PROGETTO OTTIPLE

Ottimizzazione della trasmittanza termica in profili di legno

Relazione finale di sintesi

Soggetto proponente (capofila ATS)	Lamellier Holz s.a.s. di Cervo Federico Luca & C.
Partner ATS	CNR - Ivalsa
Durata progetto	02.02.2009 - 29.07.2011

RESPONSABILE – COORDINATORE DI PROGETTO
Fabrizio Cervo
Lamellier Holz s.a.s. di Cervo Federico Luca & C.

GRUPPO DI RICERCA

Stefano Berti
Benedetto Pizzo
Michele Brunetti
Gaia Pasetto
Nadia Gaeti
Paolo Burato
CNR -Ivalsa

Fabrizio Cervo
Lamellier Holz s.a.s. di Cervo Federico Luca & C.

Matteo Leder
Consulente R&D

I N D I C E

1. Introduzione

2. Obiettivi e partecipanti al progetto

2.1. Obiettivi

2.2. Partecipanti al progetto

3. Attività

3.1. Raccolta di materiale bibliografico

3.2. Raccolta del materiale di rovere

3.3. Individuazione del materiale accessorio

3.4. Ingegnerizzazione del materiale accessorio

3.5. Costruzione di un prototipo di attrezzatura

3.6. Realizzazione di diverse tipologie di profili

3.7. Prove in azienda sulle diverse tipologie di profili

3.8. Realizzazione di telai innovativi di legno di rovere

3.9. Verifica della trasmittanza termica dei telai sperimentali

3.10. Costruzione di un prototipo di finestra completa

3.11. Verifica della trasmittanza termica del prototipo completo

3.12 Analisi dei possibili brevetti

3.13. Piano di comunicazione e diffusione informazioni

3.14. Gestione e monitoraggio progetto

4. Considerazioni conclusive

1. Introduzione

Il presente documento costituisce una sintesi delle attività svolte e dei risultati raggiunti durante l'arco temporale compreso tra il 02 febbraio 2009 ed il 29 luglio 2011, nell'ambito del progetto OTTIPLE "Ottimizzazione della trasmittanza termica in profili di legno", presentato ai sensi Piano di Sviluppo Rurale della Regione Veneto, Misura 124 (PIFF)"Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nel settore agricolo, alimentare e forestale", Dgr n. 199 del 12/02/2008.

2. Obiettivi e partecipanti al progetto

2.1. Obiettivi

Partendo dalla necessità di valorizzare il legname di specie forestali che, a causa della densità elevata del loro legno non potrebbero essere impiegati in alcuni manufatti secondo i più moderni concetti di edilizia sostenibile, sia tecnica che ambientale, la sperimentazione ha inteso affrontare il problema della trasmittanza termica del legno di rovere ed in particolare dell'ottimizzazione di profili di legno per infissi in grado di garantire un buon isolamento termico.
Inoltre, la scelta di impiegare profili grezzi formati da lamelle di legno incollate insieme, permette di utilizzare anche materiale proveniente da operazioni colturali economicamente poco remunerative, ma estremamente importanti per la corretta gestione del bosco quali, ad esempio, i diradamenti, che producono di solito tronchi di piccole dimensioni e con forma, spesso, contorta. Questa scelta produttiva permette, quindi, di considerare la sperimentazione proposta anche per i benefici indiretti che potrebbe portare in un'ottica di filiera forestale, stimolando i proprietari di boschi ad eseguire gli interventi selvicolturali programmati e procurando materia prima all'industria di prima e seconda trasformazione.
In sintesi gli obiettivi del progetto possono essere così riassunti:

- mettere a punto un profilo per finestre a base di legno, in grado di migliorare l'isolamento termico dell'intero manufatto. Il risultato principale del progetto è, quindi, un prodotto innovativo frutto della collaborazione tra impresa proponente e ricercatori nel settore della tecnologia del legno e dell'ingegneria dei materiali;
- utilizzare specie legnose attualmente impiegate, ma che, se non inserite in un contesto innovativo, non potrebbero garantire le prestazioni termiche richieste dalle attuali disposizioni legislative;
- incrementare l'uso del legno, soprattutto di quello proveniente da foreste la cui gestione possa essere considerata sostenibile, portando benefici, non solo ambientali, ma anche in termini di occupazione e di reddito per le popolazioni coinvolte.

In termini più generali, il progetto si propone di acquisire delle conoscenze in materia di trasmittanza termica che possono essere trasferite anche su altre tipologie di prodotti (infissi o altri manufatti a base di legno) e possono, inoltre, essere prese a base per incrementare le conoscenze riguardo al comportamento termico del legno e di composti a base di legno.
Infine, considerando che il risultato principale del progetto è rappresentato da un prototipo, il prodotto realizzato può incrementare la competitività dell'azienda coinvolta mediante l'utilizzazione, anche commerciale, dell'innovazione messa a punto.

2.2. *Partecipanti al progetto*

Gli attori che hanno collaborato alla realizzazione del progetto OTTIPLE , nell'ambito della filiera Bardolino-Custoza, sono i seguenti:

Denominazione partner	Codice nel progetto
Lamellier Holz s.a.s. di Cervo Federico Luca & C.	R
CNR -IVALSA	P1

La matrice delle responsabilità, di seguito rappresentata, illustra il ruolo e gli incarichi affidati a ciascun partner di progetto:

ATTIVITÀ / PARTNER		R	P1
1.	Raccolta di materiale bibliografico	-	Cr
2.	Raccolta del materiale di rovere	Cr	-
3.	Individuazione del materiale accessorio	Cr	Co
4.	Ingegnerizzazione del materiale accessorio	Co	Cr
5.	Costruzione di un prototipo di attrezzatura	Co	Cr
6.	Realizzazione di diverse tipologie di profili	Cr	Co
7.	Prove in azienda sulle diverse tipologie di profili	Cr	Co
8.	Realizzazione di minimo due telai innovativi di legno di rovere	Cr	Co
9.	Verifica della trasmittanza termica dei telai sperimentali	Co	Cr
10.	Costruzione di un prototipo di finestra completa	Cr	Co
11.	Verifica della trasmittanza termica del prototipo completo	Co	Cr
12.	Analisi dei possibili brevetti	Co	Cr
13.	Piano di comunicazione e diffusione informazioni	Co	Cr
14.	Gestione e monitoraggio progetto	Cr	Co

Legenda:
Cr*= Coordinatore responsabile dell'azione e delle risorse che collaborano alla sua realizzazione.*
Co*= Collabora alla realizzazione di attività/azioni coordinato dal soggetto responsabile dell'azione.*

3. Attività

Le attività previste all'interno del progetto sono state realizzate secondo la tempistica riportata nel seguente diagramma di Gantt.

ATTIVITÀ \ MESE	2009											2010												2011							
	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A
1. Raccolta di materiale bibliografico																															
2. Raccolta del materiale di rovere																															
3. Individuazione del materiale accessorio																															
4. Ingegnerizzazione del materiale accessorio																															
5. Costruzione di un prototipo di attrezzatura																															
6. Realizzazione di diverse tipologie di profili																															
7. Prove in azienda sulle diverse tipologie di profili																															
8. Realizzazione di minimo due telai innovativi di legno di rovere																															

ATTIVITÀ \ MESE	2009											2010												2011							
	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A
9. Verifica della trasmittanza termica dei telai sperimentali																															
10. Costruzione di un prototipo di finestra completa																															
11. Verifica della trasmittanza termica del prototipo completo																															
12. Analisi dei possibili brevetti																															
13. Piano di comunicazione e diffusione informazioni																															
13.1 Inserimento materiale informativo su siti partner																															
13.2 Partecipazione a fiere																															
13.3 Pubblicazioni a mezzo stampa e a carattere scientifico[1]																															
13.4 Convegni																															

[1] Attività preparatoria per predisposizione di un abstract di presentazione del progetto Ottiple nell'ambito della "ISCHP311 International Scientific Conference on Hardwood Processing" che si terrà presso Virginia Tech, Blacksburg, VA, (USA). E' già stata ufficialmente confermata la pubblicazione dell'abstract dal titolo "Optimization of thermal transmittance on hardwood glulam for windows frame" negli atti della Conferenza. Attività preparatoria per la pubblicazione di articoli, sia scientifici che divulgativi su riviste di settore.

MESE / ATTIVITÀ	2009											2010												2011							
	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A
14. Gestione e monitoraggio progetto																															
14.1 Affidamento degli incarichi																															
14.2 Incontri a carattere tecnico-organizzativo																															
14.3 Elaborazione report su stato di avanzamento progetto e su risultati raggiunti																															
14.4 Organizzazione di incontri di avanza-mento con i partner di progetto e altri attori della filiera																															
14.5 Elaborazione report di fine progetto (abstract, relazione di sintesi e relazione																		[2]										[2]			
14.6 Collezione di docu-menti relativi all'a-vanzamento dei co-sti del progetto e alla rendicontazio-ne																															

[2] Elaborata relazione di sintesi.

MESE / ATTIVITÀ	2009											2010												2011							
	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A
14.7 Controllo contabile sui documenti di spesa																															
14.8 Gestione di eventuali criticità legate al progetto																															

[3] Elaborati relazione finale completa degli allegati e l'abstract (in italiano e inglese).

3.1. Raccolta di materiale bibliografico

Allo scopo di acquisire pubblicazioni scientifiche e normativa tecnica su argomenti correlati alla trasmittanza termica di manufatti lignei, con particolare riferimento agli infissi di legno, si è proceduto con una ricerca di documentazione scientifica presso banche dati di riviste nazionali ed internazionali mentre per gli aspetti normativi è stato consultato sia il catalogo UNI che la banca dati di IVALSA.
Sono state individuate, reperite e valutate varie pubblicazioni scientifiche in materia di infissi in legno e trasmissione del calore: per quanto riguarda gli aspetti normativi, sono stati individuati ed acquisiti 5 documenti di riferimento utili ai fini del progetto:

- UNI EN 12667:2002 Prestazione termica dei materiali e dei prodotti per edilizia - Determinazione della resistenza termica con il metodo della piastra calda con anello di guardia e con il metodo del termoflussimetro - Prodotti con alta e media resistenza termica;
- UNI EN ISO 10456:2001 Materiali e prodotti per edilizia - Procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto;
- UNI EN ISO 10077-2:2004 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo numerico per i telai;
- UNI EN ISO 12567-1:2002 Isolamento termico di finestre e porte - Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda - Finestre e porte complete;
- UNI EN 12412-2:2004 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda – Telai.

3.2. Raccolta del materiale di rovere

All'interno dell'azienda Lamellier Holz, tra il materiale già utilizzato nella linea produttiva, è stato reperito tutto il materiale di rovere in quantità sufficiente a svolgere sia le prove preliminari che i successivi test secondo la normativa tecnica di riferimento.

3.3. Individuazione del materiale accessorio

A fine di individuare e reperire una adeguata quantità di materiali alternativi al rovere, da testare nella fase preliminare del progetto, si è proceduto ad una analisi conoscitiva su basi cartacee e telematiche, ponendo particolare attenzione a quei materiali che, per caratteristiche e vocazione, fossero più adatti ad essere combinati con il legno in un profilo lamellare per infissi allo scopo di abbassarne la trasmittanza termica.
Sono stati individuati i seguenti materiali:

- legno di okoumè;
- legno di fromager;
- legno di pioppo;
- sughero-gomma, in due diverse varianti (ACM15 e ACM28);
- composito di legno di okoumè e sughero-gomma.

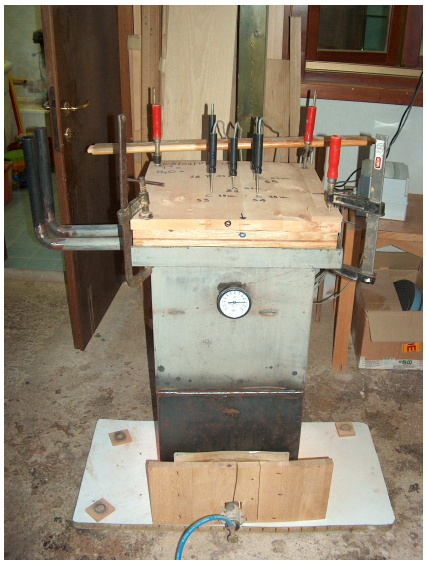
Si è inoltre pensato all'aria come "materiale accessorio", ricavando degli spazi vuoti all'interno del profilo lamellare, secondo modalità che verranno illustrate successivamente.

3.4. *Ingegnerizzazione del materiale accessorio*

Allo scopo di trovare la migliore combinazione tra il legno di rovere ed il materiale accessorio in grado di migliorare la trasmittanza termica del profilo, sono state previste diverse modalità di inserimento dei materiali precedentemente individuati all'interno del profilo lamellare di rovere.
Sono state ricercate e valutate nuove soluzioni costruttive del profilo, tali da mantenere la prevalenza del legno di rovere all'interno dello stesso e da garantire la possibilità di implementazione nel processo produttivo aziendale.
Si è optato, nella maggioranza dei casi, per l'inserimento di due sottili strati (da 4 a 6 mm) di materiale accessorio, interposti fra i tre strati di legno di rovere del profilo di base.
Nel caso degli spazi d'aria, questi sono stati realizzati sia con l'interposizione di strati di pannelli di fibre (MDF), sui quali erano stati ricavati fori con varie geometrie e densità di foratura, sia con la lavorazione della stessa lamella centrale mediante scanalature.

3.5. *Costruzione di un prototipo di attrezzatura*

Come previsto dal programma, è stata costruita un'apposita attrezzatura che, a costi contenuti e con tempistiche adeguate, permettesse di svolgere nei locali dell'azienda un elevato numero di test preliminari, con una precisione non necessariamente troppo elevata ma comunque sufficiente a permettere una prima selezione dei materiali accessori precedentemente individuati. Il principio scelto è basato sull'utilizzo di una semplice fonte di calore a temperatura costante (acqua bollente) e sul rilievo del fronte di avanzamento termico con delle sonde poste a diverse profondità sui provini, misurando le differenze di temperatura presenti in questi ultimi e verificando così l'efficacia dei materiali accessori interposti nel profilo. Tra il pelo libero dell'acqua e la superficie inferiore del provino erano inseriti: un frangiflutti, per evitare che zampilli d'acqua bollente finissero a diretto contatto col provino; un termometro, per verificare la presenza di una temperatura costante di 100°C; due tubi per lo scarico del vapore acqueo, onde evitare un'eccessiva condensazione di quest'ultimo sulla faccia inferiore del provino.
Per misurare le differenze di temperatura sono state utilizzate 5 termoresistenze, aventi una precisione di ±1°C, che effettuavano una rilevazione ogni 30 secondi ed inviavano i dati direttamente ad un computer tramite apposito software, il quale forniva in tempo reale il grafico dell'andamento della temperatura sulle diverse sonde in funzione del tempo.



3.6. Realizzazione di diverse tipologie di profili

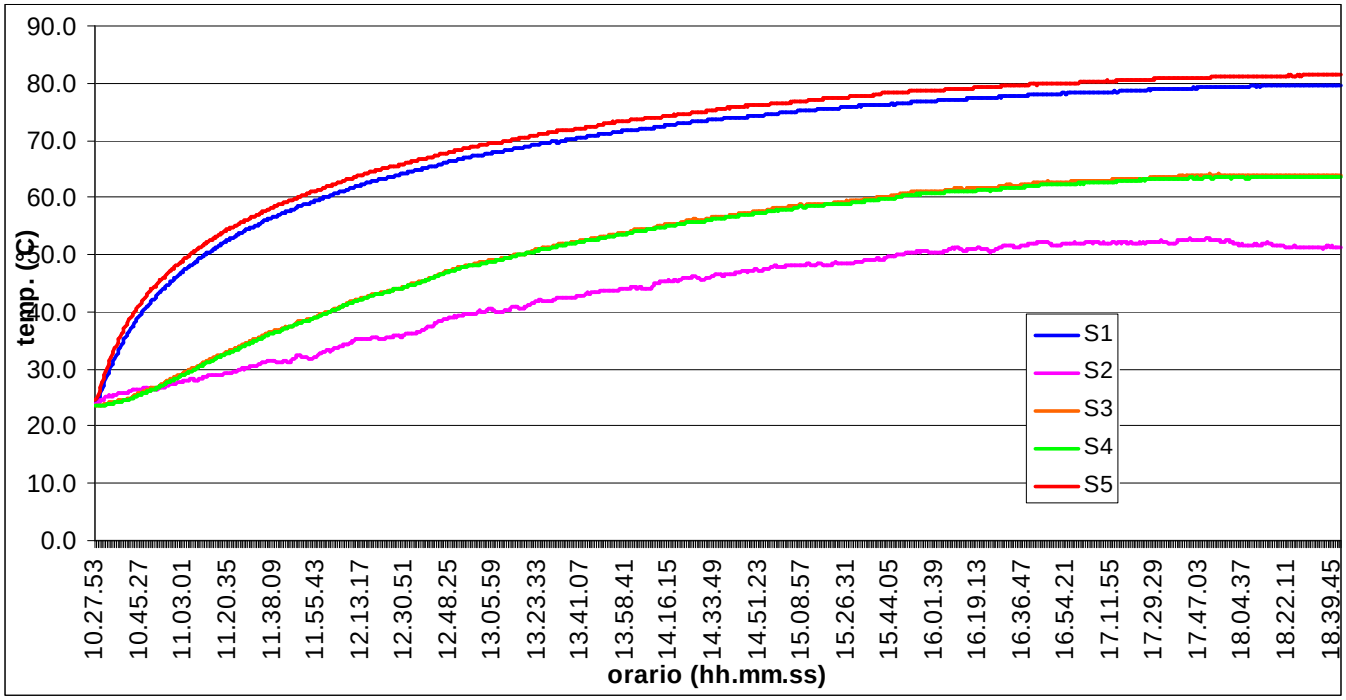
Sono stati costruiti complessivamente 20 provini, considerando le combinazioni dei materiali accessori e/o soluzioni alternative precedentemente individuati, 8 realizzati in una prima fase e 12 in una seconda fase conseguente a migliorie introdotte nella metodologia di prova.

I provini sono stati realizzati in base allo stesso modello che costituisce il tipico profilo lamellare prodotto dall'azienda, ossia tre lamelle di rovere, con in aggiunta i due strati interposti di materiale accessorio oppure con lavorazioni sulla lamella centrale. Le dimensioni dei provini erano di 50x50 cm per potersi adattare all'apposito alloggiamento presente sull'attrezzatura ed evitare un'eccessiva influenza dell'effetto di ponti termici laterali nei punti di appoggio del provino.

3.7. Prove in azienda sulle diverse tipologie di profili

Utilizzando l'attrezzatura appositamente realizzata, sono state condotte prove in azienda per selezionare i due materiali alternativi migliori tra quelli precedentemente individuati.
Le prove sono state effettuate portando prima l'acqua ad ebollizione e poi sistemando il provino nell'apposito alloggiamento e bloccandolo con dei morsetti. Il provino presentava 5 fori in cui venivano inserite le termoresistenze: 2 fori a profondità 63 mm, 2 fori a profondità 38 mm ed 1 foro a profondità 17 mm, in modo tale da misurare il progressivo abbassamento della temperatura

all'interno di ciascuna delle 3 lamelle; i fori erano praticati, sempre mediante una maschera appositamente costruita, nella zona centrale del provino, così da minimizzare gli effetti di ponti termici laterali, come già segnalato.
In una prima fase sono state condotte otto prove, della durata di 8 ore ciascuna; prima di posizionare il provino sull'attrezzatura, ne veniva misurata l'umidità tramite igrometro elettrico ad infissione, per verificare l'entità di un eventuale assorbimento d'acqua da parte del provino stesso.
Si è notato che l'assorbimento d'acqua non era irrilevante e che la durata della prova risultava eccessiva rispetto agli scopi prefissati; si è dunque deciso di rivestire i successivi provini con vernice poliuretanica impermeabile e di misurarne il peso ad inizio e fine prova, nonché di ridurre la durata di quest'ultima a 4 ore.
In una seconda fase sono state quindi condotte 12 prove; sia nella prima che nella seconda fase sono stati testati, oltre ai profili alternativi, anche un profilo di 3 lamelle di rovere ed un profilo di 3 lamelle di abete, per confronto.
Da queste prove sono scaturiti una serie di grafici, dati ed elaborazioni.



I dati rinvenuti, hanno permesso di selezionare, tra i materiali testati, quello che più si adattava alle esigenze del progetto: il legno di pioppo. La scelta è stata motivata sia dai buoni risultati ottenuti nelle prove, sia da considerazioni altrettanto importanti quali la facilità di lavorazione e di accoppiamento con il legno di rovere (a differenza di quanto riscontrato nei confronti degli altri materiali testati), sia per la reperibilità locale del materiale. Per queste stesse considerazioni ed in virtù anche delle sue caratteristiche fisiche che ne facevano ipotizzare una buona prestazione termica, il secondo materiale volendo scegliere un secondo materiale sul quale, pur non avendo svolto test preliminari, poteva risultare interessante approfondire la ricerca, abbiamo optato per il legno di ontano.
A questo punto era necessario determinare l'esatto valore di conducibilità termica di rovere, pioppo ed ontano, prima di poter procedere con le fasi successive.
Si è fatto dunque riferimento alla norma "UNI EN 12667:2002 Prestazione termica dei materiali e dei prodotti per edilizia - Determinazione della resistenza termica con il metodo della piastra calda con anello di guardia e con il metodo del termoflussimetro - Prodotti con alta e media resistenza termica" e avvalendosi di un laboratorio esterno, il laboratorio LAPI di Prato, sono state svolte

prima 3 prove “pilota” su rovere, pioppo ed ontano; constatato che l’ontano presentava un valore di conducibilità termica del tutto in linea con quello del pioppo, nonché con quello che si riscontra in letteratura per l’abete, si è deciso di scegliere l’ontano in virtù delle sue migliori caratteristiche fisico-meccaniche rispetto al pioppo. Sono state quindi effettuate ulteriori 10 prove, per un totale di 20 provini, su ontano e rovere ed i relativi dati sono stati utilizzati, facendo riferimento alla norma “UNI EN ISO 10456:2001 Materiali e prodotti per edilizia - Procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto”, per ottenere, tramite elaborazioni statistiche specificate nella norma stessa, i valori di conducibilità termica dell’ontano e del rovere che ci servivano per poter effettuare i calcoli nelle fasi successive.

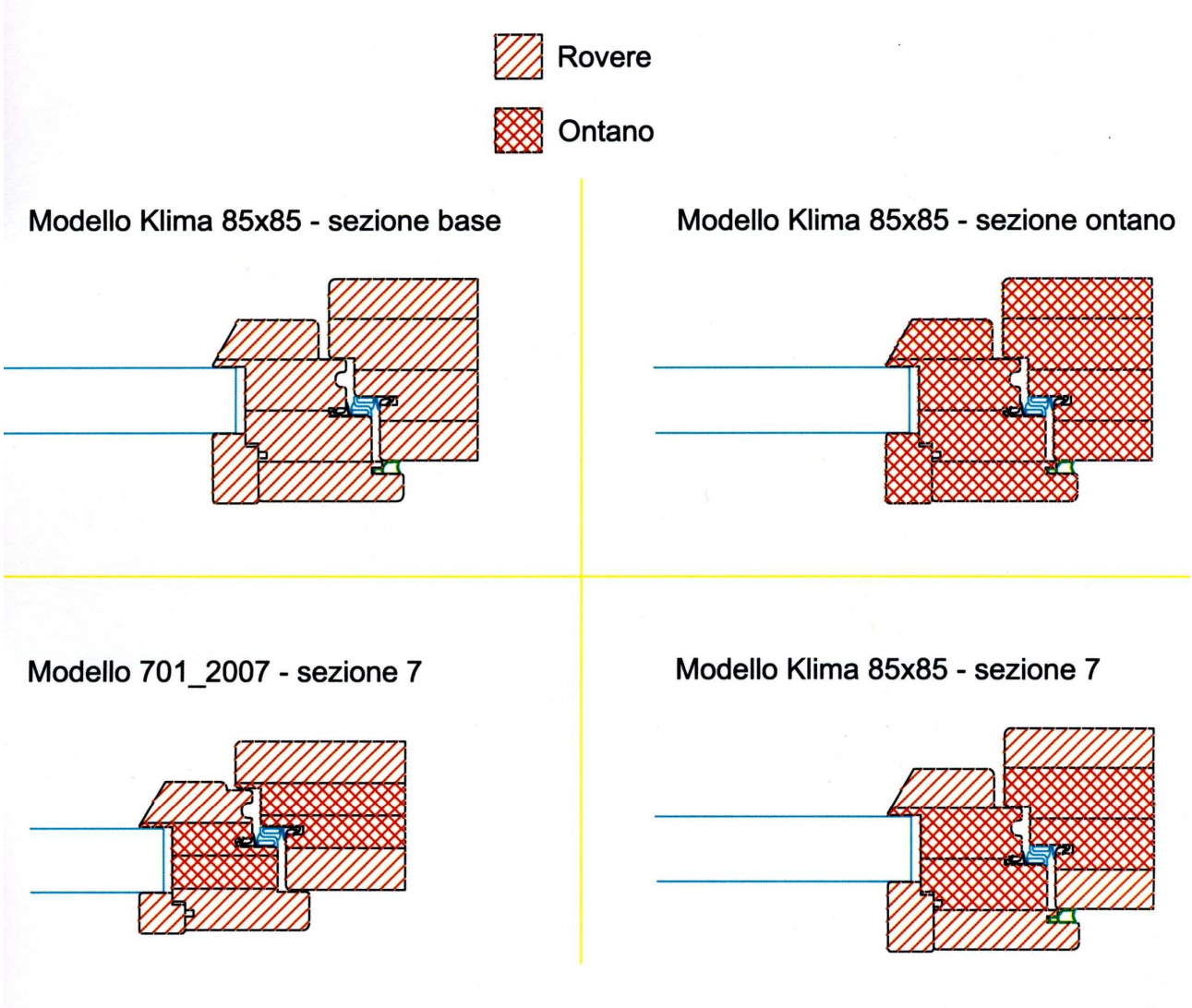
3.8. Realizzazione di telai innovativi di legno di rovere

Sono state formulate 3 principali ipotesi di profilo alternativo:

- due sottili strati di ontano interposti alle 3 lamelle di rovere (idea iniziale, così come da prove in azienda);
- due sottili strati di ontano interposti alle 3 lamelle, lamella centrale divisa in tre parti con una lista ontano al centro e due liste di rovere esterne (profilo ad “H”);
- lamella centrale interamente in ontano.

Sono state quindi svolte numerose simulazioni con software di calcolo agli elementi finiti, sia sulla sezione “grezza” semilavorata sia sulla sezione lavorata, per verificare la variazioni di trasmittanza

termica dei profili innovativi rispetto al profilo classico interamente in rovere e rispetto anche ad un ipotetico profilo interamente in ontano.
Il profilo alternativo con i risultati migliori è risultato essere quello con lamella centrale interamente in ontano; si è quindi deciso di procedere con questo profilo, realizzando due telai innovativi, uno di spessore 70 mm ed uno di spessore 85 mm, e due telai di riferimento, uno interamente in rovere ed uno interamente in ontano.



3.9. Verifica della trasmittanza termica dei telai sperimentali

Sono state utilizzate due diverse metodologie condotte in parallelo:

- determinazione della trasmittanza termica tramite simulazione con software per il calcolo agli elementi finiti, secondo la norma "UNI EN ISO 10077-2:2004 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo numerico per i telai"; tali simulazioni sono state svolte presso il laboratorio di "Prove su serramenti e facciate continue" della sede del CNR IVALSA di S. Michele all'Adige (TN);
- determinazione della trasmittanza termica tramite misura in camera calda, secondo la norma "UNI EN 12412-2:2004 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda – Telai"; queste prove sono state svolte presso il CNR ITC di S. Giuliano Milanese (MI).

Entrambi i due profili innovativi hanno mostrato una efficace riduzione della trasmittanza termica.

3.10. Costruzione di un prototipo di finestra completa

Sono stati prodotti alcuni profili lamellari con lamella centrale in ontano e lamelle esterne in rovere con i quali si è proceduto alla costruzione di un prototipo di finestra. Il manufatto è stato realizzato a cura della Lamellier Holz partendo da un telaio con spessore di 85 mm; tale prototipo è stato anche esposto in occasione del convegno organizzato a Vicenza il 3 luglio 2010 per illustrare i risultati ottenuti nell'ambito del progetto.

3.11. Verifica della trasmittanza termica del prototipo completo

Si è proceduto con una simulazione mediante software per il calcolo agli elementi finiti, secondo la norma "UNI EN ISO 10077-2:2004 "Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo numerico per i telai", svolta presso il laboratorio di "Prove su serramenti e facciate continue" della sede del CNR IVALSA di S. Michele all'Adige (TN)
E' stata confermata la migliore prestazione termica della finestra con telaio a profilo innovativo rispetto a quella con telaio a profilo classico in rovere.

3.12 Analisi dei possibili brevetti

Allo scopo di appurare l'esistenza di brevetti in merito alla tipologia innovativa di profilo ideata nel corso del progetto è stata svolta una ricerca di anteriorità avvalendosi della consulenza dello studio Gallo&Partners di Padova.
E' stata verificata l'assenza di brevetti specifici che comprendessero l'uso dell'ontano all'interno di profili lamellari per finestre nelle modalità simili a quelle del profilo innovativo ideato con il progetto Ottiple. In base a queste risultanze, Lamellier Holz ha iniziato le procedure per il deposito della domanda di brevetto per il processo produttivo del profilo innovativo.

3.13. Piano di comunicazione e diffusione informazioni

Sono stati organizzati eventi divulgativi durante l'esecuzione del progetto ed in particolare il 19 dicembre 2009, presso Lamelier Holz, è stato illustrato l'avanzamento dei lavori, mentre i risultati finali sono stati riportati nel corso di un convegno organizzato il 30 luglio 2010 presso la sede API di Vicenza e dell'evento organizzato in collaborazione con l'associazione di categoria Casartigiani Verona il 04.05.2011.
In data 16-17-18 ottobre 2011 sarà presentato nell'ambito della "ISCHP311 International Scientific Conference on Hardwood Processing" che si terrà presso Virginia Tech, Blacksburg, VA, (USA), un abstract del progetto Ottiple dal titolo "Optimization of thermal transmittance on hardwood glulam for windows frame". E' già stata ufficialmente confermata la pubblicazione dell'abstract negli atti della Conferenza.
Le informazioni sulle attività connesse con il progetto sono state inserite nei rispettivi siti internet dei partner di progetto Ottiple, così come le relazioni finali (completa e di sintesi) e l'abstract del progetto.
Sono in fase di preparazione articoli, sia scientifici che divulgativi, da inviare a riviste di settore.

3.14. Gestione e monitoraggio progetto

Sono state organizzate 14 riunioni a carattere tecnico-organizzativo nelle varie sedi dei partner coinvolti, finalizzate all'approfondimento degli aspetti tecnici del progetto e alla verifica della rispondenza del lavoro eseguito rispetto al programma progettuale.
Come ulteriore strumento di monitoraggio del progetto e di controllo dei risultati, sono stati elaborati una serie di report e relazioni intermedi e finali.

4. Considerazioni conclusive

Il progetto è stato portato a termine secondo il piano delle azioni programmate nel pieno rispetto dei tempi previsti. Ciò è da mettere in relazione con la buona integrazione fra i partner che hanno messo a disposizione le proprie professionalità per affrontare e risolvere i problemi che naturalmente insorgono durante l'esecuzione di un progetto di ricerca. La possibilità di ricorrere alla rete di competenze disponibili all'interno del CNR ha infatti permesso di superare gli ostacoli di natura tecnica che sono emersi nelle varie fasi di sviluppo del lavoro.
I risultati ottenuti sono in linea con gli obiettivi prefissati e la prova tangibile è rappresentata dalla volontà del capofila, Lamellier Holz, di procedere al deposito della domanda di brevetto del profilo lamellare innovativo. I valori di trasmittanza termica del profilo in legno di rovere e di ontano ottenuto infatti sono tali da garantire una buona collocazione sul mercato permettendo di incrementare la competitività dell'azienda coinvolta; a questo proposito Lamellier Holz intende produrre ed identificare questo prodotto con lo stesso acronimo utilizzato per il progetto: OTTIPLE.

Altra considerazione importante riguarda la positiva conferma sull'effettiva possibilità di incrementare l'utilizzazione di specie legnose presenti sul territorio al momento non adeguatamente valorizzate. Le valide potenzialità tecniche del legno di ontano riscontrate, permettono di ipotizzarne un maggiore uso con indubbi benefici a livello locale considerando che, nel caso in questione, possono essere utilizzati anche assortimenti legnosi non di eccelsa qualità da un punto di vista dimensionale. Il contesto innovativo individuato può contribuire ad incrementare l'uso del legno in ragione della possibilità di utilizzare una materia prima rinnovabile, proveniente da realtà vicine alle aziende di trasformazione con indubbi vantaggi di natura ambientale, ma anche in termini di occupazione e di reddito per le popolazioni coinvolte.

Le conoscenze acquisite con il progetto possono essere trasferite anche su altre tipologie di prodotti a base di legno e possono, inoltre, contribuire ad incrementare le conoscenze riguardo al comportamento termico del legno e di composti a base di legno.
Come ultima considerazione merita ribadire l'estrema sinergia manifestata tra la realtà tecnico-scientifica e la realtà produttiva, vero motivo di fondo che ha permesso di raggiungere l'obiettivo prefissato nei tempi stabiliti.