



Colonna di libri nella nuova Biblioteca Civica di Brunico, arch. Dora Aichner e Werner Seidl (Foto per gentile concessione della Direzione della Biblioteca Civica di Brunico).

Column of books in the new Public Library of Brunico, arch. Dora Aichner and Werner Seidl (Photo courtesy of the Public Library of Brunico).

# ISOLARE CON LA CARTA

Alte prestazioni dalla natura



## ISOLARE CON LA CARTA

### Alte prestazioni dalla natura

La cellulosa è un materiale che può essere utilizzato nelle costruzioni come isolante termico e acustico. Oltre alle prestazioni che rendono la cellulosa interessante per ottenere edifici a basso consumo energetico, l'origine vegetale vede il materiale impiegato nell'ambito della bioarchitettura: si tratta infatti di un prodotto naturale, derivante dal legno, che determina la possibilità di ottenere un bilancio ecologico positivo nella costruzione di edifici con ridotto impatto ambientale. Le possibilità di applicazione sono molteplici, con sistemi costruttivi in laterocemento, legno o altri materiali, con pareti portanti o a telaio.

[1] Informazioni tecniche sulle prestazioni del materiale sfuso e dei pannelli sono desunte da schede tecniche di produttori di semilavorati proposti nell'ambito della bioarchitettura, attivi in Austria e Germania, riportate in Bibliografia. Ulteriori dati sulle modalità di posa sono tratti da materiale informativo di aziende specializzate nell'applicazione, impegnate anche sul territorio nazionale, specificatamente, Leo Bodner Edilizia Ecologica, NaturaliaBau, BauExpert, e le aziende Weissenseer Holz-System-Bau GmbH e Isozell GmbH.

#### Semilavorati in cellulosa

Le fibre di cellulosa sono generalmente ricavate dalla carta di giornale. I produttori si riforniscono per lo più da aziende che raccolgono e riciclano carta proveniente da un bacino di utenza compatibile con l'economicità del trasporto. Dalla carta riciclata, selezionata, macinata e portata allo stato di fibra, si ricava materiale adatto all'impiego per l'isolamento di elementi costruttivi. Sul mercato dei prodotti per l'edilizia sono disponibili materiale sfuso e pannelli. Esistono altri semilavorati formati con cellulosa, utilizzati come rivestimento di solai e pareti, quali pannelli in fibrogesso e pannelli in cartongesso, di cui non si tratta nel presente saggio.

Il *materiale sfuso* si presenta sotto forma di fiocchi; è un isolante che può essere spruzzato o insufflato iniettando aria con un compressore. Per conferire al prodotto una protezione antincendio e renderlo biologicamente inerte, al materiale viene aggiunta una miscela di borati, variabile dal 7% al 20%, o anche sostanze diverse (in tal caso, il prodotto finito riporta l'indicazione "senza borati"). Al termine del processo produttivo, i fiocchi vengono pressati per essere confezionati in sacchi, pratici per il trasporto.

I *pannelli* sono formati al 50% con carta riciclata, rinforzata con fibre di juta ricavate da sacchi di caffè o tè, miscelate con sostanze leganti, idrorepellenti e antincendio. Per formare i pannelli, il composto viene pressato a vapore, essiccato e tagliato. Sul mercato sono disponibili pannelli di vario spessore.

La possibilità di impiegare materia prima proveniente da riciclaggio fa sì che la cellulosa, soprattutto sfusa, si riveli uno degli isolanti più economici, a fronte di prestazioni particolarmente interessanti.

#### Prestazioni

Elementi informativi utili sulle prestazioni di materiale sfuso e pannelli sono fornite dai produttori di semilavorati [1]; dati specifici sono contenuti nelle Norme UNI e nelle norme tecniche di Regioni e Province Autonome.

#### INSULATING WITH PAPER

##### High performances from nature

*Cellulose is a material that can be used in construction as thermal and acoustic insulation. In addition to performances that make cellulose an interesting material for the construction of energy-efficient buildings, its plant origin sees it being used in the field of bio-architecture. It is a natural product derived from wood, which makes it possible to obtain a positive eco-balance in the construction of buildings, with reduced environmental impact. Its scope of application is quite varied, with building systems in cement,*

*wood or other materials, with load-bearing walls or wall frames.*

#### Semi-finished products in cellulose

Cellulose fibres generally are obtained from newspaper. Manufacturers mostly procure their supplies from companies that collect and recycle paper from a catchment area that is compatible with the cheapness of transport. The recycled, selected and ground cellulose is processed into fibres, yielding a material suitable to be used to insulate construction elements. Bulk materials and panels are available on the market of construction products. There are other semi-finished products made from cellulose, used to clad floors

and walls, such as panels in fibre-reinforced plaster and plasterboard panels, which are not discussed in this essay. *Bulk material* comes in the form of flakes; it is an insulating material that can be sprayed or inflated by injecting air with a compressor. To make the product fireproof and a biologically inert material, a mixture of borates is added to it, with a percentage content ranging from 7% to 20%, or even different substances (in this case, the finished product will include the indication "borate-free"). At the end of the manufacturing process, the flakes are pressed to be packaged in bags, practical for transportation. The *panels* are formed by 50% of

Riqualificazione di scuola elementare a Casteldarne con sopraelevazione in legno, EM2 Architetti. (Foto Studio EM2, Brunico)  
Redevelopment of elementary school in Casteldarne with wooden lifting, EM2 architects. (Photo: EM2 Studio, Brunico)



recycled paper, reinforced with jute fibres obtained from sacks of coffee or tea, mixed with binding substances that are water-proof and fireproof. To form the panels, the compound is steam pressed, dried and cut. Panels of varying thickness are available on the market. The possibility of using raw materials from recycling makes cellulose, especially bulk, to be one of the cheapest insulating materials, while at same time offering particularly interesting performance.

#### Performance

Useful information on the performance of bulk materials and panels are provided by the manufacturers of semi-finished

products [1]; specific data is contained in the UNI Standards and technical regulations of the Regions and Autonomous Provinces. With regard to thermal insulation, according to UNI 7357-74 FA-3 1989 *Calculation of heat required for the heating of buildings*, developed a few years ago, cellulose fibres (with 15% humidity, density of newly laid materials equal to 32 kg/m<sup>2</sup>, compaction of horizontal layers of less than 25%) display a value of indicative *reference conductivity*  $\lambda_r$  equal to 0.040 W/mK.

To be able to compare the performance of cellulose with other insulating materials, we have to refer to the Catalogue of materials

proposed within the framework of the method of assessing the sustainability of buildings of the Protocol *CasaClima Nature* [2]. This database distinguishes between: bulk cellulose, applied horizontally, with a density of 35 kg/m<sup>3</sup>; bulk cellulose, applied vertically, with a density of 55 kg/m<sup>3</sup>; cellulose panels, with a density of 50 kg/m<sup>3</sup>. The comparison of the conductivity of cellulose with other insulating materials indicates that the value of  $\lambda$  of the cellulose is among the lowest. Added to this is the fact that, unlike many other insulating materials whose insulating properties are drastically reduced in the presence of moisture, cellulose,

while absorbing a high percentage of humidity compared to its own weight, when applied to construction elements effectively ventilated, can release the water absorbed into the environment while maintaining good heat insulation performance once dried. Furthermore, being treated with waterproof products, it does not rot or deteriorate. The reaction to *mist diffusion* indicates a *resistance factor*  $\mu$  equal to 2, whereby cellulose does not form a waterproof barrier, but allows natural breathability. Moreover, it neither favours condensation phenomena of water vapour if the constructive elements in which it is fitted are ventilated.



	<b>λ</b> (W/mK)	<b>ρ</b> (kg/m³)	<b>c</b> (kJ/kgK)	<b>μ</b> -	<b>t<sub>u</sub></b> (anni)	<b>GWP</b> kg CO <sub>2e</sub> /kg	<b>GWP p</b> kgCO <sub>2e</sub> /kg	<b>AP</b> kg SO <sub>2e</sub> /kg	<b>PEI</b> MJ <sub>eq</sub>
fibra cellulare in fiocchi per solai <i>cellular fibre flakes for floors</i>	0,040	35	1,9	2	50	-0,88	0,56	0,0035	7,2
fibra cellulare in fiocchi per pareti <i>cellular fibre flakes for walls</i>	0,040	55	1,9	2	50	-0,88	0,56	0,0035	7,2
pannello di fibra di cellulosa <i>cellulose fibre panel</i>	0,040	50	1,9	2	50	-0,24	1,02	0,0051	17,5
pannello in fibra di legno poroso <i>porous wood fibre panel</i>	0,055	270	2	5	50	-0,15	1,35	0,0112	12,7
vermiculite <i>vermiculite</i>	0,070	100	1	3	50	0,37	0,37	0,0045	5,9
argilla espansa <i>expanded clay</i>	0,160	350	1	5	50	0,16	0,16	0,0005	1,1
pannello di lino con supporto di fibre <i>flax panel with fibre support</i>	0,040	30	1,55	1	50	0,50	1,85	0,0066	35,3
lana di vetro per cappotto <i>glass wool for external insulation</i>	0,039	80	1,03	1	50	2,45	2,45	0,0153	46,2
lana di vetro <i>glass wool</i>	0,040	20	1,03	1	50	2,45	2,45	0,0153	46,2
pannello di canapa con supporto in fibre <i>hemp panel with fibre support</i>	0,040	30	2	1	50	0,08	1,43	0,0047	28,7
isolamento termico con trucioli di legno <i>thermal insulation with wood shavings</i>	0,043	75	2	2	50	-1,43	0,12	0,0015	1,8
materassini di fibra di cocco <i>coir mats</i>	0,050	90	2	1	50	0,43	2,13	0,0267	31,0
pannello di sughero <i>cork panel</i>	0,040	120	1,67	18	50	-1,22	0,35	0,0019	6,4
sughero granulare espanso <i>expanded granular cork</i>	0,042	100	1,8	3	50	-1,22	0,35	0,0019	6,4
pannello di silicato di calcio per cappotto <i>calcium silicate panel for external insulation</i>	0,045	115	1,03	5	50	0,30	0,30	0,0015	6,5
perlite espansa <i>expanded perlite</i>	0,050	85	1	1	50	4,17	4,17	0,0149	98,9
pannello di polistirene espanso EPS F <i>EPS F polystyrene foam panel</i>	0,040	18	1,45	20	50	4,20	4,20	0,0155	93,6
pannello di polistirene estruso XPS (CO <sub>2</sub> ) <i>XPS (CO<sub>2</sub>) polystyrene foam panel</i>	0,040	38	1,45	70	50	4,30	4,30	0,0177	94,0
pannello di poliuretano espanso rigido PUR <i>PUR polyurethane rigid foam panel</i>	0,030	40	1,26	60	50	0,54	2,15	0,0041	19,7
lana di pecora <i>sheep's wool</i>	0,040	30	1,5	2	50	2,43	2,43	0,0090	41,0
pannello portaintonaco in paglia o canne <i>straw or cane plaster base panel</i>	0,056	190	2	5	50	-1,59	0,08	0,0004	1,2
lana di roccia per cappotto <i>rock wool for external insulation</i>	0,040	130	1,03	1	50	1,93	1,93	0,0141	21,4
paglia <i>straw</i>	0,064	150	2	5	50	-1,25	0,11	0,0009	0,8

Prestazioni della cellulosa e di altri materiali isolanti. Catalogo Protocollo *CasaClima Nature*.

Performance of cellulose and other insulating materials Protocol Catalogue *CasaClima Nature*.

**λ** (W/mK)  
conduttività termica  
*thermal conductivity*

**ρ** (kg/m³)  
densità  
*density*

**c** (kJ/kgK)  
calore specifico  
*specific heat*

**μ**  
fattore di resistenza  
alla diffusione di vapore  
*resistance factor  
to spread of steam*

**t<sub>u</sub>** (anni)  
tempo di utilizzo  
*time of use*

**GWP**kg CO<sub>2e</sub>/kg  
potenziale effetto serra  
*potential greenhouse effect*

**GWP p** kgCO<sub>2e</sub>/kg  
potenziale effetto  
serra processo  
*potential greenhouse effect  
process*

**AP** kg SO<sub>2e</sub>/kg  
potenziale acidificazione  
*acidification potential*

**PEI** MJ<sub>eq</sub>  
fabbisogno energia  
primaria non rinnovabile  
*energy requirement  
non-renewable primary*

Relying on a higher value of *specific heat* than that of many other insulating materials, the use of cellulose in construction elements having considerable thickness, in addition to determining a high level of thermal insulation, also contributes to an efficient control of overheating during summer, because it yields a higher thermal capacity compared to what can be achieved using most other insulating materials. The good heat insulation performance of cellulose is coupled with interesting *acoustic performance*, especially as regards the flakes. This material, in fact, is not bonded, so it helps in connecting the various non-rigid

parts of construction elements made of several layers, with greater effectiveness compared to other solutions, yielding a higher *acoustic insulation* than can be obtained with the use of fibre-reinforced panels. The *air tightness* and *wind tightness* are both considerable when applying cellulose flakes with compressed air blown inside the hollow spaces of construction elements, so that all the gaps are filled by the material, preventing the air to pass through. In any case, a correct installation, in addition to ensuring tightness, must prevent leakage of bulk materials in the environment. Cellulose flakes, not being bonded, are also able to adapt over time to the different

thermal expansions of the structures, so that no hollow spaces form. Therefore, the high air tightness of buildings insulated with bulk material properly applied to the construction provides a more effective insulation than constructions in which other insulating materials are applied, although with a similar value of conductivity. When using panels, air tightness and wind tightness depend on the perfect execution of the connection areas between the panels and other construction elements to which they are connected. Designing and appropriately executing the critical points to prevent infiltration also provides protection against

penetration by insects and rodents within the different layers. Data on the *fire resistance* of this material are contained in the technical specifications of the manufacturers, which refer to standard DIN 4102, in which cellulose, applied compressed, is classified as *normally combustible* (grade B2). The fire safety level is quite high, because the amount of oxygen between the fibres is very limited, for both bulk material, which is inflated by pressure, and panels, which during production are steam pressed. The risk of fire is even more limited if the construction elements are lined with plaster.

Data on the *tightness* and *insulation* instead, is not available. To prevent a fire hazard, it is necessary to be very cautious during the design phase to avoid parts of the construction in which cellulose is used come into contact with elements that can warm up, as chimney flues and chimneys, even if insulated or made of refractory material. In terms of the *ability of the material to be processed*, the flakes are easily blown by using a compressor; the panels can be cut to size with a saw to fit the spaces in which they are to be inserted. As for *mechanical performance*, cellulose panels are not self-



Sacchi di fiocchi di cellulosa in cantiere. (Foto studio EM2, Brunico)

Bags of cellulose flakes in construction site. (Photo: EM2 Studio, Brunico)

Riguardo all'isolamento termico, secondo le Norme UNI 7357-74 FA-3 1989 *Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici*, elaborate alcuni anni fa, le fibre di cellulosa (con umidità del 15%, massa volumica relativa al materiale appena posato pari a 32 kg/m<sup>2</sup>, costipamento per strati orizzontali inferiore al 25%) presentano un valore della *conduttività indicativa di riferimento λ<sub>n</sub>* pari a 0,040 W/mK.

Per potere confrontare le prestazioni della cellulosa con quelle di altri isolanti, si assume come riferimento il Catalogo dei materiali proposto nell'ambito della metodologia di valutazione della sostenibilità degli edifici del Protocollo *CasaClima Nature* [2]. Tale database distingue: cellulosa sfusa, posta in opera in orizzontale, con una densità di 35 kg/m<sup>3</sup>; cellulosa sfusa, posta in opera in verticale, con una densità di 55 kg/m<sup>2</sup>; cellulosa a pannelli, con una densità di 50 kg/m<sup>3</sup>. Il confronto della conduttività con quella di altri isolanti indica che il valore di λ della cellulosa si attesta tra i più bassi. A questo si aggiunge che, diversamente da molti altri isolanti che vedono drasticamente ridotte le proprietà isolanti in presenza di umidità, la cellulosa, pur assorbendo una elevata percentuale di umidità rispetto al proprio peso, se applicata in elementi costruttivi efficacemente ventilati, può rilasciare nell'ambiente l'acqua assorbita mantenendo buone prestazioni termoisolanti una volta asciugata; inoltre, essendo trattata con idrorepellenti, non marcisce e non si deteriora.

Il comportamento nei confronti della *diffusione del vapore* indica un *fattore di resistenza μ* pari a 2, per cui la cellulosa non costituisce una barriera impermeabile, ma permette la naturale traspirabilità; inoltre, non favorisce neppure fenomeni di condensazione del vapore acqueo se gli elementi costruttivi in cui è inserita sono ventilati.

Potendo contare su un valore del *calore specifico* più elevato rispetto a quello di molti isolanti, l'utilizzo della cellulosa in elementi costruttivi caratterizzati da un notevole spessore, oltre a determinare un alto livello di isolamento termico, offre un contributo anche nei confronti del controllo del surriscaldamento estivo, poiché determina una capacità termica più elevata rispetto a quello che si può ottenere utilizzando la maggior parte degli altri isolanti.

Alle buone prestazioni termoisolanti della cellulosa si aggiungono interessanti *prestazioni acustiche*, soprattutto per quanto riguarda i fiocchi: questo materiale, infatti, non è legato, per cui contribuisce a collegare in maniera non rigida le diverse parti di elementi costruttivi realizzati con strati diversi, con maggiore efficacia rispetto ad altre soluzioni, ottenendo un *isolamento acustico* più elevato rispetto a quanto si può ottenere con l'uso di pannelli in fibre.

[2] Per potere acquisire la Certificazione *CasaClima Nature*, un edificio, oltre ad avere un indice di efficienza dell'involucro inferiore o uguale a 50 kWh/m<sup>2</sup>a, deve garantire un indice di efficienza complessiva inferiore o uguale a 20 kg CO<sub>2e</sub>/m<sup>2</sup>a, basando il proprio approvvigionamento energetico su energie rinnovabili. La valutazione della sostenibilità, comprende la verifica quantitativa dell'impatto ambientale dei materiali utilizzati per la costruzione dell'edificio e la verifica dell'utilizzo delle risorse naturali.

La *tenuta all'aria* e la *tenuta al vento* sono elevate quando si applicano fiocchi di cellulosa inseriti a pressione per insufflaggio all'interno degli spazi vuoti degli elementi costruttivi, in modo tale che tutti gli interstizi risultino riempiti dal materiale, impedendo all'aria di attraversarli; in ogni modo, una corretta modalità di posa, oltre a garantire l'ermeticità, deve impedire la fuoriuscita del materiale sfuso nell'ambiente. I fiocchi di cellulosa, non essendo legati, sono anche in grado di adattarsi nel tempo alle dilatazioni termiche differenziate delle strutture, cosicché non si formano spazi vuoti. Pertanto, un'elevata tenuta all'aria di costruzioni isolate con materiale sfuso, posto in opera correttamente, permette di ottenere un isolamento termico più efficace rispetto a costruzioni in cui sono applicati altri isolanti, anche se caratterizzati da un analogo valore della conduttività.

Quando si impiegano pannelli, la tenuta all'aria e la tenuta al vento dipendono dalla perfetta esecuzione delle zone di connessione tra i pannelli e i diversi elementi costruttivi a cui si collegano. Progettare ed eseguire in maniera adeguata i punti critici per impedire infiltrazioni favorisce anche la sicurezza nei confronti della penetrazione di insetti e roditori all'interno delle diverse stratificazioni.

Dati sulla *resistenza al fuoco* sono contenuti nelle schede tecniche dei produttori che si richiamano alle norme DIN 4102, in cui la cellulosa, messa in opera compressa, è classificata *normalmente combustibile* (classe B2); il livello di sicurezza dal fuoco è abbastanza elevato, perché la quantità di ossigeno tra le fibre risulta molto limitata, sia per il materiale sfuso, che è insufflato a pressione, sia per i pannelli, che in fase di produzione sono pressati a vapore. Il rischio di incendio è più contenuto se gli elementi costruttivi vengono rivestiti con intonaco. Non sono invece disponibili dati su *ermeticità e isolamento*.

Per prevenire il pericolo di incendio, deve essere posta una forte attenzione in fase progettuale per evitare che parti della costruzione in cui è previsto l'impiego di cellulosa entrino in contatto con elementi che possono riscaldarsi, come canne fumarie e camini, anche se isolati o costruiti in materiale refrattario.

Sotto il profilo della *capacità del materiale di essere lavorato*, i fiocchi sono facilmente insufflati con l'impiego di compressore; i pannelli possono essere tagliati a misura con apposita sega per adattarsi agli spazi in cui devono essere inseriti.

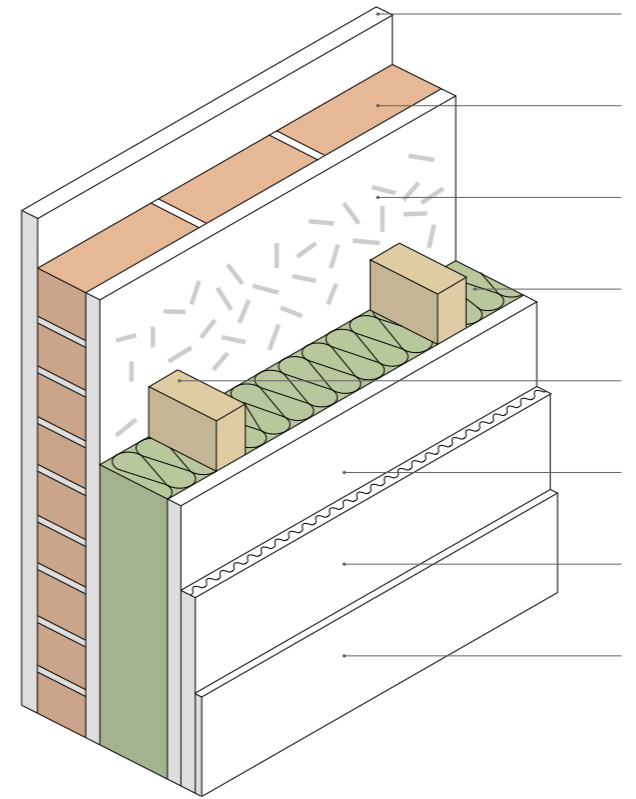
Relativamente alle *prestazioni meccaniche*, i pannelli in cellulosa non sono autoportanti, né calpestabili. Il materiale sfuso deve essere compartimentato all'interno di elementi che lo contengano.

supporting, nor treadable. The bulk material must be compartmentalised within the elements that contain it. The *ability to maintain its own characteristics over time* is high when compared to its physical and chemical properties. The *dimensional stability* of the flakes is conditioned by proper installation. Non-bonded cellulose is in fact subject to a natural process of adjustment, especially when it is applied vertically, whereby, in order to avoid this, it is necessary to eliminate any gaps, making the material acquire a high level of compaction during blowing. The assessment of its *eco-compatibility* shows that cellulose

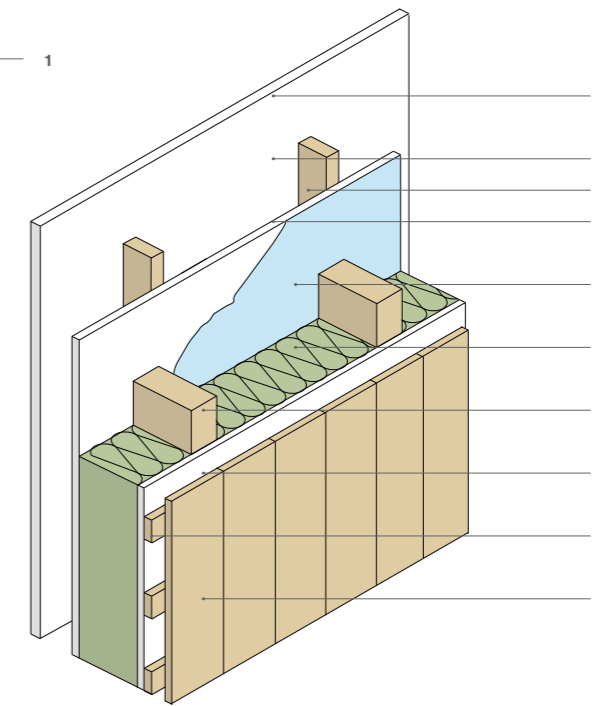
is a material that offers a positive *ecological balance*. Specifically, a parametric performance analysis of cellulose compared to other insulating materials indicates that the use of this material yields an environmental impact among the lowest, not only towards synthetic materials, but also to those of natural origin. In fact, it is a recycled material of vegetable origin which, with the same *durability* (time  $t_d$ ) compared to other materials, displays a negative *Global-warming potential* (GWP), because a certain amount of CO<sub>2</sub> originally has been fixed in the plants from which the cellulose was obtained.

The material, furthermore, displays an *Acidification Potential* (AP) among the lowest and determines the use of *Primary energy intensity* (PEI) lower than almost all other insulating materials. The eco-balance is more advantageous when using flakes rather than panels, because the latter undergo an energetically more consuming process compared to the bulk material. As regards the *impact on humans*, work in the construction site does not cause hazards to the health of staff on site. Dry processing, though, leads to the formation of micro-particles dispersed in the environment, so that workers need to wear a mask for particulate matter.

The amount of material that is released into the air is greater for the inflated flakes than the installation of panels, but is considerably limited by the method of application with nozzles. With regard to the *consequences for the environment*, at the end of their useful life, of the cellulose fibres can be recycled and also the panels can be reused. When disposing of the material, however, if it contains boron salts, the material cannot be composted. The presence of boron also produces limitations to the disposal in landfills; specifically, the eventual incineration must be carried out so as to stabilise the boron salts in the slag, as they are not soluble.



Parete esterna in laterizio isolata con cellulosa:  
**1** intonaco minerale;  
**2** pannello porta intonaco;  
**3** pannello in fibra di legno;  
**4** struttura in legno;  
**5** cellulosa;  
**6** eventuale intonaco esterno esistente;  
**7** muratura;  
**8** intonaco interno.  
 (Documentazione Leo Bodner Edilizia © Ecologica)  
 Rielaborazione grafica da documentazione Leo Bodner © Edilizia Ecologica.  
 External brick wall insulated with cellulose:  
 1 mineral plaster;  
 2 plaster base panel;  
 3 porous wood fibre panel;  
 4 wooden structure;  
 5 cellulose;  
 6 any existing external plaster;  
 7 masonry;  
 8 internal plaster.  
 (Documentation Leo Bodner © Ecological Construction)  
 Reformatted graphic documentation Leo Bodner © Green building.



Parete esterna in legno isolata con cellulosa:  
**1** rivestimento esterno;  
**2** controlistelli;  
**3** pannello in fibra di legno;  
**4** struttura in legno;  
**5** cellulosa;  
**6** freno al vapore;  
**7** pannello OSB o tavolato grezzo;  
**8** listelli;  
**9** vano impianti;  
**10** rivestimento interno.  
 (Documentazione Leo Bodner Edilizia © Ecologica)  
 Rielaborazione grafica da documentazione Leo Bodner © Edilizia Ecologica.  
 External wooden wall insulated with cellulose:  
 1 external covering;  
 2 counter battens;  
 3 wood fibre panel;  
 4 wooden structure;  
 5 cellulose;  
 6 steam damper;  
 7 OSB Panel or rough planking;  
 8 batten;  
 9 system room;  
 10 internal covering.  
 (Documentation Leo Bodner © Ecological Construction)  
 Reformatted graphic documentation Leo Bodner © Green building.

#### Use and application method

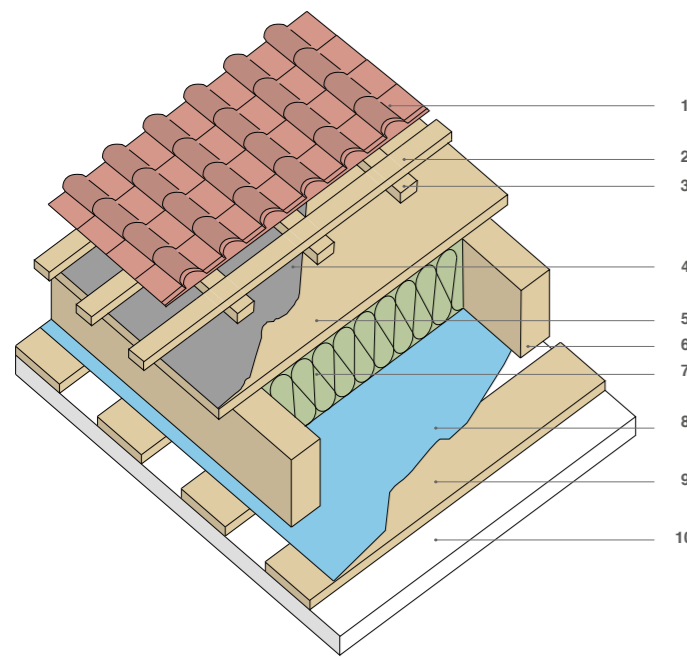
The scope of application of cellulose fibres is very broad: it includes the insulation of vertical closures, upper and lower horizontal closures, vertical and horizontal partitions. The bulk material is inflated using an appropriate compressed air machine. The flakes can also be sprayed with water or adding mastic on vertical construction elements made with various types of material, making sure to eliminate any humidity. In all cases, the material must be applied by skilled personnel. To insulate inter-storey attics or roofs, the cellulose can be cast directly in the spaces provided in the layering of the construction elements,

working outdoors. To insulate vertical or variously tilted elements, it is necessary to form closed volumes, delimited by non-deformable structures that can be loaded, such as wood panelling, plasterboard or other. To inflate the material, a hole is drilled in those elements in which a nozzle is inserted that blows and sucks air in order to limit as much as possible the formation of dust in the construction site. To reduce settling phenomena, the material must be inflated with a higher pressure, shifting from horizontal to vertical laying. Specifically, the application in horizontal construction elements requires a density of 35-40 kg/m<sup>3</sup>; in pitched roofs, a density of 45-50

kg/m<sup>3</sup> is required; to insulate vertical construction elements, instead, a density of 58-65 kg/m<sup>3</sup> is required; [3]. In existing buildings, the bulk material can be inflated with high pressure into the hollow spaces of the walls between the beams of the ceilings, filling all the spaces between the construction elements. It is possible to form external insulation on walls. Cellulose flakes can also be cast on top of the floors to insulate attics. The cellulose panels are fixed between joists or on walls using metal staples, mastics and adhesives tapes. In all cases, the construction process is fast and does not produce waste, saving time and costs.

A steam-pressed containment layer is generally applied on the hot side of the construction elements, taking care to fix it with clamps and special adhesive tapes, with a focus on the connecting points with beams, doors and frames, and architectural elements of various types. This layer, in addition to reducing the amount of moisture that from within the environments can penetrate the construction element, also acts as a layer providing air tightness. A layer must also be applied on the cold side that is wind-proof, rain-proof and anti-UV rays, but permeable to vapour diffusion, in order to allow moisture, possibly penetrated into the insulation, to spread outside.



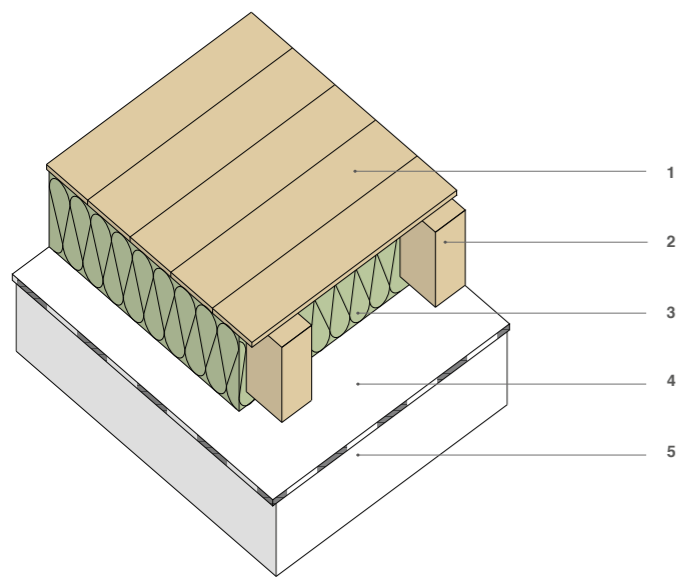


- Copertura ventilata in legno con isolamento in cellulosa:
- 1 coppi;
  - 2 listelli;
  - 3 controlistelli;
  - 4 guaina impermeabile traspirante;
  - 5 tavolato grezzo;
  - 6 travetti;
  - 7 cellulosa;
  - 8 freno al vapore;
  - 9 struttura rivestimento interno;
  - 10 perline/cartongesso.

Rielaborazione grafica da documentazione Leo Bodner © Edilizia Ecologica.

- Ventilated wooden roof with cellulose insulation:
- 1 roof tiles;
  - 2 batten;
  - 3 counter batten;
  - 4 waterproof breathable sheath;
  - 5 rough planking;
  - 6 joists;
  - 7 cellulose;
  - 8 steam damper;
  - 9 internal cladding structure;
  - 10 beads/plaster board.

Reformatted graphic documentation Leo Bodner © Green building.

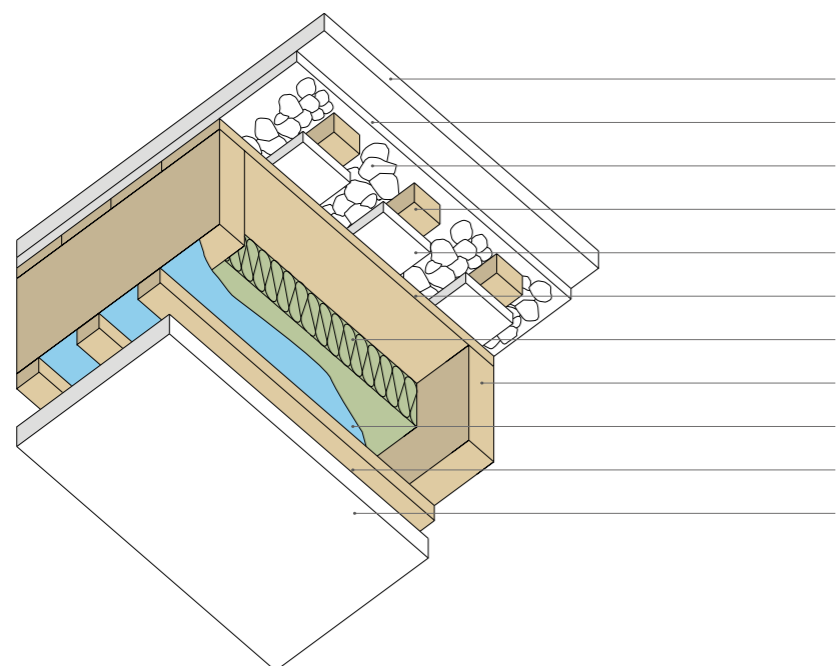


- Solaio a terra isolato con cellulosa:
- 1 pavimento massello;
  - 2 listelli + controlistelli;
  - 3 cellulosa;
  - 4 freno al vapore;
  - 5 solaio.

Rielaborazione grafica da documentazione Leo Bodner © Edilizia Ecologica.

- Ground floor insulated with cellulose:
- 1 solid floor;
  - 2 batten + counter batten;
  - 3 cellulose;
  - 4 steam damper;
  - 5 floor.

Reformatted graphic documentation Leo Bodner © Green building.



- Solaio interpiano isolato con cellulosa:
- 11 controsoffitto;
  - 10 struttura del controsoffitto;
  - 9 freno al vapore;
  - 8 travi;
  - 7 cellulosa;
  - 6 tavolato;
  - 5 strisce anticalpestio;
  - 4 listelli;
  - 3 granulato isolante acustico;
  - 2 pannello;
  - 1 pavimento.

Rielaborazione grafica da documentazione Leo Bodner © Edilizia Ecologica.

- Inter-storey floor insulated with cellulose:
- 1 false ceiling;
  - 2 structure of the false ceiling;
  - 3 steam damper;
  - 4 beams;
  - 5 cellulose;
  - 6 planking;
  - 7 non-tread batten;
  - 8 batten;
  - 9 acoustic insulating granulate;
  - 10 panel;
  - 11 pavement.

Reformatted graphic documentation Leo Bodner © Green building.

La capacità di mantenere nel tempo le proprie caratteristiche è elevata relativamente alle proprietà chimico-fisiche.

La stabilità dimensionale dei fiocchi è condizionata da una corretta posa in opera; la cellulosa non legata è infatti soggetta a un naturale processo di assestamento, soprattutto quando è posata in verticale, per cui, al fine di evitarlo, occorre impedire che restino dei vuoti, facendo acquisire al materiale una elevata compattazione in fase di insufflaggio.

La valutazione della ecocompatibilità dimostra che la cellulosa è un materiale che permette di ottenere un bilancio ecologico positivo. Specificatamente, un'analisi parametrica delle prestazioni della cellulosa rispetto ad altri isolanti indica che l'impiego di questo materiale determina un impatto ambientale tra i più bassi, non solo nei confronti dei materiali di sintesi, ma anche di quelli di origine naturale. Si tratta infatti di un materiale riciclato di origine vegetale che, a parità di durabilità (tempo di utilizzo  $t_v$ ) rispetto ad altri materiali, presenta un Potenziale di effetto serra (GWP) negativo, in quanto una certa quantità di  $CO_2$  è stata fissata in origine nelle piante dalle quali è stata poi ricavata la cellulosa; il materiale è inoltre caratterizzato da un Potenziale di acidificazione (AP) tra i più bassi e determina un impiego di Energia primaria non rinnovabile (PEI) inferiore rispetto a quasi tutti gli altri isolanti.

L'ecobilancio è più vantaggioso per i fiocchi rispetto ai pannelli, poiché questi ultimi subiscono un processo produttivo energeticamente più dispendioso rispetto allo sfuso.

Per quanto riguarda l'impatto sull'uomo, l'attività in cantiere non determina pericoli per la salute degli addetti. La lavorazione a secco porta però alla formazione di micro particelle disperse nell'ambiente, per cui è necessario indossare una maschera per polveri sottili. La quantità di materiale che si libera nell'aria è maggiore per l'insufflaggio di fiocchi piuttosto che per l'installazione di pannelli, ma è notevolmente limitata dalla modalità di posa con ugelli.

Relativamente alle conseguenze sull'ambiente, al termine della vita utile di esercizio, le fibre di cellulosa possono essere riciclate; anche i pannelli possono essere riutilizzati. In fase di smissione, però, se sono presenti sali di boro, il materiale non può essere compostato. La presenza di boro determina inoltre limitazioni allo smaltimento in discarica; nello specifico, l'eventuale incenerimento deve essere effettuato in modo da stabilizzare i sali di boro nelle scorie, perché non risultino dilavabili.

The insulating layer must always stay dry, especially when it is placed in wooden structures, as these are likely to deteriorate due to moisture. With the application of the stabilising material, the cellulose layers can be plastered. On the market there are also wooden, prefabricated elements for walls and floors, arriving on site complete with insulation.

**Possible future developments**  
Ecological buildings insulated with cellulose are common in many European countries and also overseas. In practice, the cellulose is used in Canada, where there is a strong tradition of wooden constructions, and in contexts that are particularly sensitive to the problems of saving energy and housing welfare, as Austria and Germany. Cellulose has long been

used in Sweden and more recently also in France and in Belgium. In Italy, a particular propensity to use this material has not developed yet, but we can imagine that in the near future the cellulose fibres market may widen, in the area of new construction and, even more, in the renovation of existing buildings, also because of its versatility of use. Also, economically, cellulose insulation is one of the cheapest on the market, not only with regard to the supply of material, but also for its rapid installation, if we think that in a single day one can insulate an entire single housing unit building. The possibility of obtaining ecological solutions that ensure at the same time a high insulation capacity plays in favour of multiple applications within a market that tends to be characterised by the need to build almost zero energy

buildings, as required by the latest specific regulations.

**Buildings insulated with cellulose flakes**

To offer a concrete idea of how cellulose can be applied in construction, below are presented cases where this material was chosen by designers both in new constructions and in the recovery of existing buildings. The choice fell on construction works in South Tyrol, territorial context that for many years stands for a high quality of construction, obtained with a continuous experimentation in the use of innovative materials and technologies, especially aimed at the well-being of man and respect for the environment. Some of the cases shown are works carried out by IPES, the Institute for social housing of the autonomous province



Isolamento di copertura con getto di fiocchi di cellulosa in estradosso, Casa Willeit a Gais, arch. A. Willeit. (Foto Fotostudio Eheim, Bressanone)

Roofing insulation with cellulose flakes cast on upper surface, Willeit Home in Gais, arch. A. Willeit (Photo: Fotostudio Eheim, Bressanone)

Isolamento di parete esterna con insufflaggio di fiocchi di cellulosa in intradosso. (Documentazione Leo Bodner © Edilizia Ecologica)

External wall insulation with cellulose flakes inflated in upper surface. (Documentation Leo Bodner © Ecological Construction)

Isolamento di copertura con insufflaggio di fiocchi di cellulosa in intradosso. (Documentazione Leo Bodner © Edilizia Ecologica)

External roof insulation with cellulose flakes inflated in upper surface. (Documentation Leo Bodner © Ecological Construction)

dall'alto | from above

[3] Dati desunti da risultati di prove di laboratorio relative all'abbassamento della cellulosa isolante, realizzate su prodotti di Leo Bodner © Edilizia Ecologica, secondo i requisiti della direttiva OIB-Richtlinie "Brennbare Dämmstoffe für den Wärme-und/oder Schallschutz".

### Utilizzo e modalità di posa

L'ambito di applicazione delle fibre di cellulosa è molto ampio: comprende l'isolamento di chiusure verticali, chiusure orizzontali superiori e inferiori, partizioni verticali e orizzontali.

Il materiale sfuso viene insufflato a pressione utilizzando un apposito macchinario ad aria compressa. I fiocchi possono anche essere spruzzati con aggiunta di acqua o mastice su elementi costruttivi verticali realizzati con vari tipi di materiali, avendo cura di garantire l'eliminazione dell'umidità. In tutti i casi, la posa deve essere effettuata da personale esperto.

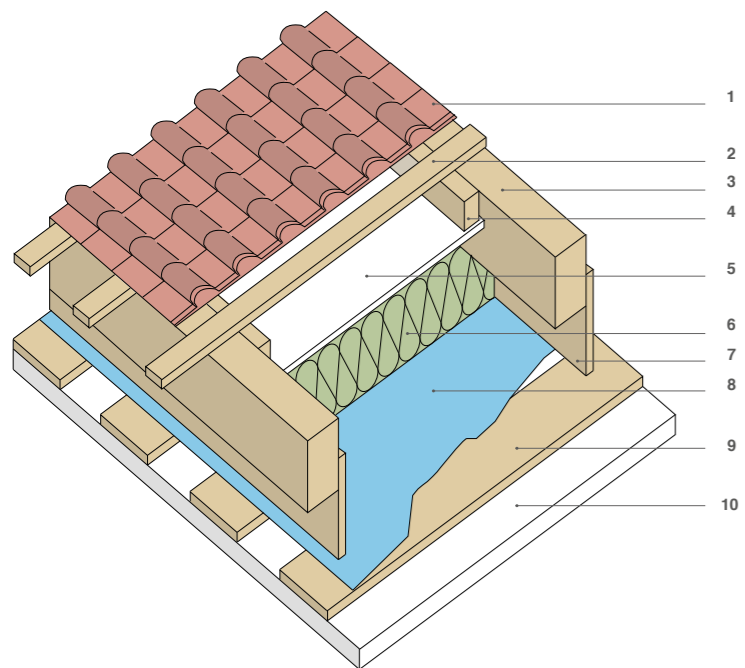
Per l'isolamento di solai interpiano o di copertura, la cellulosa può essere gettata direttamente negli spazi predisposti nella stratificazione degli elementi costruttivi operando all'aperto.

Per isolare elementi verticali o variamente inclinati, è necessario realizzare volumi chiusi, delimitati da strutture che non si deformino e che possano essere caricati, come pannelli in legno, cartongesso o altro; per insufflare il materiale, su tali elementi viene realizzato un foro in cui è inserito un ugello che contemporaneamente soffia e aspira aria per limitare il più possibile la polvere in cantiere.

Per ridurre fenomeni di assestamento, il materiale deve essere insufflato con una maggiore pressione passando da posa in orizzontale a posa in verticale. Nello specifico, l'applicazione in elementi costruttivi orizzontali richiede che sia raggiunta una densità di 35-40 kg/m<sup>3</sup>; in coperture a falde, deve essere ottenuta una densità di 45-50 kg/m<sup>3</sup>; per isolare elementi costruttivi verticali, deve essere determinata una densità di 58-65 kg/m<sup>3</sup> [3].

Negli edifici esistenti, il materiale sfuso può essere soffiato ad elevata pressione nelle intercapedini delle pareti e tra le travi dei solai, riempiendo tutti gli spazi tra gli elementi costruttivi. Possono essere realizzati cappotti esterni su murature. Focchi di cellulosa possono anche essere gettati sull'estradosso di solai per isolare sottotetti. I pannelli in cellulosa sono fissati tra travetti o su pareti usando grappe metalliche, mastici e nastri adesivi.

In tutti i casi, il processo costruttivo è veloce e non produce rifiuti, con un risparmio di tempi e costi. Sul lato caldo degli elementi costruttivi che prospettano verso l'esterno viene generalmente applicato uno strato di freno al vapore, avendo cura di fissarlo con graffe e nastri adesivi di tipo speciale, con particolare attenzione nei punti di raccordo con travi, telai di infissi ed elementi architettonici di vario tipo; tale strato, oltre a ridurre la quantità di umidità che dall'interno degli ambienti può penetrare nell'elemento costruttivo, assolve anche alla funzione di strato di tenuta all'aria. Sul lato freddo deve essere inoltre applicato uno strato di tenuta al vento, resistente a



- Ristrutturazione di copertura in legno con isolamento in cellulosa:
- 1 coppi;
  - 2 controllestelli;
  - 3 travetti;
  - 4 listelli per ventilazione;
  - 5 pannello in fibra di legno idrorepellente;
  - 6 cellulosa;
  - 7 tavole/listelli per livellamento;
  - 8 freno al vapore;
  - 9 struttura rivestimento interno;
  - 10 perline/cartongesso.
- Rielaborazione grafica da documentazione Leo Bodner © Edilizia Ecologica.
- Renovation of wooden roof with cellulose insulation:
- 1 roof tiles;
  - 2 counter batten;
  - 3 joists;
  - 4 batten for ventilation;
  - 5 water-repellent wood fibre panel;
  - 6 cellulose;
  - 7 boards/batten for levelling;
  - 8 steam damper;
  - 9 internal cladding structure;
  - 10 beads/plaster board.
- Reformatted graphic documentation Leo Bodner © Green building.

of Bolzano, which show that it is possible to reach very significant standards under the energy profile with different materials from those most commonly used, while having to comply with the limits of cost of the social-housing sector.

### Single housing unit wooden building with cellulose thermal insulation

The Willeit Home in Gais, Valle Aurina, designed by the Architect Albert Willeit, is the first building certified as *CasaClima A<sup>plus</sup>* [4], as it has a very low energy requirement (18 kWh/m<sup>2</sup>a). In order to accomplish this, construction materials were chosen that are harmless to health,

pioggia e raggi UV, ma permeabile alla diffusione di vapore, per permettere all'umidità, eventualmente penetrata nell'isolante, di diffondersi all'esterno. Deve essere sempre assicurato che lo strato isolante di mantenga asciutto, soprattutto quando è inserito in strutture in legno, poiché rischiano di deteriorarsi con l'umidità. Con l'applicazione di materiale stabilizzante, strati in cellulosa possono essere intonacati. Sul mercato esistono anche elementi prefabbricati in legno, per pareti e solai, che arrivano in cantiere completi di isolamento.

### Possibili sviluppi futuri

Edifici ecologici isolati con cellulosa sono diffusi in molti Paesi europei ed anche Oltreoceano. Nella pratica corrente la cellulosa è utilizzata in Canada, dove è presente una forte tradizione di costruzioni in legno, e in contesti particolarmente sensibili alle problematiche del risparmio energetico e del benessere abitativo, come Austria e Germania; da tempo è usata in Svezia e più recentemente anche in Francia e in Belgio.

In Italia non si è ancora sviluppata una particolare propensione all'utilizzo di questo materiale, ma si può ipotizzare che nel prossimo futuro il mercato delle fibre di cellulosa possa ampliarsi, nel settore della nuova edificazione e, ancora di più, nel recupero degli edifici esistenti, anche a motivo della versatilità di impiego.

Inoltre, sotto il profilo economico, la cellulosa risulta uno degli isolanti più economici presenti sul mercato non solo per quanto riguarda la fornitura del materiale, ma anche per la rapidità di posa, considerando che in un solo giorno si può isolare un interno edificio unifamiliare.

La possibilità di ottenere soluzioni ecologiche che garantiscano nello stesso tempo un'elevata capacità di isolamento gioca a favore di molteplici applicazioni all'interno di un mercato che tende a caratterizzarsi per l'esigenza di costruire *edifici ad energia quasi zero*, come previsto dalle più recenti normative specifiche.

### Edifici isolati con fiocchi di cellulosa

Per offrire un'idea concreta delle modalità di utilizzo della cellulosa nelle costruzioni, di seguito sono presentati casi in cui questo materiale è stato scelto dai progettisti sia in costruzioni nuove, sia nel recupero di edifici esistenti.

Gli interventi documentati sono tutti in Sudtirolo, contesto territoriale che da molti anni si distingue per una elevata qualità delle costruzioni, ottenuta con una continua sperimentazione

such as prefabricated walls and floors in laminated wood with glue-free, textured boards. Clay bricks in the partitions for thermo-hygrometric control. Marble gravel as background of the internal floors and cladding made of plasterboard for noise reduction. Natural materials, such as loose cellulose and wood-fibre panels to provide thermal insulation. Measures were also adopted on the building to protect the environment and human health; specifically: partially green cover for control of microclimate, collection of rain water for the toilets and garden watering, shielding of electrical cables, ventilation of the foundations for the removal of radon gas.

In addition, it was planned to use only renewable energy sources, with pellet heating system, solar collectors for domestic hot water and heating, controlled ventilation system with geothermal heat exchanger and heat recovery. These choices are based on a radical approach to the project, which also includes a balcony that can be moved on rails to change the insulation of the facade, so that the building was awarded *Best CasaClima 2002*. With regard to cellulose, the architect has pioneered the use of flakes to insulate both the exterior walls and the roof, including the portion realised with extensive green. The product proved to be fit for the

purpose and very economical, not only for the procurement of bulk materials and speed of blowing in the construction site, but also for the contribution to the management of the building, considering that every winter season, the cost is just 200 Euros to provide thermal comfort with 180 square metres of living area. This positive result has prompted the designer to use cellulose in other constructions.

**Passive house with thermal insulation of cellulose coating**  
The building, designed by architect Michael Tribus and developed by IPES in Bronzolo, near Bolzano, is the first *Passive house* of social



Isolamento di sottotetto non praticabile con insufflaggio di fiocchi di cellulosa. (Documentazione Leo Bodner © Edilizia Ecologica)

Non-usable attic insulation with cellulose flakes inflated in the upper surface. (Documentation Leo Bodner © Ecological Construction)

housing built in the autonomous province of Bolzano, which reaches even the goal not to exceed 10% of the costs allowed by the Institute, while using only eco-friendly materials. Thanks to the design of specific construction solutions, the residence actually behaves as a passive building, with a heat requirement of no more than 15 kWh/m<sup>2</sup>a, and at the same time, falls within the standard *CasaClima A<sup>plus</sup>* [5], providing solutions that make use of renewable energy sources, environmentally-friendly materials that are compatible with human health and measures conducive to environmental protection.



nell'uso di materiali e tecnologie innovative, particolarmente mirate al benessere dell'uomo e al rispetto dell'ambiente. Alcuni dei casi illustrati sono interventi di IPES, l'Istituto per l'Edilizia Sociale della Provincia Autonoma di Bolzano, i quali dimostrano che si possono raggiungere standard molto significativi sotto il profilo energetico anche con materiali diversi da quelli più comunemente in uso, pur dovendo rispettare i limiti di costo del settore residenziale sociale.

#### Edificio monofamiliare in legno con isolamento termico in cellulosa dell'involucro

Casa Willeit a Gais, in Valle Aurina, progettata dall'architetto Albert Willeit, è il primo edificio certificato come *CasaClima A<sup>più</sup>* [4], in quanto ha un fabbisogno energetico molto basso (18 kWh/m<sup>2</sup>a). Al fine di ottenere questo risultato, per la costruzione sono stati scelti materiali ecologici e innocui per la salute, quali: pareti e solai prefabbricati in legno lamellare con tavole tassellate prive di colla; mattoni in terra cruda nelle partizioni, per il controllo termoigrometrico; ghiaia di marmo come sottofondo delle pavimentazioni e placcature interne in cartongesso, per l'abbattimento acustico; materiali naturali, come cellulosa sfusa e pannelli in fibra di legno, per l'isolamento termico. Nell'edificio sono stati adottati anche accorgimenti utili per la tutela dell'ambiente e la salute delle persone; specificatamente: copertura parzialmente invernata per il controllo del microclima, raccolta dell'acqua piovana per i servizi igienici e per l'annaffiatura del giardino, schermatura dei cavi dell'impianto elettrico, ventilazione delle fondazioni per l'eliminazione del gas radon. Inoltre, è stato previsto di impiegare solo fonti rinnovabili, con impianto di riscaldamento a pellets, collettori solari per acqua calda sanitaria e riscaldamento, impianto di aerazione controllato con scambiatore geotermico e recupero di calore. Tali scelte si basano su una filosofia di approccio al progetto di tipo radicale, che comprende anche la realizzazione di un balcone che può essere spostato su binari per modificare il soleggiamento della facciata, per cui l'edificio è stato premiato come *Migliore CasaClima 2002*.

Relativamente alla cellulosa, l'architetto ha sperimentato l'uso di fiocchi per isolare sia le pareti esterne, sia la copertura, compreso la parte realizzata con verde estensivo. Il prodotto si è rivelato adatto allo scopo e molto economico, non solo per l'approvvigionamento del materiale sfuso e per la rapidità di insufflaggio in cantiere, ma anche per il contributo alla gestione dell'edificio, considerando che, in ogni stagione invernale, il costo è di soli 200 euro per conferire comfort termico a 180 metri quadrati di superficie abitabile. Questo risultato positivo ha motivato il progettista ad impiegare la cellulosa anche in altre costruzioni.

In addition to the orientation of the building, the exhibition and the design of the openings that allow the use of passive energy coming from the sun, another fundamental element concerns the application of strong thickness of thermal insulation products, with 60 inches of cellulose flakes in coverage and 28 inches of mineral material, both in exterior walls and the ceiling of the ground floor, giving those factors respectively a transmittance of 0.08 W/m<sup>2</sup>K, of 0.14 W/m<sup>2</sup>K and 0.15 W/m<sup>2</sup>K. Further choices, making it possible to exploit solar energy inputs and internal gains relate to the use of construction elements with high inertia, such as reinforced concrete

floors and brick exterior walls. In addition, to maintain environmental health conditions throughout the year, without making use of fossil fuels, engineering solutions that employ renewable energies have been adopted, such as a pellet boiler (for heating and domestic hot water) and a centralised ventilation system with horizontal probes and geothermal heat recovery.

#### Wooden building with use of cellulose for thermal and acoustic insulation

The building, designed by architect Oswald Windegger and developed by IPES in S. Nicolò in Val d'Ultimo, is the first project of social housing

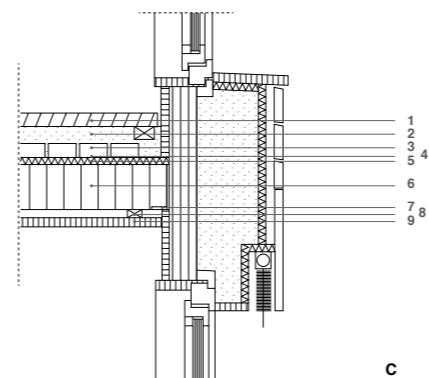
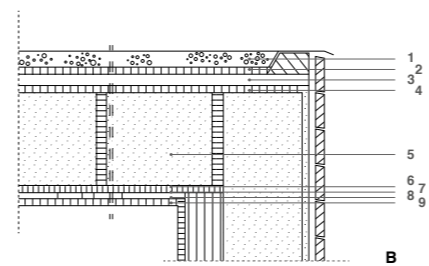
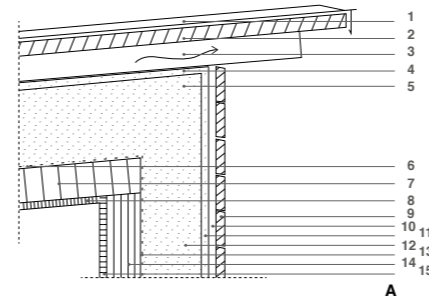
with a very low energy requirement, as required by the standard *CasaClima B*, where wood is used for load-bearing structures, except the elevator shaft and the foundations, which are made of reinforced concrete. Cellulose flakes are used to thermally insulate the vertical closings: 16 centimetres of bulk material is inflated with pressurised air between two wooden panels attached to uprights and crosspieces in larch wood that form the vertical supporting structure of the building. An additional insulation layer is applied externally, consisting of 6 cm panels in wood fibre. The facade is ventilated externally and completed by larch staves.



Modello di parete in legno isolata con fiocchi di cellulosa.  
Model of wooden wall insulated with cellulose flakes.

[4] Le prestazioni previste dallo standard *CasaClima A<sup>più</sup>* sono attualmente comprese tra le richieste del Protocollo *CasaClima Nature*.

Casa Willeit a Gais, Brunico, prima *CasaClima A<sup>più</sup>*, arch. Albert Willeit. (Foto Fotostudio Eheim, Bressanone)  
Willeit Home in Gais, Brunico, *CasaClima Aplus*, arch. Albert Willeit. (Photo: Fotostudio Eheim, Bressanone)



**A**

Sezione verticale copertura-parete esterna:

- 1 lamiera;
- 2 tavole in legno;
- 3 listelli in legno;
- 4 pannello in fibre di legno;
- 5 fiocchi di fibre di cellulosa 250 mm;
- 6 barriera antivento;
- 7 pannello lamellare in legno;
- 8 pannello in fibre di gesso;
- 9 listelli in larice;
- 10 listelli;
- 11 pannello in fibre di legno;
- 12 fiocchi di fibre di cellulosa 200 mm;
- 13 barriera antivento;
- 14 pannelli prefabbricati in legno;
- 15 pannello in fibre di gesso.

Rielaborazione grafica da documentazione arch. Albert Willeit.

Vertical section of roof-external wall:

- 1 sheet;
  - 2 wooden boards;
  - 3 wooden batten;
  - 4 wood fibre panel;
  - 5 cellulose fibre flakes 250 mm;
  - 6 wind-proof barrier;
  - 7 laminated wooden panel;
  - 8 plaster fibre panel;
  - 9 larch wood batten;
  - 10 batten;
  - 11 wood fibre panel;
  - 12 cellulose fibre flakes 200 mm;
  - 13 wind-proof barrier;
  - 14 prefabricated wooden panels;
  - 15 plaster fibre panel.
- Graphic layout taken from documentation of arch. Albert Willeit.

**B**

Sezione verticale tetto verde:

- 1 strato vegetativo con substrati colturale, filtrante, drenante, antiradice e strato di impermeabilizzazione;
  - 2 lastra in legno OSB;
  - 3 listelli;
  - 4 lastra in legno OSB;
  - 5 fiocchi di fibre di cellulosa 280 mm;
  - 6 tavolato;
  - 7 barriera antivento;
  - 8 listelli;
  - 9 pannello in fibre di gesso.
- Rielaborazione grafica da documentazione arch. Albert Willeit.

Vertical green roof section:

- 1 vegetative layer with cultivation substrates, filtering, draining, anti-root and layer of water-proofing;
  - 2 OSB wooden slab;
  - 3 batten;
  - 4 OSB wooden slab;
  - 5 cellulose fibre flakes 280 mm;
  - 6 planking;
  - 7 wind-proof barrier;
  - 8 batten;
  - 9 plaster fibre panel.
- Graphic layout taken from documentation of arch. Albert Willeit.

**C**

Sezione verticale solaio interpiano:

- 1 pavimento in legno massiccio;
  - 2 ghiaia in marmo;
  - 3 mattoni in terra cruda;
  - 4 telo in lino;
  - 5 pannello in fibre di legno;
  - 6 pannello prefabbricato in tavole in legno;
  - 7 angolare di supporto in acciaio;
  - 8 listelli;
  - 9 pannello in fibre di gesso.
- Rielaborazione grafica da documentazione arch. Albert Willeit.

Inter-storey floor vertical section:

- 1 solid wood flooring;
  - 2 marble gravel;
  - 3 clay bricks;
  - 4 linen cloth;
  - 5 wood fibre panel;
  - 6 prefabricated panel in wooden boards;
  - 7 steel support bracket;
  - 8 batten;
  - 9 plaster fibre panel.
- Graphic layout taken from documentation of arch. Albert Willeit.





Prima costruzione passiva di edilizia sociale a Bronzolo, arch. Michael Tribus. (Foto IPES)

First passive construction of social housing in Bronzolo, arch. Michael Tribus. (Photo: IPES)

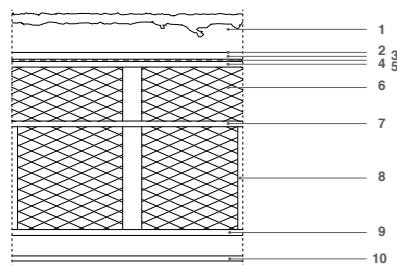


[5] Le prestazioni previste dallo standard *CasaClima A<sup>plu</sup>* sono attualmente comprese tra le richieste del Protocollo *CasaClima Nature*.

### Casa passiva con isolamento termico della copertura in cellulosa

L'edificio, progettato dall'architetto Michael Tribus e realizzato da IPES a Bronzolo, vicino a Bolzano, è la prima *Casa passiva* di edilizia sociale costruita nella Provincia Autonoma di Bolzano, che raggiunge anche l'obiettivo di non superare il 10% dei costi ammessi dall'Istituto, pur utilizzando esclusivamente materiali ecologici.

Grazie alla progettazione di specifiche soluzioni costruttive, la residenza si comporta effettivamente come edificio passivo, richiedendo un fabbisogno di calore non superiore a 15 kWh/m<sup>2</sup>a, e rientra contemporaneamente nello standard *CasaClima A<sup>plu</sup>* [5], prevedendo soluzioni che fanno uso di fonti energetiche rinnovabili, di materiali ecologici compatibili con la salute dell'uomo e di accorgimenti favorevoli alla tutela dell'ambiente. Oltre all'orientamento dell'edificio, all'esposizione e al dimensionamento delle aperture, che permettono l'utilizzo dell'apporto calorico passivo proveniente dal sole, un altro elemento fondamentale riguarda l'applicazione di forti spessori di isolanti termici, con 60 centimetri di fiocchi di cellulosa nella copertura e 28 centimetri di materiale minerale, sia nelle pareti esterne, sia nel solaio del piano terra, ottenendo rispettivamente per tali elementi una trasmittanza di 0,08 W/m<sup>2</sup>K, di 0,14 W/m<sup>2</sup>K e di 0,15 W/m<sup>2</sup>K. Ulteriori scelte, che permettono di valorizzare gli apporti energetici solari e i guadagni interni, attengono all'impiego di elementi costruttivi ad elevata inerzia, quali solai in cemento armato e pareti esterne in laterizio. Inoltre, per mantenere condizioni di benessere ambientale durante tutto l'anno, senza fare uso di fonti energetiche fossili, sono adottate soluzioni impiantistiche ad energie rinnovabili, quali caldaia a pellets (per il riscaldamento dell'ambiente e dell'acqua calda sanitaria) e impianto di ventilazione centralizzato con dispositivo geotermico a sonde orizzontali e recupero di calore.



Sezione verticale della copertura:

- 1 terra vegetale;
- 2 telo filtrante;
- 3 strato drenante;
- 4 impermeabilizzazione;
- 5 tavolato;
- 6 listelli in legno con pendenza con interposti fiocchi di fibre di cellulosa;
- 7 lastra in legno a tre strati;
- 8 travi lamellari 8/44 Sistema Multibox con interposti fiocchi di cellulosa;
- 9 lastra in legno OSB posata ermeticamente;
- 10 lastra in cartongesso.

Rielaborazione grafica da documentazione IPES.

Vertical section of the roof:

- 1 topsoil;
- 2 filtering cloth;
- 3 drainage layer;
- 4 water-proofing;
- 5 planking;
- 6 wooden batten with slope with inter-layered cellulose fibre flakes;
- 7 wooden board in three layers;
- 8 laminated beams 8/44 Multibox System with inter-layered cellulose fibre flakes;
- 9 OSB wooden board applied hermetically;
- 10 plasterboard sheet.

Graphic layout taken from IPES documentation.

To protect the cladding of the facade from oozing and rising moisture, the wooden layer extends down to the ground, but at the base, a plinth was fitted, set back from the external wire and protected by a metal cover. This is also important for preserving the insulating layers at the back from moisture and to maintain the good conservation of the wooden structures in which they are inserted. Inward, a plaster coating is applied to improve the reduction of airborne noise. Cellulose flakes are used in vertical partitions to achieve sound insulation; specifically, the separation walls between rooms are made of plasterboard panels with non-linked cellulose inflated under pressure.

The walls separating the rooms from the stairwell need to be effective even against the thermal insulation, as the stairwell is not heated. Therefore, they are formed by two independent walls (made as above), separated by air. High energy performance and a good acoustic protection are affected by air tightness; for this reason, the various construction elements are supplemented by protective sheets, carefully sealed with tape.

### Passive houses with integral insulation in cellulose

The Reisigl Home, near Merano, designed by architect Michael Tribus, is the set of three housing units that

reach the standard of *Passive house*, thanks to the integrated design of architectural solutions and those that relate to the manufacturing technology, materials and equipment. From a typological point of view, the three residential units develop along the slope of the ground above a basement carpark, covered by a roof garden. Prefabricated elements in wood were chosen for the construction of the building, formed by a supporting structure with double T beams in wood, surrounded by wood-fibre panels and wooden slabs OSB. The beams are composite structures, consisting of two large laminated wooden laths Kerto S and a thin wooden

### Edificio in legno con impiego di cellulosa per l'isolamento termico e acustico

La costruzione, progettata dall'architetto Oswald Windegger e realizzata da IPES a S. Nicolò in Val d'Ultimo, è il primo intervento di edilizia sociale con un fabbisogno energetico molto contenuto, come richiesto dallo standard *CasaClima B*, in cui viene impiegato il legno anche per le strutture portanti, ad eccezione del vano ascensore e delle fondazioni, che sono in calcestruzzo armato.

La cellulosa in fiocchi è utilizzata per isolare termicamente le chiusure verticali: 16 centimetri di materiale sfuso è insufflato con getto d'aria pressurizzata tra due pannelli in legno fissati ai montanti e ai traversi in larice che formano la struttura portante verticale dell'edificio. Verso l'esterno è applicato un ulteriore strato isolante, formato da pannelli di 6 centimetri di fibra di legno. La facciata è ventilata esternamente e completata da doghe in larice. Per proteggere il rivestimento della facciata dallo stillicidio e dall'umidità di risalita, lo strato in legno non si prolunga fino a terra, ma alla base è stata realizzata una zoccolatura arretrata rispetto al filo esterno, protetta da un ricoprimento metallico; questo accorgimento è importante anche per preservare dall'umidità gli strati isolanti retrostanti e per mantenere la buona conservazione delle strutture in legno tra cui sono inseriti. Verso l'interno, è predisposto un rivestimento in cartongesso per migliorare l'abbattimento dei rumori aerei.

Fiocchi di cellulosa sono impiegati anche nelle partizioni verticali per ottenere l'isolamento acustico; nello specifico, le pareti di separazione tra gli alloggi sono formate da pannelli in cartongesso con cellulosa interclusa, insufflata a pressione. Alle pareti che separano gli alloggi dal vano scale è richiesto di essere efficaci anche nei confronti dell'isolamento termico, in quanto il vano scale non è riscaldato; pertanto, sono costituite da due pareti indipendenti (realizzate come le precedenti), separate da aria.

Elevate prestazioni energetiche e una buona protezione acustica sono condizionate dalla tenuta all'aria; per tale motivo, i diversi elementi costruttivi sono completati da teli di protezione, accuratamente sigillati con nastri.

core OSB, which provide lightness and precision of dimensions and tolerances to the building, and at the same time, improved dimensional stability, reduction of thermal bridges, less use of material and assembly-time savings. The thermal insulation is made of a thick layer of cellulose flakes, which can limit the transmittance of all dispersing elements to only 0.09 W/m<sup>2</sup>K. The vertical closures are completed externally, in a single section, with a layer of plaster, and, in another section, with a ventilated façade, delimited by larch wood slats; internally, they are finished with plaster panels. Triple-glazed glass and controlled ventilation with heat

recovery can not exceed thermal requirements of 7 kWh/m<sup>2</sup>a.

### Renovation of elementary school with roof thermally insulated using cellulose

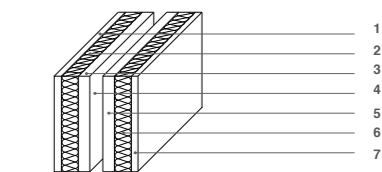
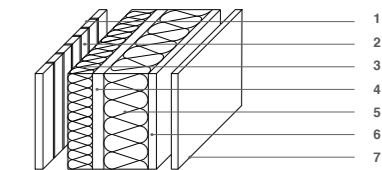
The elementary school of Casteldarne has been radically renovated based on a project of EM2 Architekten (Kurt Egger, Gerhard Mahlknecht, Heinrich Mutschlechner), to be adapted to the new demands of teaching and standards related to the overcoming of architectural barriers and fire protection. It also showed the need to reduce the high costs of heating. The construction of new doorways and entrances has also

made possible a better usability by students and staff of some school facilities, such as the gym, library and spaces for cultural activities. The opportunity of a complete functional readjustment allowed the designers to rethink the construction as a whole, producing a completely different architecture than the original structure. A thick external insulation in calcium silicates, with ribbon windows that close on the outside the load-bearing structure of the building, has transformed the two original levels in a square and compact volume. The existing coverage and the attic were demolished and rebuilt to add a third floor, very bright in wood and glass.



Prima costruzione in legno di edilizia sociale a S. Nicolò, Val d'Ultimo, arch. Oswald Windegger.

First construction in wood of social housing in S. Nicolò, Val d'Ultimo, arch. Oswald Windegger.



Sezione verticale parete esterna:

- 1 perline in larice;
- 2 strato di ventilazione;
- 3 pannello in fibre di legno;
- 4 lastra in legno OSB;
- 5 fiocchi di fibre di cellulosa, 16 cm;
- 6 lastra in legno OSB;
- 7 cartongesso.

Rielaborazione grafica da documentazione IPES.

Vertical section of external wall:

- 1 larch beads;
- 2 ventilation layer;
- 3 wood fibre panel;
- 4 OSB wooden slab;
- 5 cellulose fibre flakes 16 mm;
- 6 OSB wooden slab;
- 7 plasterboard.

Graphic layout taken from IPES documentation.

Sezione verticale parte alloggio-vano scale:

- 1 cartongesso;
- 2 cellulosa in fiocchi 5 cm;
- 3 cartongesso;
- 4 strato di aria 2 cm;
- 5 cartongesso;
- 6 cellulosa in fiocchi 5 cm;
- 7 cartongesso.

Rielaborazione grafica da documentazione IPES.

Vertical section of housing unit-stairwell:

- 1 plasterboard;
- 2 cellulose flakes 5 cm;
- 3 plasterboard;
- 4 air layer 2 cm;
- 5 plasterboard;
- 6 cellulose flakes 5 cm;
- 7 plasterboard.

Graphic layout taken from IPES documentation.



Casa Reisigl a Merano, insieme di edifici passivi, arch. Michael Tribus. (Foto di Michael Tribus Architecture ©)

Reisigl Home in Merano, complex of passive buildings, arch. Michael Tribus. (Photo courtesy of Michael Tribus Architecture©)



### Case Passive con isolamento integrale in cellulosa

Casa Reisigl, nei pressi di Merano, progettata dall'architetto Michael Tribus, è l'insieme di tre unità abitative che raggiungono lo standard di *Casa Passiva*, grazie alla progettazione integrata delle soluzioni architettoniche e di quelle che riguardano la tecnologia costruttiva, i materiali e gli impianti. Dal punto di vista tipologico, le tre unità residenziali si sviluppano lungo il declivio del terreno, al di sopra di un parcheggio interrato, ricoperto da un giardino pensile.

Per realizzare gli edifici sono stati scelti elementi prefabbricati in legno, formati da una struttura portante di travi a doppia T in legno, delimitata da pannelli in fibre di legno e da lastre in legno OSB. Le travi sono strutture composite, costituite da due ampi listelli di stratificati lignei Kerto S e da un'anima sottile in lastre di legno OSB, che permettono di ottenere leggerezza, precisione delle dimensioni e delle tolleranze; nello stesso tempo, maggiore stabilità dimensionale, riduzione dei ponti termici, minore impiego di materiale e risparmio del tempo di montaggio. L'isolamento termico è realizzato con uno spesso strato di fiocchi di cellulosa, che permette di contenere la trasmittanza di tutti gli elementi disperdenti a soli 0,09 W/m<sup>2</sup>K. Le chiusure verticali sono completate esternamente, in un tratto, con uno strato di intonaco, e, in un altro tratto, con una facciata ventilata, delimitata da listelli in legno di larice; internamente sono rifinite con pannelli in cartongesso. Le vetrate a triplo vetro e l'aerazione controllata con recupero di calore permettono di non superare un fabbisogno termico di 7 kWh/m<sup>2</sup>a.

Sezione verticale di struttura realizzata con elementi prefabbricati in legno. Rielaborazione grafica da documentazione Weissenseer Holz-System-Bau GmbH.

Vertical section of structure built with prefabricated elements in wood. Graphic layout taken from Weissenseer Holz-System-Bau GmbH documentation.

#### Copertura:

- 1 ghiaia;
- 2 impermeabilizzazione;
- 3 tavolato;
- 4 listelli;
- 5 pannello in fibre di legno;
- 6 fiocchi di cellulosa 40 cm;
- 7 trave a doppio T;
- 8 lastra in legno OSB;
- 9 freno al vapore;
- 10 lastra in cartongesso.

#### Roof:

- 1 gravel;
- 2 water-proofing;
- 3 planking;
- 4 batten;
- 5 wood fibre panel;
- 6 cellulose fibre flakes 40 mm;
- 7 double-T beam;
- 8 OSB wooden slab;
- 9 steam damper;
- 10 plasterboard sheet.

#### Solaio a terra:

- 1 pavimento;
- 2 massetto;
- 3 riempimento con agglomerato di ghiaia;
- 4 freno al vapore;
- 5 lastra in legno OSB;
- 6 fiocchi di cellulosa 40 cm;
- 7 trave a doppio T;
- 8 strato di tenuta al vento;
- 9 cassaforma grezza in larice.

#### Ground floor:

- 1 pavement;
- 2 screed;
- 3 filling with gravel agglomerate;
- 4 steam damper;
- 5 OSB wooden slab;
- 6 cellulose fibre flakes 40 mm;
- 7 double-T beam;
- 8 wind-proof sealing layer;
- 9 raw larch planking.

#### Solaio interpiano:

- 1 pavimento;
- 2 massetto;
- 3 pannello isolante antipestivo;
- 4 strato separatore;
- 5 riempimento con agglomerato di ghiaia;
- 6 pannello in legno massello.

#### Inter-storey floor:

- 1 pavement;
- 2 screed;
- 3 non-tread insulating panel;
- 4 separating layer;
- 5 filling with gravel agglomerate;
- 6 solid wood panel.

#### Parete tipo 1:

- 1 rivestimento in legno;
- 2 listelli;
- 3 pannello in fibre di legno;
- 4 fiocchi di cellulosa 40 cm;
- 5 trave a doppio T;
- 6 lastra in legno OSB;
- 7 lastra in cartongesso.

#### Wall type 1:

- 1 wooden cladding;
- 2 batten;
- 3 wood fibre panel;
- 4 cellulose fibre flakes 40 mm;
- 5 double-T beam;
- 6 OSB wooden slab;
- 7 plasterboard sheet.

#### Parete tipo 2:

- 1 intonaco;
- 2 pannello in fibre di legno;
- 3 fiocchi di cellulosa 40 cm;
- 4 trave a doppio T;
- 5 lastra in legno OSB;
- 6 lastra in cartongesso.

#### Wall type 2:

- 1 plaster;
- 2 wood fibre panel;
- 3 cellulose fibre flakes 40 mm;
- 4 double-T beam;
- 5 OSB wooden slab;
- 6 plasterboard sheet.

### Ristrutturazione di scuola elementare con copertura isolata termicamente con cellulosa

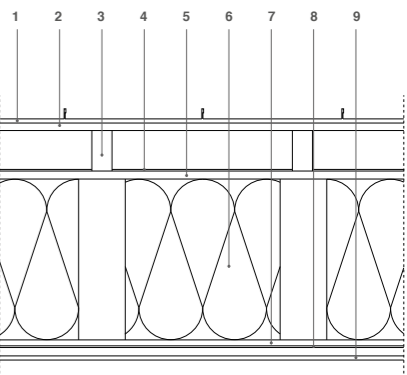
La scuola elementare di Casteldarne è stata radicalmente ristrutturata su progetto di EM2 Architekten (Kurt Egger, Gerhard Mahlknecht, Heinrich Mutschlechner), per essere adeguata alle nuove esigenze della didattica e alle norme relative al superamento delle barriere architettoniche e antincendio; inoltre si presentava la necessità di ridurre i forti costi di riscaldamento. La realizzazione di nuovi accessi ha anche reso possibile una migliore fruibilità da parte della cittadinanza di alcune strutture della scuola, quali palestra, biblioteca e gli spazi per attività culturali. L'occasione di un completo riadeguamento funzionale, ha permesso ai progettisti di ripensare la costruzione nell'insieme, ottenendo un'architettura del tutto diversa rispetto a quella originaria: uno spesso cappotto in silicati di calcio, con finestre a nastro che chiudono dall'esterno la struttura portante puntiforme dell'edificio, ha trasformato i due livelli originari in un volume squadrato e compatto; la copertura e il sottotetto preesistenti sono stati demoliti e ricostruiti per aggiungere un terzo livello molto luminoso in legno e vetro.

Un forte spessore di cellulosa in fiocchi, variabile da 48 centimetri a 60 centimetri, insufflati a pressione nello spazio ricavato tra le travi in lamellare, delimitato da pannelli in OSB, permette al nuovo coronamento di essere fortemente protettivo nei confronti delle dispersioni termiche. Un manto di lastre in rame assicura la tenuta; un sottostante strato di ventilazione impedisce l'eventuale ristagno dell'umidità nello strato isolante.

Il significativo isolamento termico si integra con la realizzazione di un impianto di aerazione forzata a recupero di calore, modularizzato per ciascuna aula, e con l'installazione di un sistema di riscaldamento a pannelli radianti nel nuovo volume del terzo livello, permettendo alla costruzione di abbattere drasticamente il proprio fabbisogno energetico, passando da 120 kWh/m<sup>2</sup>a a 25 kWh/m<sup>2</sup>a.

Riqualificazione di scuola elementare a Casteldarne con sopraelevazione in legno, EM2 Architetti. (Foto Studio EM2, Brunico)

Redevelopment of elementary school in Casteldarne with wooden lifting, EM2 architects. (Photo: EM2 Studio, Brunico)



#### Sezione verticale della copertura in legno:

- 1 lamiera in rame;
- 2 tavolato;
- 3 listelli in legno;
- 4 strato di tenuta al vento;
- 5 lastra in legno OSB;
- 6 travi in legno lamellare con interposti fiocchi di cellulosa (55 kg/m<sup>3</sup>) con uno spessore di 48-60 cm;
- 7 lastra in legno OSB;
- 8 barriera al vapore;
- 9 lastra in cartongesso.

#### Rielaborazione grafica da documentazione EM2 Architetti.

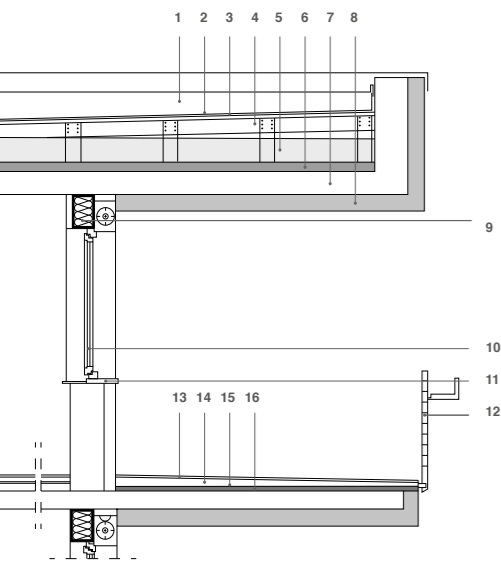
#### Vertical section of the wooden roof:

- 1 copper sheet;
- 2 planking;
- 3 wooden batten;
- 4 wind-proof sealing layer;
- 5 OSB wooden slab;
- 6 laminated wood beams with interposed flakes of cellulose (55 kg/m<sup>3</sup>) with a thickness of 48-60 cm;
- 7 OSB wooden slab;
- 8 steam barrier;
- 9 plasterboard sheet.

Graphic layout taken from EM2 Architetti documentation.







### Ristrutturazione di complesso residenziale con isolamento termico in cellulosa del sottotetto

L'intervento di recupero riguarda un complesso residenziale di edilizia sociale, realizzato da IPES a Bressanone negli anni Settanta del Novecento, che comprendeva oltre cinquanta unità abitative, con il corpo principale a ballatoio e due corpi più piccoli organizzati in duplex. Il complesso risultava inadeguato alle attuali esigenze per la presenza di spazi collettivi non utilizzati e tagli di alloggi a doppio livello sovradimensionati; inoltre non erano garantiti benessere abitativo ed efficienza energetica.

Il progetto degli architetti Christian Moser e Walter Brida ha mutato volto all'intero complesso, che ha acquisito nuova dignità architettonica: gli spazi comuni, che erano senza identità e non permettevano alcuna godibilità, sono stati arricchiti di punti di sosta con panchine e piante; alcuni elementi di completamento della facciata, come i parapetti delle logge e dei ballatoi, che erano massivi, e che quindi formavano un corpo unico con le solette determinando elevate dispersioni, sono stati ricostruiti con grigliati che favoriscono la privacy e fanno da supporto alla vegetazione. Con l'occasione, dovendosi ripristinare le parti fatiscenti, le facciate sono state caratterizzate attraverso varie colorazioni ed è stato realizzato un nuovo manto di copertura in lastre metalliche. Si sono ricavati nuovi alloggi trasformando le aree di uso comune e gli alloggi a doppio livello.

La ristrutturazione ha comportato inoltre l'allacciamento del complesso alla rete di teleriscaldamento urbana e l'installazione di collettori solari per la produzione di acqua calda sanitaria. Dal punto di vista energetico, l'intervento ha riguardato l'applicazione di strati isolanti su tutte le parti disperdenti, l'eliminazione dei ponti termici, la sostituzione degli infissi. Specificatamente, fiocchi di cellulosa sono stati scelti per isolare l'estradosso dell'ultimo solaio, iniettando con compressore 20 centimetri di materiale sfuso al di sopra dello strato di 5 centimetri di fibre di legno mineralizzate che costituivano l'isolamento preesistente scarsamente performante. Tali interventi hanno permesso di ridurre drasticamente le dispersioni energetiche, passando da 155 kWh/m<sup>2</sup>a a 69 kWh/m<sup>2</sup>a, corrispondente allo standard *CasaClima C*.

Sezione della zona ballatoio con indicazione degli interventi attuati nel corso della ristrutturazione:

- 1 nuovo manto in lamiera di zinco titanio;
- 2 strato di cartonfeltro bitumato;
- 3 tavolato;
- 4 travatura in legno con pendenza;
- 5 isolamento termico in fiocchi di fibre di cellulosa 20 cm;
- 6 preesistente strato di isolamento termico in fibre di legno mineralizzate;
- 7 solaio;
- 8 isolamento a cappotto con pannelli minerali in idrato di silicato di calcio, comprendente la fasciatura delle solette;
- 9 isolamento dei cassonetti;
- 10 nuovi serramenti in legno-alluminio, U 1,1 W/m<sup>2</sup>K;
- 11 isolamento del davanzale in vetro cellulare;
- 12 nuovi parapetti;
- 13 pavimentazione;
- 14 massetto in pendenza;
- 15 membrana bituminosa;
- 16 isolamento termico in poliuretano espanso.

Rielaborazione grafica da documentazione arch. Walter Brida, Christian Moser.

Section of the landing with an indication of the construction works carried out during the renovation:

- 1 new mantle in titanium zinc sheet;
  - 2 layer of bituminous felt;
  - 3 planking;
  - 4 wooden truss with gradient;
  - 5 thermal insulation in cellulose fibre flakes 20 cm;
  - 6 existing layer of thermal insulation in mineralised wood fibre;
  - 7 floor;
  - 8 external insulation with mineral panels in calcium silicate hydrate, including the wrapping of the insoles;
  - 9 insulation of containers;
  - 10 new wooden-aluminium windows and doors, U 1,1 W/m<sup>2</sup>K;
  - 11 sill insulation in cellular glass;
  - 12 new parapets;
  - 13 flooring;
  - 14 sloped screed;
  - 15 bituminous membrane;
  - 16 thermal insulation in polyurethane foam.
- Graphic layout taken from documentation of arch. Walter Brida, Christian Moser.

A strong thickness of cellulose flakes, ranging from 48 to 60 centimetres, inflated with pressurised air in the space between the laminated beams, bounded by OSB boards, allows the new crown to be strongly protective against heat loss. A blanket of copper plates ensures the seal; an underlying layer of ventilation prevents any humidity stagnation in the insulating layer. The significant thermal insulation integrates with a forced ventilation system with heat recovery, modularized for each classroom, and with the installation of a heating system with radiant panels in the new volume of the third level, allowing the building to break down

its energy needs drastically, going from 120 kWh/m<sup>2</sup>a to 25 kWh/m<sup>2</sup>a.

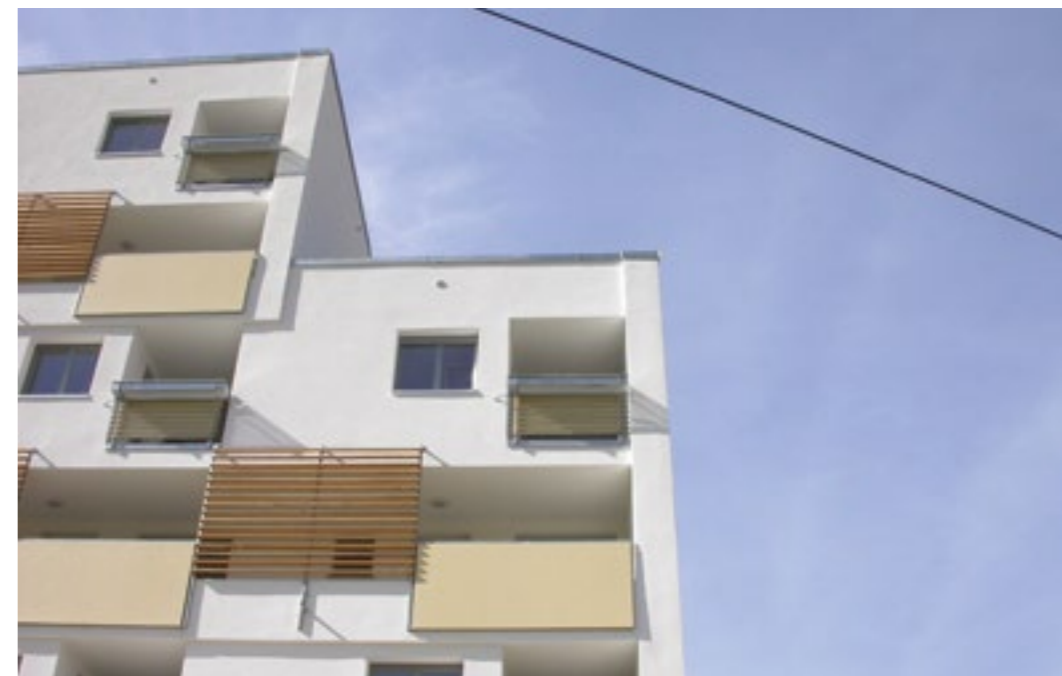
### Renovation of residential complex with thermal insulation in attic using cellulose

The renovation works on a social housing complex, designed by IPES in Bressanone in the 1970s, which included over fifty housing units, with the main structure used as a gallery and two smaller units arranged in duplex. The complex was unsuited to the current needs due to the presence of unused spaces and housing cuts with double oversized floors; also, they did not guarantee housing welfare and energy efficiency. The project

of architects Christian Moser and Walter Brida has changed the facade of the entire complex, which acquired new architectural dignity. The common areas, which did not have a clear identity and did not allow any enjoyment, have been enriched by staging points with benches and plants. Some elements completing the façade, as the parapets of balconies and loggias, which were massive, and thus formed a single body with the insoles, determining high dispersion, were rebuilt with gratings favouring privacy and provide support to the vegetation. On this occasion, having to restore the dilapidated parts, the facades have been characterised through

Riqualificazione di complesso di edilizia sociale a Bressanone, arch. Walter Brida, Christian Moser. (Foto di Walter Brida, Christian Moser)

Redevelopment of social housing complex in Bressanone, arch. Walter Brida, Christian Moser. (Photo by Walter Brida, Christian Moser)



various colours and a new roof covering was formed out of metal sheets. New housing units were obtained, transforming the common areas and accommodation into a double floor. The renovation works also connected the complex to the district heating network and included the installation of solar collectors for the production of domestic hot water. From the energy point of view, the works involved the application of insulating layers on all dispersing parts, the elimination of thermal bridges and replacement of fixtures. Specifically, cellulose flakes were chosen to insulate the upper surface of the last floor, injecting with compressor 20 centimetres

of bulk material above the layer of 5 cm of mineralised wood fibres that constitute the existing poorly performing insulation. These works have helped to dramatically reduce energy dispersion, passing from 155 kWh/m<sup>2</sup>a to 69 kWh/m<sup>2</sup>a, in compliance with standard *CasaClima C*.

### NOTES

[1] Technical information on the performance of bulk materials and panels are taken from the data-sheets of manufacturers of semi-finished products available for use in the field of bio-architecture, and applied in Austria and Germany, reported in the bibliography. More information

on the method of application is taken from the informational materials of companies specialised in application, also committed on national territory, specifically, Leo Bodner Green Building, NaturaliaBau, BauExpert and companies Weissenseer Holz-System-Bau GmbH and Isocell GmbH.

[2] In order to obtain *CasaClima Nature* certification, a building, besides having a housing efficiency index less than or equal to 50 kWh/m<sup>2</sup>a, must ensure an index of overall efficiency less than or equal to 20 kg Co<sub>2</sub><sup>eq</sup>/m<sup>2</sup>a, basing its energy supply on renewable energy. The assessment of a building's

sustainability includes quantitative verification of the environmental impact of materials used for its construction and the use of natural resources.

[3] Data derived from laboratory test results regarding the lowering of cellulose insulation, made on products of *Leo Bodner © Green Building*, in accordance with the requirements of Directive OIB-Richtlinie "Brennbare Dämmstoffe für den Wärme-und/oder Schallschutz".

[4] The performance levels established by standard *CasaClima A<sup>plus</sup>* currently are included among the requirements of the *CasaClima Nature* Protocol.