompagnata dal prof. Peter Walker**

Data: 18.06.13

La BaleHaus è la prima casa costruita con il sistema prefabbricato portante in balle di paglia ModCell avvenuta nell'estate 2009. Il prototipo di casa è stato costruito sul campus dell'Università di Bath nell'ambito di una ricerca finanziata dal governo inglese. Questo progetto è stato sviluppato per comprendere i seguenti fattori: il comportamento strutturale del pannello; le prestazioni ambientali della casa prefabbricata in paglia; ottimizzare l'uso del sistema attraverso lo studio di raccordi, materiali e finiture e monitorare la resistenza nel tempo della paglia nella costruzione prefabbricata.

Il progetto è stato caratterizzato dal riutilizzo di otto pannelli già costruiti per una precedente esposizione di un progetto per le pareti del primo piano, mentre altri otto nuovi pannelli sono stati assemblati in una flying factories a una distanza di sei chilometri dal campus. Oltre ai pannelli portanti per la chiusura, sono state impiegate per le partizioni interne delle pareti in legno che sostengono il primo piano. È presente una colonna di legno che trasmette i carichi permanenti e accidentali del tetto. I pannelli sono stati intonacati direttamente nelle flying factory su entrambi i lati e portati in cantiere finiti, pronti per l'installazione. Prima della costruzione del prototipo, è stata realizzata una platea di fondazione in calcestruzzo su cui è stata posizionato un'asse di legno fissato da bulloni ai pannelli prefabbricati.

Il solaio del primo piano è in legno lamellare di 120 mm, progettato per funzionare unidirezionalmente e collocato in opera attraverso bulloni presenti sul pannello del solaio stesso. La casa è stata completata da un isolamento della copertura in fibra di legno ed esteriormente è stato applicato un rivestimento in cedro rosso del Pacifico su alcune parti dei pannelli in corrispondenza degli angoli esterni, della fascia di mascheramento della partizione interna e della chiusura superiore.

Nella primavera del 2013 la BaleHouse è stata spostata per permettere l'espansione dei nuovi edifici del campus universitario. È stata smontata e rico-

struita nelle vicinanze con un altro orientamento, deciso dai progettisti per testare un'altra esposizione. Da aprile 2013 ospita degli uffici universitari. È la prima volta che un edificio ModCell viene smontato e rimontato.

Durante la visita si percepisce un cambiamento di temperatura tra il piano terra e piano primo, specialmente nella stanza completamente vetrata della sala riunioni esposta a ovest dove la temperatura è molto alta ed è necessario aprire la finestra. Per quanto riguarda la schermatura della radiazione solare, sono presenti delle tende interne avvolgibili o ripiegabili presenti all'interno, mentre all'esterno non è prevista alcuna schermatura.

Nei giorni seguenti la visita è stato possibile incontrare Finlay White della ditta ModCell presso i suoi uffici ma, anche su richiesta poter visionare dettagli costruttivi, non ha fornito alcuna documentazione tecnica, oltre alle planimetrie presenti in questo allegato, sulla costruzione della BaleHouse.

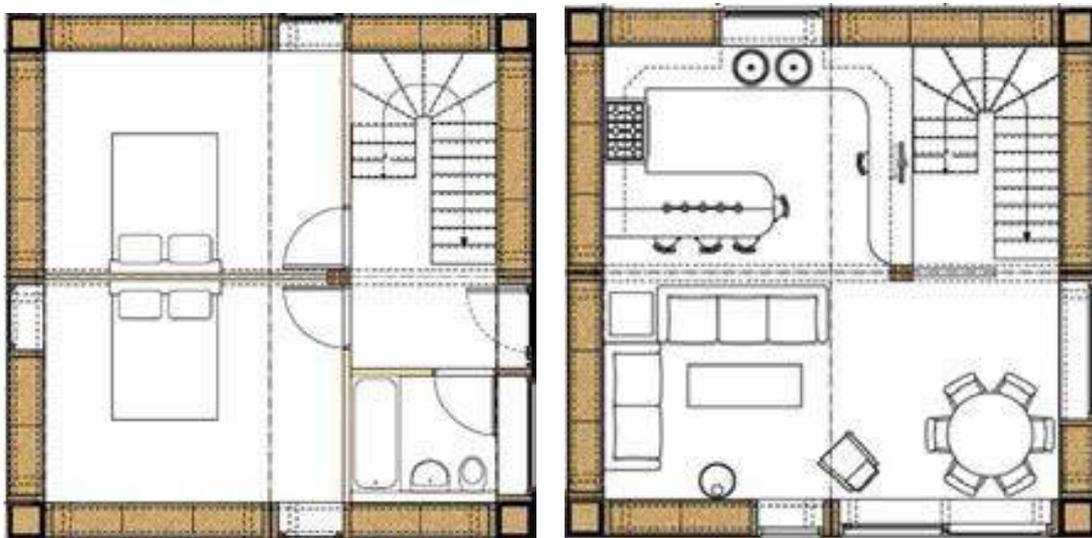


Figura B.1: Disegni della BaleHouse originaria. Pianta piano terra e piano primo (fuori scala) (ModCell, 2013)

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Nelle fotografie che seguono vengono rappresentati alcuni dettagli della BaleHouse ripresi durante la visita, con a lato piccoli commenti per descrivere l'immagine.



Figura B.2: Esterno della BaleHouse. Nessuna protezione per le chiusure che risultano sempre esposte alle piogge.



Figura B.3: Cucina al piano superiore.



Figura B.4: Oscuramento interno della cucina: tenda avvolgibile inserita nella parte superiore del vano finestra. Nessuna protezione all'esterno per il controllo della luce.

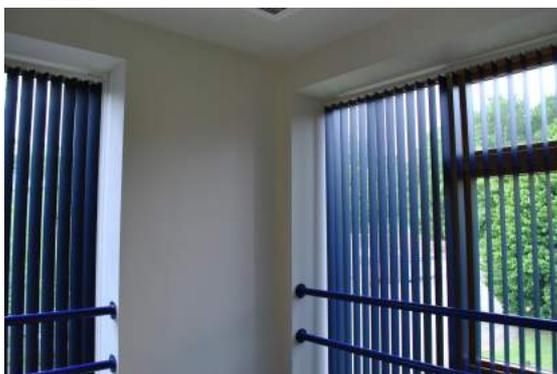


Figura B.5: Oscuramento interno della sala riunioni al piano superiore in cui sono presenti grandi vetrate con tende ripiegabili.



Figura B.6: Presenza di riscaldamento elettrico.



Figura B.7: Particolare del vano finestra interno: fissaggio del sistema oscurante direttamente sul telaio del serramento.



Figura B.8: Posizione delle prese elettriche a parete e impianto elettrico a vista.

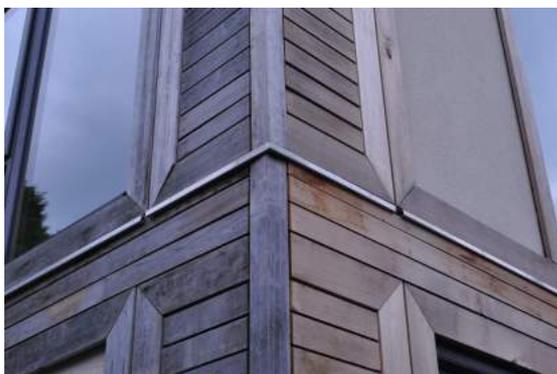


Figura B.9: Particolare esterno angolo della finitura esterna.



Figura B.10: Differenza di colore della pannellatura lignea: i listelli più chiari sono stati sostituiti dopo lo smontaggio e rimontaggio dell'edificio.



Figura B.11: Differenza nella modularità dei pannelli ModCell impiegati nella realizzazione dell'edificio (pannelli pieni, pannelli completamente vetrati, pannelli misti (vetrati e opachi)).



Figura B.12: Particolare della nuova pannellatura esterna: differenza di colore tra listello verticale ossidato e i nuovi listelli.



Figura B.13: Particolare attacco a terra: drenaggio acque meteoriche. Presenza di colatura di acqua direttamente sulla finitura esterna ad intonaco.



Figura B.14: Particolare intonaco in calce e finitura esterna in legno: presenza di spazio in cui può entrare l'acqua meteorica.



Figura B.15: Particolare di attacco della pannellatura lignea e del pannello ModCell. La pannellatura viene fissata al pannello attraverso dei chiodi in fissi nell'intonaco.



Figura B.16: Particolare gocciolatoio presenti nella parte inferiore di ogni pannello ModCell

## C — Preparazione campione per attività di laboratorio

### **Preparazione di un provino per test di permeabilità al vapore di un campione di calce canapa - Sperimentazione laboratorio University of Bath (UK)**

Data: 12.07.13

La preparazione di un provino per il test di permeabilità al vapore con un campione di calce canapa è stata eseguita con la collaborazione di Neal Holcroft nel laboratorio di Natural Fibre Materials del Department of Architecture and Civil Engineering dell'University of Bath.

La diffusione al vapore d'acqua di un materiale viene determinata sperimentalmente creando un gradiente<sup>1</sup> di umidità relativa attraverso il campione. La conseguente differenza nella pressione di vapore genera il flusso di vapore. Questo, può essere calcolato in due modi: attraverso il metodo "wet cup", che impiega le soluzioni di sali per stabilire l'umidità relativa, o il metodo "dry cup" che usa un essiccante.

È stato preparato un provino da utilizzare per il metodo "wet cup" attraverso l'impiego dei seguenti materiali:

- 390 ml di acqua
- 50 gr di sali
- campione di calce canapa (200 mm x 200 mm x 90 mm)
- silicone
- alluminio adesivo
- contenitore plastico isolato con materiale isolante e rivestito in alluminio (200 mm x 200 mm)

All'interno del contenitore metallico è stata inserita una soluzione salina, ottenuta mescolando 390 ml di acqua e 50 gr di sali, per la profondità di 15 mm. Sopra il contenitore è stato collocato il campione di calce canapa, separato dal contatto con la soluzione salina attraverso un'intercapedine di circa 15 mm.

Dato che il campione non era perfettamente lineare ed erano presenti delle mancanze tra la calce canapa e il contenitore, è stato sigillata la base con

<sup>1</sup>La variazione per unità di lunghezza che una grandezza subisce da un punto all'altro dello spazio lungo una certa direzione (Treccani)

del silicone per avere una continuità e perfetta tenuta tra il campione e il suo supporto.

Successivamente, si è proceduto a rivestire il provino con dei fogli di alluminio adesivo lasciando scoperta solo la parte superiore del campione di calce canapa ed è stato poi collocato in una camera climatica. Le condizioni interne della camera climatica sono state mantenute a una umidità relativa costante minore rispetto alla soluzione salina e a una temperatura costante di 23° C secondo quanto indicato dalla norma ISO<sup>2</sup>.

Non è stato possibile ottenere gli esiti prima del termine del periodo di permanenza presso l'università inglese perché la sperimentazione è continuata nel periodo estivo - autunnale. Gli esiti, comparati con altri dati reperiti in letteratura scientifica (Collet et al., 2013) hanno riportato che la permeabilità al vapore del provino è molto bassa rispetto a quanto registrato in altri esperimenti su campioni di calce canapa. Nel grafico (Holcroft, 2013) vengono riportati i tre differenti campioni di calce canapa reperiti in letteratura: campione spruzzato (SHC), campione tamponato (MHC) e campione vibrato (PHC) e il valore registrato presso il laboratorio di Bath. Una possibile spiegazione della registrazione del valore molto basso rilevato può essere dato dal fatto che all'interno della camera climatica le velocità dell'aria verticale e orizzontale erano rispettivamente di 0.38 m/s e 0.88 m/s mentre la norma ISO 12572<sup>3</sup> riporta che la velocità dell'aria deve essere compresa tra 0.02 e 0.3 m/s.

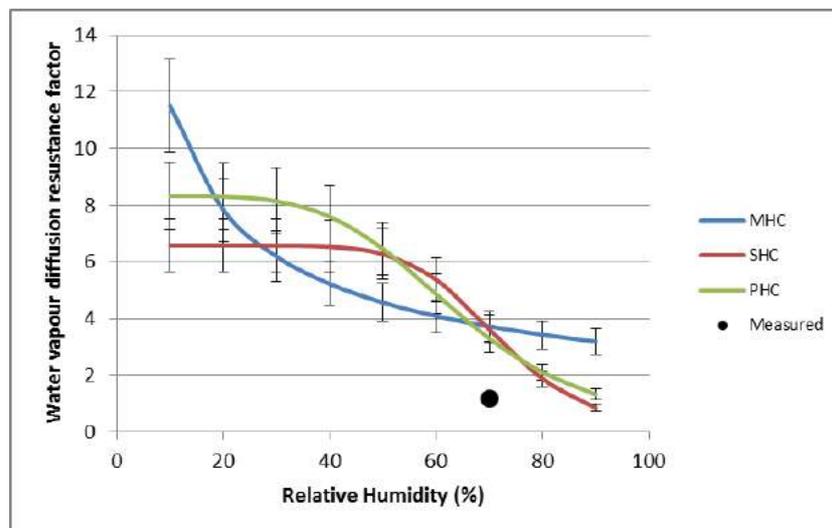


Figura C.1: Risultati di laboratorio riferiti al fattore di resistenza alla diffusione del vapore comparati con dati da letteratura scientifica (Holcroft, 2013)

Per quanto riguarda la sperimentazione sulla paglia, questo non è stato possibile realizzarla per vari fattori: grandezza dello spessore della palla di paglia che non permette una facile collocazione nella camera climatica, variabilità nella densità della palla, impiego di molto tempo per arrivare a uno stato di condizione di equilibrio dato dallo spessore del provino.

<sup>2</sup>ISO 2001. Hygrothermal performance of building materials and products - determination of water vapour transmission properties.

<sup>3</sup>BS EN ISO 12572:2001 Hygrothermal performance of building materials and products. Determination of water vapour transmission properties



Figura C.2: Contenitore-base su cui verrà collocato il provino e quantitativo di soluzione inserita nel contenitore-base



Figura C.3: Pesatura dei sali e diluizione in acqua



Figura C.4: Campione di calce canapa e sigillatura lacune tra il contenitore-base e il campione



Figura C.5: Campione isolato con alluminio adesivo e collocazione in camera climatica



## D — Visita casa isolata in paglia

### Visita alla casa di Erwin e Andrea Jacomet - Sumvitg (CH)

altezza costruzione: 1020 m

gg: 3718

Data: 16.03.12 e 04.05.12

Questo progetto rappresenta il primo intervento di isolamento di un edificio esistente con la paglia realizzato nel 2011 dall'arch. Werner Schmidt. La scelta di utilizzare la paglia durante l'intervento di retrofit energetico della casa nasce dal fatto che Andrea, proprietaria insieme al marito Erwin Jacomet, lavora presso lo studio dell'architetto Schmidt.

L'edificio esistente è una casa del 1883 a tre piani fuori terra con muri di pietra dello spessore di 65 cm privi di isolamento termico.

I primi lavori hanno riguardato la costruzione della nuova copertura isolata con paglia perché quella esistente era priva di isolamento. La nuova stratigrafia del tetto è composta da tegole, travetti, membrana traspirante, assito, balla di paglia di 50 cm inserita tra i pannelli di legno, tavolato e travi esistenti.

Prima della realizzazione dell'isolamento in paglia delle murature è stato fatto uno studio molto dettagliato per eliminare i ponti termici del balcone esistente e della scala esterna. Il balcone esistente ha comportato un grande lavoro di demolizione della parte di calcestruzzo presente attorno alle armature nella zona di attacco tra la parete e la soletta del balcone. Lo spazio vuoto che si è venuto a creare è stato riempito da isolante per limitare alle sole armature il ponte termico. Invece, la scala esistente in pietra è stata smontata per permettere la realizzazione dell'isolamento delle pareti con balle di paglia e al termine dei lavori è stata ricostruita con le stesse pietre.

Come per un edificio di nuova costruzione in paglia, anche in questo caso è stato realizzato un cordolo per isolare dal terreno la parte di appoggio delle balle di paglia. Il materiale utilizzato per riempire e isolare il cordolo è stato il vetro cellulare sfuso inserito all'interno di una gabbia metallica.

La provenienza delle balle di paglia non è locale perché in quest'area non c'è disponibilità di paglia ma sono state reperite da tre differenti stati (Svizzere-



Figura D.1: Pianta piano terra abitazione (fuori scala) (fonte Atelier Werner Schmidt)

ra, sud Germania, nord Francia). Alcune provenivano da residui di altri cantieri dell'arch. Schmidt e sono state utilizzate in questo intervento. Questo ha comportato una differenza nelle dimensioni con la conseguenza di un maggior tempo impiegato per la loro messa in opera dovuto al loro adattamento.

Per quanto riguarda l'installazione delle balle di paglia sono stati fissati alla parete verticale dei pannelli in OSB (spessore 4.5 cm) a distanza di 50 cm e fissati con profilati metallici a L e tasselli. La problematica riscontrata durante l'installazione dei pannelli di OSB è stata la difficoltà di fissare i tasselli alla struttura esistente perché il muro era formato da pietre che non permettevano una buona aderenza in tutti i punti. Successivamente, le balle di paglia sono state inserite all'interno della struttura realizzata con i pannelli in OSB realizzando un isolamento in paglia di 35 cm con le fibre di paglia orientate parallele alla parete.

È stata in un secondo tempo posizionata una rete metallica fissata alle balle di paglia con dei comuni tasselli per pannelli isolamenti e successivamente è stato posato l'intonaco di calce (5 cm) da parte di un'impresa che aveva già lavorato con l'arch. Schmidt e aveva già familiarità con la paglia.

Tutto l'intervento di isolamento dell'edificio è durato 4 mesi ed è stato realizzato in autocostruzione dai componenti della famiglia senza necessità di traslocare temporaneamente per i lavori: le persone vivevano e lavoravano nell'edificio contemporaneamente.

All'interno dell'edificio è presente una stufa a legna collocata in cucina che riscalda il piano terra perché il piano superiore è privo di riscaldamento

(è presente solo un radiatore nel bagno alimentato da una caldaia ad olio di recupero). I proprietari per riscaldare il piano superiore lasciano salire il calore del piano terra che risulta sufficiente. Infatti, durante l'inverno si sono riscontrate temperature esterne di  $-25^{\circ}\text{C}$  mentre al piano superiore sono stati rilevate temperature di  $20^{\circ}\text{C}$ . Non è stato riportato il dato della temperatura presente al piano terra, dove c'è la fonte di calore, e per quanto tempo viene acceso il riscaldamento durante la giornata.

Dopo l'intervento di isolamento sono stati monitorati i consumi di legna per l'intera stagione:  $1.5\text{ mc}^1$  di legna mentre prima dell'intervento il consumo variava da 4 a 5 mc.

Dal punto di vista dell'illuminazione interna degli ambienti al piano terra si è aperta una grande finestra nel soggiorno con vetrocamera ( $U = 0.5\text{ W/m}^2\text{ K}$ ) mentre gli altri infissi sono stati sostituiti con vetri tripli ( $U = 0.7\text{ W/m}^2\text{ K}$ ). Gli abitanti trovano molto confortevole la loro abitazione sia in inverno perché hanno ridotto i loro consumi e sia in estate perché gli ambienti interni sono molto freschi e piacevoli. L'unico inconveniente che può essere riportato riguarda la grande finestra presente in cucina, da cui in estate entra molta luce che deve essere schermata con una tenda. Anche se l'edificio esistente era antico non hanno riscontrato fenomeni di umidità dopo l'intervento di isolamento in paglia perché la paglia è traspirante.

L'edificio esistente adiacente a quello isolato in paglia era una rimessa e un luogo di riparo per animali. Durante la progettazione, si è deciso di realizzarlo in paglia con le stesse modalità costruttive impiegate nell'edificio esistente per fissare le balle di paglia e la sua realizzazione è durata 3 giorni. Al suo interno è presente un unico ambiente destinato ad area soggiorno e relax con un servizio igienico. La rapidità di realizzazione di questo edificio è stata favorita dal veloce fissaggio dei pannelli in OSB sulla struttura in legno. Il rivestimento esterno è stato realizzato con doghe di legno realizzando un'intercapedine d'aria tra la paglia e le doghe esterne, mentre il rivestimento interno è in legno (pavimento e pareti). Sopra la paglia è stata collocata una rete porta intonaco in metallo e uno strato di intonaco di calce per proteggere la paglia dagli agenti atmosferici e da possibili infiltrazioni di acqua. Durante la visita è stato riportato che questa parte è priva di impianto di riscaldamento e non è stata ancora completata perché il pavimento non è isolato. Però, i dati misurati durante l'inverno hanno riportato i seguenti monitoraggi: temperatura esterna  $-25^{\circ}\text{C}$ , temperatura interna  $14^{\circ}\text{C}$  con il solo isolamento di paglia e l'apporto di irraggiamento solare entrante dalla grande finestra dell'edificio.

---

<sup>1</sup>Il calcolo dell'equivalenza tra i mc e le tonnellate di legna dipende dal tipo di legname e dall'umidità relativa presente in esso. Ad esempio, 1 mc di faggio equivale a 1.05 t con umidità relativa maggiore del 50%



Figura D.2: Nuova estensione dell'abitazione realizzata in paglia con rivestimento in legno (A.R. Bertorello, 16.03.13)



Figura D.3: Scala esterna in pietra, smontata e ricostruita per realizzare l'intervento di isolamento (A.R. Bertorello, 04.05.13)

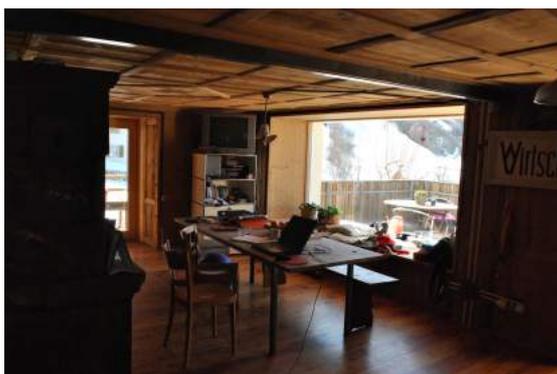


Figura D.4: Interno della sala da pranzo: rivestimento interno in legno (A.R. Bertorello, 04.05.13)



Figura D.5: Sporto della copertura, di nuova realizzazione, e chiusura verticale isolata in paglia (A.R. Bertorello, 16.03.13)



Figura D.6: Porta di ingresso alla cucina: spessore isolamento (parte intonacata) e mantenimento posizione del vecchio serramento (A.R. Bertorello, 16.03.13)



Figura D.7: Particolare di una finestra interna in cui il serramento, dopo la sostituzione è stato arretrato verso l'esterno (A.R. Bertorello, 16.03.13)



Figura D.8: Particolare esterno della porta di ingresso alla sala da pranzo: in evidenza lo spessore di isolamento (parte intonacata) e mantenimento posizione vecchio serramento (A.R. Bertorello, 04.05.13)



Figura D.9: Particolare interno della porta di ingresso alla sala da pranzo: la muratura esistente in pietra all'intero è stata rivestita in legno (pannellatura originaria) (A.R. Bertorello, 04.05.13)



Figura D.10: Particolare dell'attacco dell'assito del pavimento del balcone autoportante: risulta staccato rispetto alla chiusura verticale per non intaccarla (A.R. Bertorello, 04.05.13)



Figura D.11: Spalla esterna di un'apertura: mantenimento posizione arretrata del serramento e davanzale esterno intonacato (assenza di gocciolatoio) (A.R. Bertorello, 04.05.13)



Figura D.12: Particolare del sottoscala esterna: presenza di lastra ondulata metallica collocata in aderenza alla chiusura verticale isolata. Questo permette la ventilazione dell'area interessata dalla presenza della scala in pietra e la separazione dalla stessa (A.R. Bertorello, 04.05.13)



Figura D.13: Particolare dell'attacco a terra dell'abitazione: presenza di ghiaia per drenaggio in prossimità della base dell'isolamento (realizzato in vetro cellulare) (A.R. Bertorello, 04.05.13)



Figura D.14: Particolare del basamento della nuova estensione in paglia realizzato in vetro cellulare (A.R. Bertorello, 04.05.13)

## E — Incontro con sign. Finlay White - ModCell

### Trascrizione incontro con Finlay White presso la sede ModCell

the Proving House, 21 Sevier Street – Bristol BS2 9LB (UK)

Data: 16.07.13

Il sistema ModCell è stato realizzato 13 anni fa dall'architetto Craig White (White Design), fratello di Finlay e che si occupa di sostenibilità delle costruzioni. Nel Regno Unito ci sono circa 3 milioni di tonnellate di paglia inutilizzate ogni anno. Prima veniva bruciata direttamente nel campo ma ora non lo si può più fare perché produce emissioni di CO<sub>2</sub> e perché non è un metodo sicuro. Il collega di Finlay, che è un agronomo, si è chiesto che cosa si poteva fare con questo residuo a disposizione.

*ARB:Può parlarmi del sistema e come è nato?*

FW: Il metodo costruttivo tradizionale per la costruzione di edifici in paglia è il sistema Nebraska che ha delle limitazioni perché non può essere commercializzato. Infatti, se una persona si rivolge a un'impresa di costruzioni con la richiesta di farsi costruire una casa in paglia con il metodo tradizionale c'è il bisogno di trovare un posto dove sistemare la paglia per proteggerla dalle intemperie e trovare delle buone condizioni climatiche durante la costruzione. Con la prefabbricazione, questo non è necessario, perché i rischi meteorologici vengono eliminati a monte. In 3 settimane viene costruita la casa e l'intonaco viene già realizzato durante la realizzazione del pannello, prima della messa in opera in modo da non essere condizionati dal clima. Il cliente ci dice quale modulo utilizzare (3x3m, 4x4m) e noi lo realizziamo facilmente.

*ARB:Ma è possibile adattare il modulo prefabbricato ad ogni progetto?*

FW:è possibile adattarlo ma ci sono due cose che devono essere rispettate: lo spessore e la compressione della paglia che dipende dall'orientamento delle balle di paglia. Il sistema è stato inventato da Craig White ed è stato usato nel primo edificio 11 anni fa: era caratterizzato da 4 pannelli per l'University West of England School of Architecture. Si è pensato di vendere il prodotto

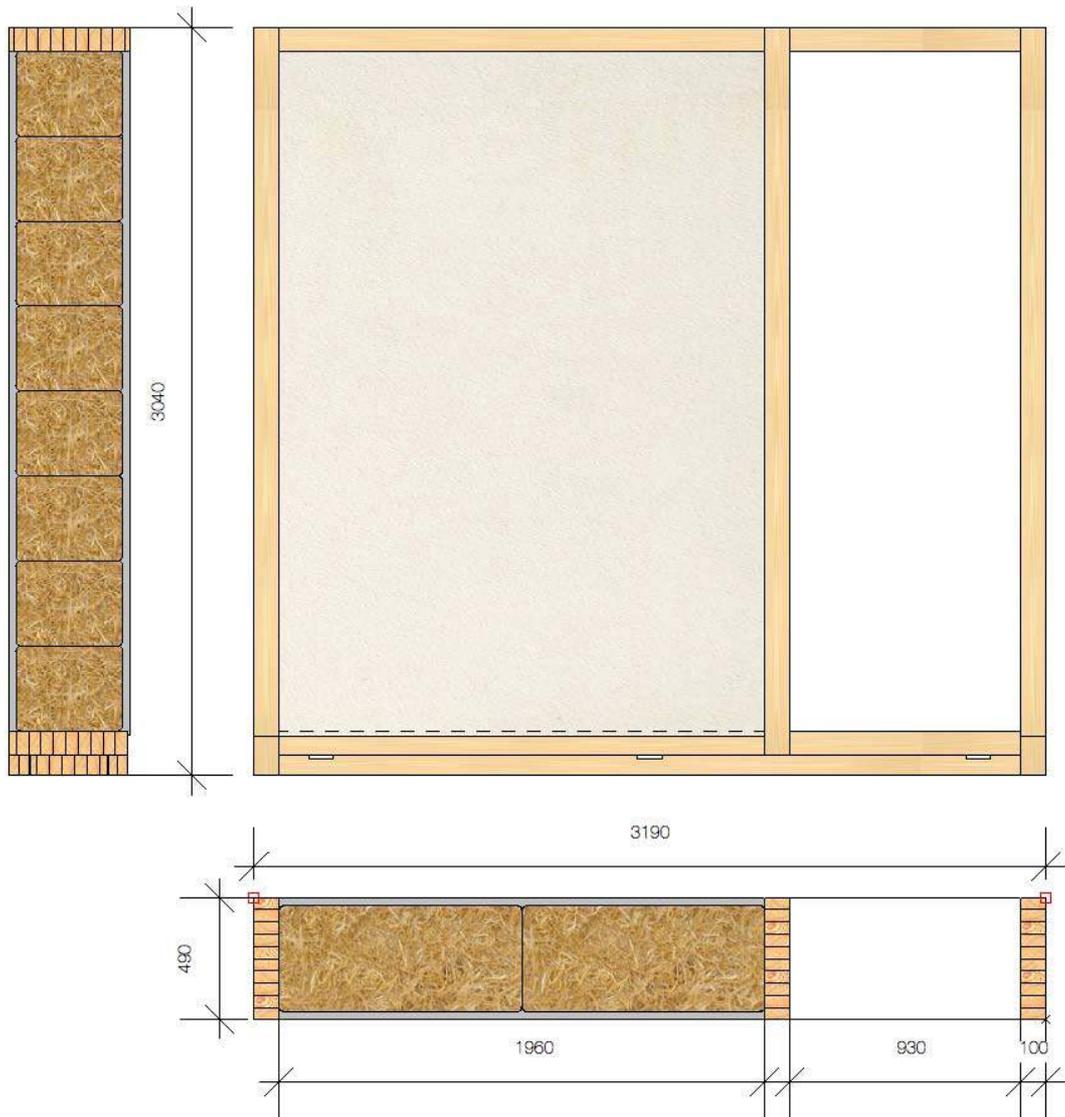


Figura E.1: Pianta, prospetto e sezione di un pannello ModCell (fuori scala) (ModCell, 2013)

senza avere conflitti di interesse e otto anni fa ModCell è diventata un'impresa indipendente che vende direttamente il prodotto. Un cliente può utilizzare architetti propri oppure White Design.

*ARB: Quindi se io sono un cliente e vengo da voi posso decidere chi mi progetta la casa con il vostro sistema?*

*FW:* la prima domanda che faccio è sempre "Avete un architetto?" Se la risposta è no, suggerisco White Design. Se la risposta è sì, va bene lo stesso e noi suggeriamo come fare per la progettazione.

Riferisce che hanno problemi di mentalità con le persone sulla paglia in riferimento ai topi, al fuoco e che la paglia è stata usata per costruire la casa dei tre porcellini. Loro cercano di ovviare a questo con un'ottima progettazione e

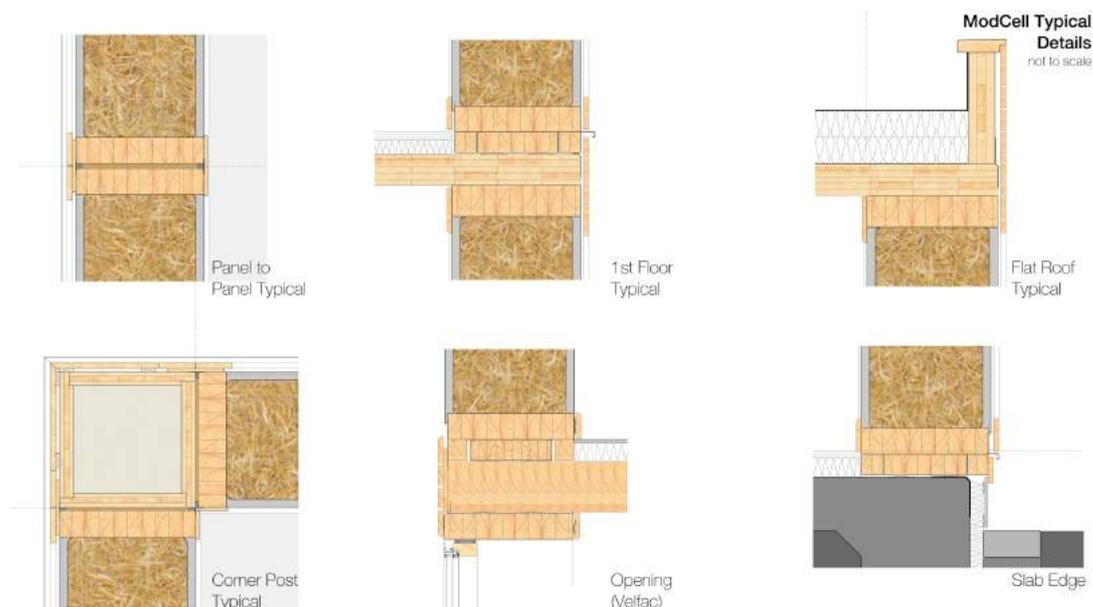


Figura E.2: Dettagli delle connessioni tra i pannelli ModCell (fuori scala) (ModCell, 2013)

valorizzando le caratteristiche termiche dei pannelli. Vogliono essere sostenibili, amici dell'ambiente e attrattivi.

Il sistema tradizionale ModCell con cui si è costruita la BaleHouse è caratterizzato da un pannello di paglia con telaio di legno che viene intonacato sui due fronti. Questo sistema è molto costoso.

ARB: *Perché?*

FW: l'impiego di 30 mm di intonaco da entrambe le parti incide molto per la manodopera. Ogni balla di paglia costa 3 – 3.50 £ ognuna.

ARB: *Che tipo di paglia utilizzate?*

FW: paglia tradizionale, non jumbo-bale. In Inghilterra gli agricoltori utilizzano due differenti densità che dipendono dalla macchina: una a bassa densità e l'altra più densa. Noi utilizziamo la seconda.

ARB: *Utilizzate questi pannelli nel residenziale?*

FW: sì, abbiamo appena terminato 20 appartamenti a Leed. In Inghilterra, è molto difficile proporre edifici che non rispettino gli standard costruttivi tradizionali. Noi cerchiamo di proporre sempre per i nostri prodotti una certificazione che attesti le caratteristiche (trasmissione, resistenza al fuoco, isolamento acustico, classe energetica).

ARB: *Avete cercato di migliorare il pannello tradizionale?*

FW: sì, cercando di abbattere i costi. Quindi è stato pensato un nuovo pannello, ModCell Core. Dopo la paglia viene applicato un pannello in fibra gesso traspirante e successivamente l'intonaco. È stato realizzato anche un pannello più performante (Core +) stesso pannello + 40 mm di fibra di legno all'esterno

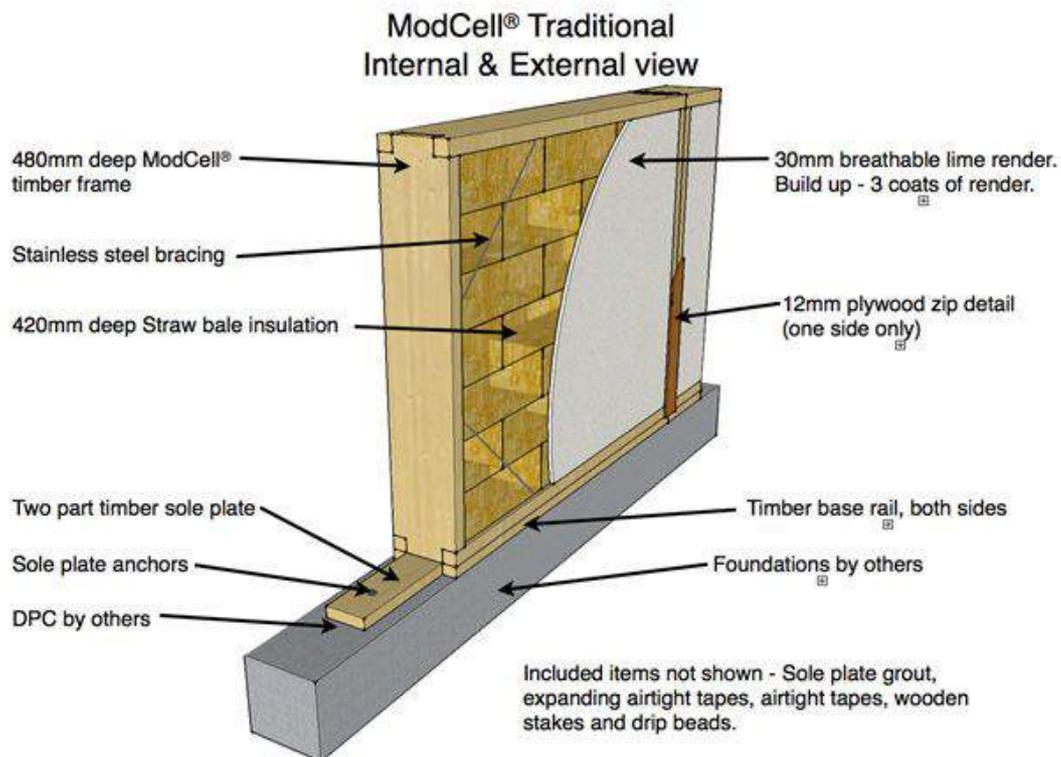


Figura E.3: Schema dei vari strati presenti in un pannello ModCell tradizionale (ModCell, 2013)

e 0.8 mm di intonaco. La trasmittanza è intorno a 0.11 W/mqK, 0.13 W/mqK per il pannello Core e 0.19 W/mqK per il pannello tradizionale.

ARB: *L'installazione della lastra in fibra e della lastra isolante in fibra di legno vengono installate prima o dopo l'installazione in opera del pannello ModCell?*

FW: il pannello viene assemblato tutto nelle flying factories e quindi la paglia viene sigillata durante la costruzione del pannello ModCell. Quando arriva in cantiere è già finito e pronto per il montaggio.

ARB: *Quindi quello che incide sui costi è l'intonaco e la sua messa in opera?*

FW: sì, perché costa da 25 a 30 £ a mq e deve essere posato su due parti (quella interna e quella esterna del pannello). Se ad un cliente la finitura interna del pannello tradizionale non piace dopo l'installazione, l'intonaco non può essere cambiato anche per il problema dei giunti. Con il nuovo metodo invece posso inserire un pannello di cartongesso e rifinire il tutto. Quindi è più flessibile.

ARB: *Qual è il costo del pannello tradizionale?*

FW: il pannello con la rifinitura di intonaco da entrambe le parti costa 450 £ a mq. Invece, il pannello Core + (con la fibra di legno) costa 310 £ a mq mentre il Core 195 £ a mq.

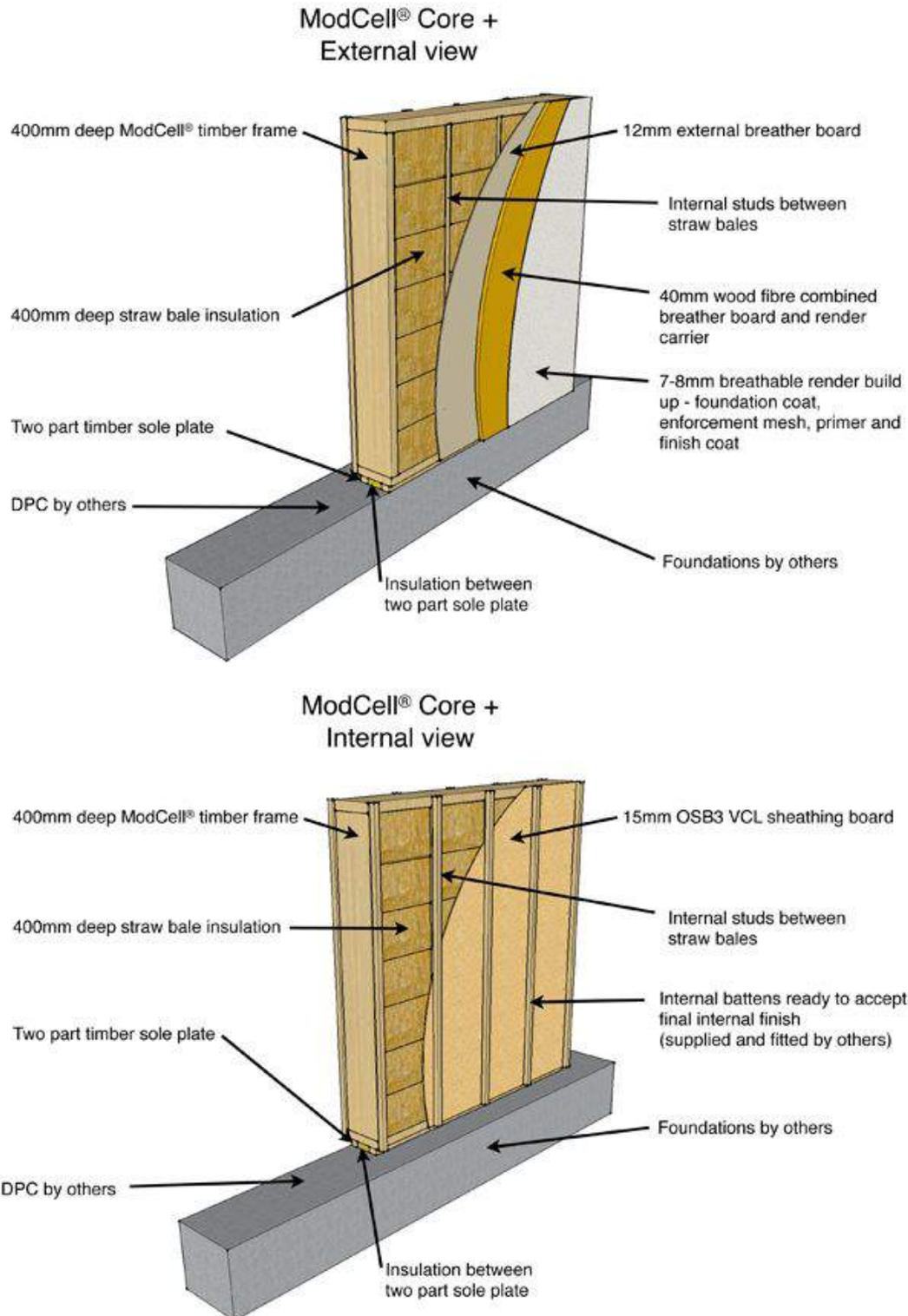


Figura E.4: Schema dei vari strati presenti nella parte esterna ed interna di un pannello ModCell Core+ (ModCell, 2013)

ARB: *Questo costo non include gli impianti?*

FW: sì, gli impianti vengono conteggiati a parte. Quello era solo il costo del pannello.

ARB: *Che tipo di isolante utilizzate alla base del pannello per isolarlo?*

FW: impieghiamo un isolante minerale per eliminare il ponte termico

Può capitare che il pannello raggiunga le dimensioni di 4x4 m. Questo comporta difficoltà nella movimentazione sia per il peso che per la dimensione e si deve utilizzare una grande gru. Questo è avvenuto, ad esempio, per la costruzione di un supermarket in cui veniva richiesto un pannello grande come modulo

Per il pannello di nuova realizzazione non fanno una certificazione di prodotto perché le varie componenti che utilizzano sono già state certificate (es. lastra di gesso fibra, intonaco, lastra di isolante...).

L'impiego di pannelli modulari negli edifici è molto utile quando, ad esempio, la destinazione d'uso è uffici o residenza per studenti. All'esterno la serialità si vede molto nella scansione muro- finestra e i pannelli vengono realizzati tutti uguali.

ARB: *Volete impiegare i pannelli ModCell nel retrofit di edifici esistenti?*

FW: sì, ci piacerebbe, ma non è ancora stato fatto perché non ci sono state richieste. All'esterno potrebbe essere inserito senza problemi mentre all'interno no perché si perderebbe spazio utile. Questo metodo potrebbe essere utilizzato nel retail perché gli spazi sono molto grandi, ma nel residenziale è molto difficile.

La costruzione di una scuola con pannelli ModCell può impiegare una settimana. La BaleHouse a Bath solo per l'installazione della struttura ci ha impiegato 2 giorno e mezzo. Per smontarla e rimontarla ci è voluto molto più tempo.

ARB: *Perché utilizzate le flying factories?*

FW: il motivo principale è essere vicini al cantiere, dando lavoro alle persone locali. Molto spesso alla costruzione partecipano degli alunni delle scuole per farli partecipare alla costruzione della loro scuola. Dal punto di vista economico risultano più costose perché, ad esempio, con i bambini si fissano solo 20 viti in 10 minuti. Però, se ci sono progetti in contemporanea funzionano molto bene e non interferiscono tra loro. Tra l'altro si paga l'affitto del luogo solo per il periodo che si usa. Quindi ci sono dei vantaggi anche in questo.

ARB: *Quindi per le persone locali partecipare alla costruzioni risulta molto importante?*

FW: certo. Perché una volta coinvolte comprendono il valore del lavoro e dell'edificio, specialmente se si tratta di edifici per la comunità.

ARB: *Ho visto che nella BaleHouse avete utilizzato degli angoli speciali.*

FW: sì, ci sono degli angoli speciali rivestiti in legno per coprire i giunti

ARB: *Avete testato i pannelli ModCell per quanto riguarda l'umidità?*

FW: i pannelli sono traspiranti e non avviene la formazione di umidità. Questo lo abbiamo riscontrato in opera nei vari progetti. Poi tutti i vari materiali che utilizziamo per la realizzazione dei vari pannelli sono traspiranti

ARB: *Avete riscontrato dei problemi dopo qualche anno dall'installazione?*

FW: no. Al momento sono stati costruiti 21 edifici (il mio collega dice 41 contando i 20 appartamenti dell'ultimo complesso realizzato).

ARB: *Ho visto che i pannelli possono essere costruiti anche con canapa.*

FW: sì, ma cambia il costo. Se io compro 1 mc di paglia costa circa 15 £ se invece compro 1 mc di calce canapa costa da 150 – 190 £ e ci vuole più tempo dopo l'installazione per farla asciugare.

Dopo mi illustra i progetti su internet e dove scaricare la documentazione dal sito.

Quello che stanno cercando di fare per il futuro è di espandersi come mercato ad altri paesi. Al momento stanno lavorando con Pete Walker alla Certificazione europea del prodotto. Ogni paese ha standard diversi e questo rappresenta il problema. Importare i prodotti non conviene e quindi stanno cercando di vedere se è possibile, con questa certificazione, utilizzare prodotti locali.

ARB: *Ma se riuscite ad ottenere la certificazione europea continuate ad utilizzare le Flying factory?*

FW: sì, ma saranno presenti nel paese in cui si andrà a costruire l'edificio.



## F — Disegni progettuali sperimentazione

### ELENCO TAVOLE

- Tavola 1: Inquadramento: pianta piano terra, prospetto sud e sezione caso studio (scala 1:100)
- Tavola 2: Soluzione A: pianta, prospetto e sezione (scala 1:50)
- Tavola 3: Soluzione B: pianta, prospetto e sezione (scala 1:50)
- Tavola 4: Schema sensori (scala 1:50)
- Tavola 5: Schema sensori (scala 1:50)
- Tavola 6: Variante soluzione B: pianta, prospetto e sezione (scala 1:50)
- Tavola 7: Dettaglio finestra (scala 1:20)
- Tavola 8: Telaio in legno attorno alla finestra (scala 1:20)
- Tavola 9: Dettaglio finestra (scala 1:10)
- Tavola 10: Aggiornamento schema sensori (scala 1:50)
- Tavola 11: Aggiornamento schema sensori (scala 1:50)