

Il comfort negli edifici dal dopoguerra



+



+



+



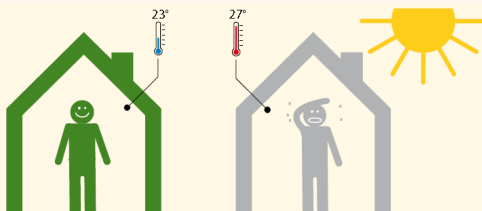
=

?

naturalia-BAU



Isolamento termico estivo: pareti verticali



DPR 59/09	$Y_{ie} = U_{dyn}$ (W/m^2K)
pareti	$< 0,12$
coperture	$< 0,20$
CONSIGLIATO	$< 0,10$

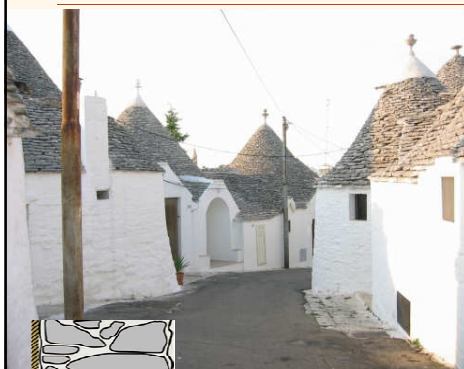
DM 26/06/2009	Sfasamento (h)
ottimo	> 12
buono	$10 < \varphi < 12$
medio	$8 < \varphi < 10$
sufficiente	$6 < \varphi < 8$
mediocre	$\varphi < 6$

Obiettivo: far entrare poco caldo e dopo tanto tempo

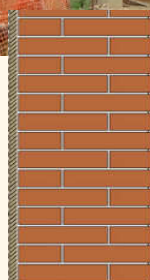
naturalia-BAU



Come abbiamo costruito per il caldo?



Parete in pietra da 50 cm:
 $U_{dyn} = 0,27 \text{ W/m}_2K$
 Sfasamento = 13 ore
 ($U = 1,9 \text{ W/m}_2K$)

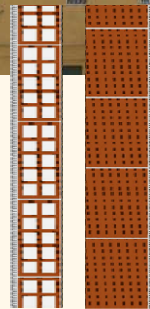


Parete in laterizio 40 cm:
 $U_{dyn} = 0,21 \text{ W/m}_2K$
 Sfasamento = 13 ore
 ($U = 1,5 \text{ W/m}_2K$)

naturalia-BAU



Come costruire per proteggersi dal caldo?



Parete con intercapedine vuota:

$U_{dyn} = 0,62 \text{ W/m}_2\text{K}$

Sfasamento = 7,5 ore

$(U = 1,2 \text{ W/m}_2\text{K})$



naturalia-BAU



Come costruire per proteggersi dal caldo?

naturalia-BAU
Costruire sano... vivere meglio

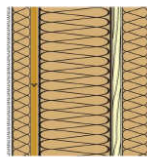
PRESTAZIONE TERMICA DEI COMPONENTI PER L'EDILIZIA
CARATTERISTICHE TERMICHE DINAMICHE - UNI EN ISO 13786

Calcolo eseguito da:

Nome: Matteo
Cognome: Pontara
Cantieri: Bologna

con: naturalia-bau.roversoftware.it
versione: 1.3.1

Struttura: PARETE



Materiale	λ (W/m·K)	ρ (kg/mc)	c (J/kg·K)	s (mm)	b (m)	ξ	R (mq·K/W)
Rsi							0,13
PERMACELL 12,5mm	0,08	1620	1000	12,5	0,11	0,11	0
THERMOHANF-PLUS	0,038	38	1550	40	0,13	0,31	1,1
OSB 3	0,13	600	1600	15	0,06	0,25	0,1
PAVAFLEX	0,038	55	2100	160	0,1	1,68	4,2
PERLINE 22mm	0,13	600	2100	22	0,05	0,41	0,2
DIFFUTHERM	0,043	190	2100	60	0,05	1,2	1,4
NATURAKALK-POR	0,08	1620	1000	7	0,11	0,06	0
NATURAKALK-SILICATI	0,6	1800	1000	1,5	0,1	0,02	0
Rse							0,04

Massa areica: 78 Kg/mq Spessore: 318 mm

RISULTATI PRINCIPALI DEL CALCOLO

TRASMITTANZA TERMICA - UNI EN ISO 6946

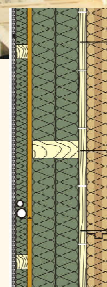
U (W/mq·K): 0,14 Rot (mq·K/W): 7,14

TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA - UNI EN ISO 13786

U_{dyn} (W/mq·K): 0,02 Sfasamento (h): 14,6

RIDUZIONE DELL'AMPIEZZA DI TEMPERATURA

R.A.T. (%): 0,8 Sfasamento (h): 18,4



Parete in legno a telaio:

$U_{dyn} = 0,02 \text{ W/m}_2\text{K}$

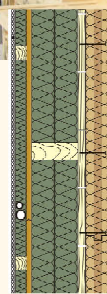
Sfasamento = 14,6 ore

$(U = 0,14 \text{ W/m}_2\text{K})$

naturalia-BAU



Come costruire per proteggersi dal caldo?



Parete in legno a telaio:

$U_{dyn} = 0,02 \text{ W/m}_2\text{K}$

Sfasamento = 14,6 ore

($U = 0,14 \text{ W/m}_2\text{K}$)

naturalia-BAU



Come costruire per proteggersi dal caldo?

naturalia-BAU
Costruire sano... vivere meglio

PRESTAZIONE TERMICA DEI COMPONENTI PER L'EDILIZIA
CARATTERISTICHE TERMICHE DINAMICHE - UNI EN ISO 13786

Calcolo eseguito da:

Nome: Matteo
Cognome: Portara
Città: Bologna

con naturalia-bau.rovencsivare.it
versione 1.3.1

Struttura: PARETE

Materiale	λ [W/m·K]	ρ [kg/m ³]	c [J/kg·K]	s [mm]	δ [m]	ξ [mq·K/W]	R [mq·K/W]
Ra							0,13
FERNACELL 12,5mm	0,08	1620	1000	12,5	0,11	0,11	0
THERMOHANS-PLUS	0,038	38	1550	40	0,13	0,31	1,1
PANNELLO IN LEGNO X-LAM	0,13	500	1600	95	0,07	1,36	0,7
PAVATHERM	0,038	140	2100	60	0,06	1,01	1,6
DIFFUTHERM	0,043	150	2100	60	0,05	1,6	1,9
NATURAKALK-POR	0,68	1620	1000	7	0,11	0,06	0
NATURAKALK-SILICATI I	0,6	1800	1000	1,5	0,1	0,02	0
Ra							0,04

Massa areale: 107 Kg/mq Spessore: 296 mm

RISULTATI PRINCIPALI DEL CALCOLO

TRASMITTANZA TERMICA - UNI EN ISO 6946
 U [W/mq·K] 0,18 R_{tot} [mq·K/W] 5,42

TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA - UNI EN ISO 13786
 U_{dyn} [W/mq·K] 0,01 Sfasamento [h] 15,5

RIDUZIONE DELL'AMPIEZZA DI TEMPERATURA
R.A.T. [%] 0,8 Sfasamento [h] 19,1

FATTORE DI DECremento
 $F = U_{dyn} / U$ 0,07

Logo: naturalia-BAU
naturalia-BAU Srl - Tel: +39 051 689 950 - info@naturalia-bau.it - www.naturalia-bau.it



Parete in XLAM:

$U_{dyn} = 0,02 \text{ W/m}_2\text{K}$

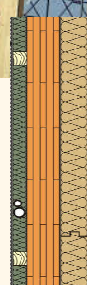
Sfasamento = 15,5 ore

($U = 0,18 \text{ W/m}_2\text{K}$)

naturalia-BAU



Come costruire per proteggersi dal caldo?



Parete in XLAM:

U_{dyn} = 0,02 W/m₂K

Sfasamento = 15,5 ore

(U = 0,18 W/m₂K)

naturalia-BAU



Come costruire per proteggersi dal caldo?

naturalia-BAU
Costruire sano... vivere meglio

PRESTAZIONE TERMICA DEI COMPONENTI PER L'EDILIZIA
CARATTERISTICHE TERMICHE DINAMICHE - UNI EN ISO 13786

Calcolo eseguito da:
Nome: Matteo
Cognome: Pontara
Cantiere: Bologna

con naturalia-bauversoftware.it
versione: 1.3.1

Struttura: ☐ TETTO VENTILATO

Materiale	A (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	C (J/kg K)	s (mm)	δ (m)	ε	R (mq K/W)
Bst							0,1
PERLINE 22mm	0,13	600	2100	22	0,05	0,44	0,2
INTESANA-EVO	0,18	267	1000	0,45	0,14	0	0
PAVATHERM	0,038	140	2100	200	0,06	1,67	2,6
PAVATHERM	0,038	140	2100	200	0,06	1,67	2,6
NATURASOLANT (8, 12, 18mm)	0,046	220	2100	19	0,05	0,38	0,4
STAPESOL-ECO (0,4 mm)	0,18	800	1000	0,4	0,08	0	0
Rise							0,1

Massa areica kg/mq Spessore mm

RISULTATI PRINCIPALI DEL CALCOLO

TRASMETTANZA TERMICA - UNI EN ISO 6946
U (W/mqK) Rtot (mqK/W)

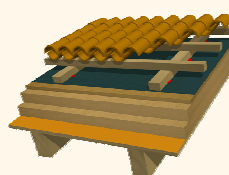
TRASMETTANZA TERMICA PERIODICA - UNI EN ISO 13786
U_{dyn} (W/mqK) Sfasamento (h)

RIDUZIONE DELL'AMPIEZZA DI TEMPERATURA
R_{A,T} (%) Sfasamento (h)

FATTORE DI DECremento
r = U_{dyn} / U

Legenda:
U_{dyn} = trasmissione termica periodica (Per ai sensi del DPR 59/99)

Naturalia-BAU Srl - Tel.: +39 0473 169 100 - info@naturalia-bau.it - www.naturalia-bau.it



Tetto con travi a vista:

U_{dyn} = 0,04 W/m₂K

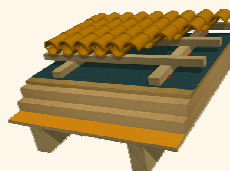
Sfasamento = 13,1 ore

(U = 0,17 W/m₂K)

naturalia-BAU



Come costruire per proteggersi dal caldo?



Tetto con travi a vista:

U_{dyn} = 0,04 W/m₂K

Sfasamento = 13,1 ore

(U = 0,18 W/m₂K)

naturalia-BAU



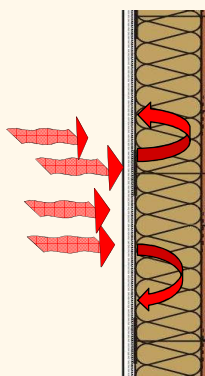
Come costruire per proteggersi dal caldo?

NORMA
EUROPEA

Prestazione termica dei componenti per edilizia
Caratteristiche termiche dinamiche
Metodi di calcolo

UNI EN ISO
13786

MAGGIO 2008



$$\delta = \sqrt{\frac{\lambda T}{\pi \rho c}}$$

$$\xi = \frac{d}{\delta}$$

δ = profondità di penetrazione periodica

ξ = indice di spessore dello strato alla profondità di penetrazione

λ = conduttività termica dei materiali

ρ = massa

c = calore specifico o capacità termica massica

d = spessore del materiale

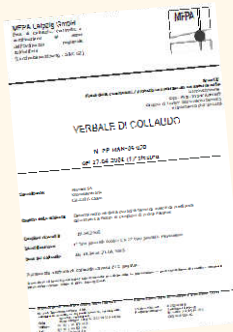
naturalia-BAU



UNI 13786 : c = capacità termica massica

Da dove arriva il valore c?

$$\delta = \sqrt{\frac{\lambda T}{\pi \rho c}}$$



Risultati di prova Pavatherm						
Elemento di prova n.	Contenuto di umidità	Massa a secco dell'elemento di prova	Temperatura dell'elemento di prova	Quantità d'acqua presente nel calorimetro	Innalzamento di temperatura	Capacità termica specifica del campione
	[M%]	[g]	[°C]	[g]	[K]	[kJ/kg·K]
1	7,20	11,365	88,781	430,375	0,856	2,27
2	7,38	11,301	88,986	400,400	0,901	2,26
3	7,35	10,973	89,288	403,337	0,994	2,59
4	7,28	10,968	89,223	395,489	0,903	2,30
5	7,39	11,382	88,812	401,512	1,012	2,30
Valore medio						2,4

Il valore c, deve essere testato!

Pavatherm valore medio 2,4 kJ/kgK = 2400 J/kgK >> 2100 J/kgK

naturalia-BAU



UNI 13786 dati richiesti dei materiali:

NORMA
EUROPEA

Prestazione termica dei componenti per edilizia
Caratteristiche termiche dinamiche
Metodi di calcolo

UNI EN ISO
13786

MAGGIO 2008

POS	MATERIALE	s [m]	λ [W/m·K]	ρ [kg/m ³]	c [J/kg·K]	δ [m]	ξ
1	POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO	0,100	0,035	35	1250	0,148	0,674
2	FIBRA DI LEGNO - PAVATHERM	0,100	0,038	140	2100	0,060	1,677
3	MATTONI FORATO	0,100	0,4	750	840	0,132	0,757
4	CALCESTRUZZO - UNI 13786	0,100	1,8	2400	1000	0,144	0,696

$$\delta = \sqrt{\frac{\lambda T}{\pi \rho c}}$$

δ = lambda "estivo"

$$\xi = \frac{d}{\delta}$$

ξ = resistenza "estiva"

naturalia-BAU

Finitura interna: con pannelli in argilla



Fissaggio dei PANNELLI

- con viti autofilettanti
- con viti e rondella (per soffitti)
- a graffe



naturalia-BAU

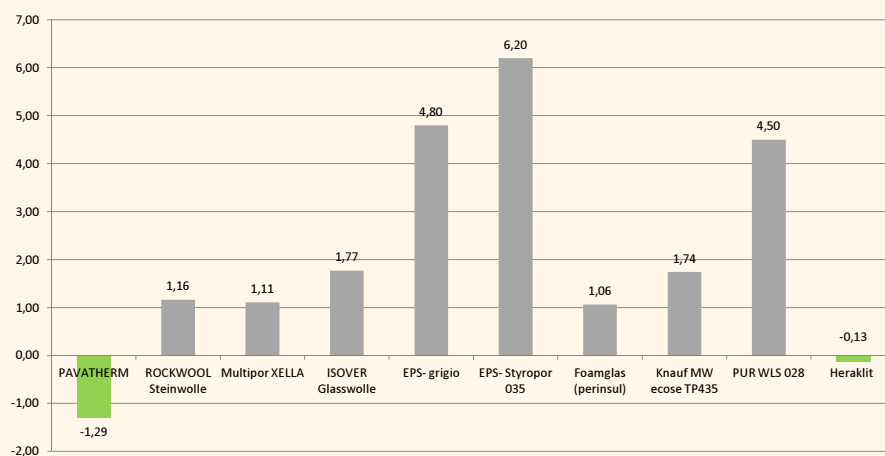
Grazie al sistema produttivo di Pavatex il bilancio di CO₂ a fine produzione è negativo

	PAVATHERM	DIFFUTHERM	ISOROOF NATUR / ISOLAIR	PAVATHERM PLUS [†]
	Kg CO ₂ /m ³	Kg CO ₂ /m ³	Kg CO ₂ /m ³	Kg CO ₂ /m ³
<i>Produzione (imballaggio escluso)</i>				
Assimilazione di carbonio	-283.7	-364.7	-481.4	-347.6
Emissioni biogeniche	51.4	66.1	94.0	64.2
Emissioni fossili	51.1	65.8	92.7	63.8
Accumulo di carbonio	-232.3	-298.7	-387.4	-283.4
Saldo produzione	-181.2	-232.9	-299.5	-220.5

Usando i prodotti Pavatex non solo non emetto, ma DEPOSITO CO₂

Pavatherm
-181 kgCO₂eq/m³
=
-1,29 kgCO₂eq/kg

SALDO A FINE PRODUZIONE GWP 100 (kgCO₂eq/kg)



Pavatex: la scelta giusta per costruire a zero emissioni!

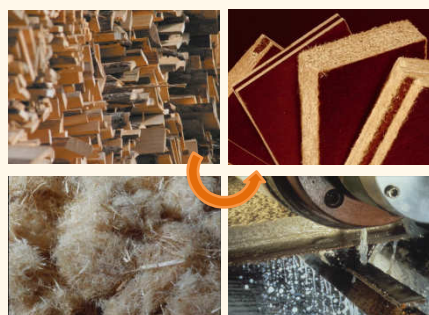
naturalia-BAU



Ecologia dei materiali



Pannelli isolanti svizzeri in fibra di legno, secondo UNI EN 13171, da legno di conifera vergine, senza collanti poliuretanici, riciclabili o compostabili!



naturalia-BAU

Dichiarazione ambientale di prodotto EPD



La Dichiarazione ambientale di prodotto ai sensi di ISO 14025 descrive le prestazioni ambientali dei prodotti:

Pavatherm – Diffutherm
Isolair – Pavatherm Plus+
Pavaflex

Il bilancio ecologico comprende:

1. Approvvigionamento materie prime
2. Produzione di energia
3. Fase di fabbricazione
4. Imballaggio
5. Fine ciclo in centrale a biomassa


Le dichiarazioni sono a m₃ di isolante Pavatex


naturalia-BAU







NEWS : Certificazione ambientale








		PAVATHERM			PAVATHERM PLUS ⁺		
per m ²		produzione	smaltimento	totale	produzione	smaltimento	totale
Energia primaria, non rinnovabile	MJ	1341	-3214	-1872	1647	-3933	-2286
Energia primaria, rinnovabile	MJ	3601	-90	3512	4553	-110	4443
Riscaldamento Globale (GWP)	kg CO ₂ eq	-181	71	-110	-220	88	-132
Distruzione dell'ozonosfera (ODP)	kg CFC-11 eq	5.96E-06	-2.04E-05	-1.45E-05	6.93E-06	-2.52E-05	-1.83E-05
Acidificazione (AP)	kg SO ₂ eq	0.192	-0.147	0.044	0.274	-0.182	0.092
Eutrofizzazione (NP)	kg PO ₄ ³⁻ eq	0.072	-0.013	0.059	0.094	-0.015	0.079
Formazione di ossidanti fotochimici (POCP)	kg C ₂ H ₄	1.29E-02	-1.25E-02	3.16E-04	1.73E-02	-1.55E-02	1.85E-03
		ISOROOF NATUR/ISOLAIR			DIFFUTHERM		
per m ²		produzione	smaltimento	totale	produzione	smaltimento	totale
Energia primaria, non rinnovabile	MJ	2764	-5592	-2828	1718	-4132	-2414
Energia primaria, rinnovabile	MJ	6184	-156	6028	4644	-115	4529
Riscaldamento Globale (GWP)	kg CO ₂ eq	-285	125	-160	-233	91	-142
Distruzione dell'ozonosfera (ODP)	kg CFC-11 eq	1.15E-05	-3.55E-05	-2.41E-05	7.63E-06	-2.63E-05	-1.86E-05
Acidificazione (AP)	kg SO ₂ eq	0.503	-0.257	0.246	0.247	-0.189	0.058
Eutrofizzazione (NP)	kg PO ₄ ³⁻ eq	0.131	-0.020	0.111	0.093	-0.016	0.077
Formazione di ossidanti fotochimici (POCP)	kg C ₂ H ₄	2.78E-02	-2.18E-02	5.91E-03	1.66E-02	-1.61E-02	4.41E-03

Dichiarazione ambientale di prodotto
a norma ISO 14025

PRODOTTO: Pavatherm 



					
Isolamento invernale	Isolamento estivo	Isolamento acustico	Gestione Umidità	Ecologia	Riciclabilità
$\lambda_D = 0,038$ W/mK	$C > 2100$ J/kgK	oltre Rw > 48	$\mu = 5$ Fm = 0,01	-180 kg/m ³ CO ₂ eq	Compostabile

naturalia-BAU

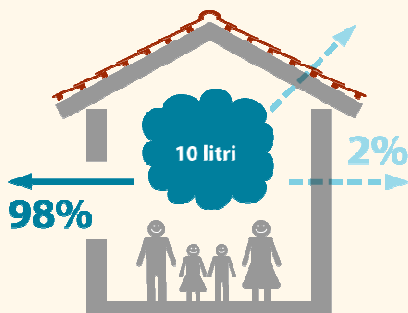
 **PROTEZIONE= DURATA NEL TEMPO DELL'ISOLAMENTO**



naturalia-BAU

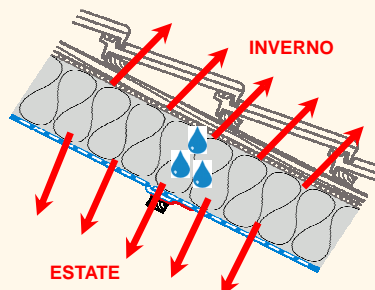


Smaltimento umidità e asciugamento strutture



Umidità interna

Lo smaltimento dell'umidità prodotta all'interno avviene principalmente tramite ventilazione.



Umidità nelle strutture

I sistemi costruttivi si devono asciugare velocemente, sia in inverno che in estate (umidità di cantiere o infiltrazioni))

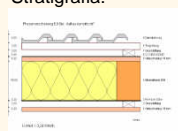
naturalia-BAU



UMIDITA' NELLE STRUTTURE?



Asilo in Germania:
Anno di costruzione 1996
Tetto mq 650:
Stratigrafia:



Barriera al vapore (nylon)
Isolante non igroscopico
Tavolato
Guaina bituminosa



naturalia-BAU

Protezione dall'acqua: cura del dettaglio



naturalia-BAU



Una guaina multistrato dopo alcuni anni di vita



Impermeabile all'acqua e al vento???

Non sembra !!

Colore	azzurro
Peso	170 g/m ²
Resistenza alla temperatura	-40° C fino +100° C
μ	145
Spessore	0,55 mm
Valore α	0,02 m
Comportamento al fuoco	E
Periodo di esposizione agli agenti atmosferici	3 mesi
Impermeabilità	W1
Colonna d'acqua	> 2.500 mm
Resistenza a trazione (long./ trasv.)	485 N/5 cm / 350 N/5 cm
Allungamento (long./ trasv.)	15 % / 15 %
Resistenza allo strappo (long./ trasv.)	> 350 N / > 350 N
Adesione C/E	DIN EN 13859-1

naturalia-BAU



= durata nel tempo

Nel 1991 è stato posato dello Stamisol® in un cantiere nel canton Ticino (Svizzera). Causa fallimento dei committenti, le costruzioni sono rimaste senza copertura fino in estate 1998. Per più di 7 anni lo Stamisol® è rimasto esposto alle intemperie!!!



EN 13859-1	CE
Rivestimento acrilico su velo PET	
blu	
2,5 x 25 m (rotolo)	
~ 320 g/m²	
~ 0,4 mm	
350 N / 5 cm	
~ 28 %	
60 N	
> 500 mm	
~ 0,09 m	
~ 265 g/m²d	
-40° C a +80° C	
resistenza illimitata agli agenti atmosferici e resistenza ai raggi UV	
ISO 9001	
ISO 14001	

naturalia-BAU

Tenuta all'aria: cura del dettaglio?

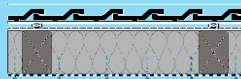


naturalia-BAU



QUANTITA' DI UMIDITA' NEL PACCHETTO

Diffusione



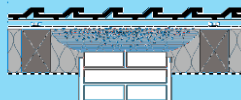
25 g/mq·day

Asciugatura
delle strutture
(potenziale)



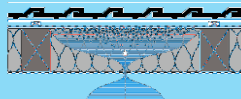
50 g/mq·day

Diffusione per
fiancheggiamento



30 g/mq·day

Convezione
da fuga di
1 mm



800 g/mq·day

TENUTA ALL'ARIA = RIDURRE IL RISCHIO DI CONVEZIONE

naturalia-BAU



UMIDITA' DA CONVEZIONE



Asilo in Germania:
Anno di costruzione 1996
Rifacimento tetto 2005
Tetto mq 650

Dopo 9 anni costo del
rifacimento:



Sigillatura attorno agli
elementi passanti



Sigillatura
attorno alle
aperture

naturalia-BAU



UMIDITA' DEI MATERIALI



Umidità di cantiere:

Accumulo di umidità dovuto alla posa di intonaci e massetti:

quanti litri d'acqua?

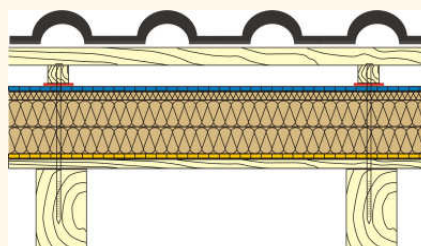
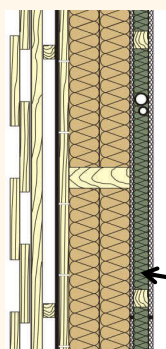
⇒ Il manto interno deve essere ben chiuso prima.

naturalia-BAU



TENUTA ALL'ARIA: STRUTTURE LEGGERE

Tenuta all'aria



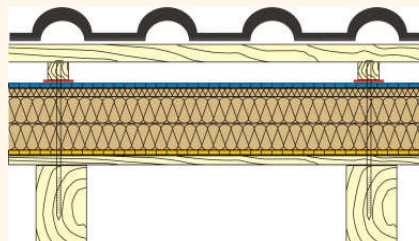
1: Individuare elemento di tenuta all'aria
(manto Intello/DB+/Intesana o pannello OSB)

Consigliato vano tecnico per inserimento di impianti

naturalia-BAU



TENUTA ALL'ARIA: TETTO ISOLAMENTO SOPRA TAVOLATO



Esecuzione:

- stesura INTESANA EVO (o altro)
- nastratura sul sormonto
- sigillatura degli elementi passanti

naturalia-BAU



TENUTA ALL'ARIA: giunti tra pannelli (OSB o XLAM)



Telaio:

- inserimento isolante
- fissaggio OSB
- nastratura dei giunti

Xlam:

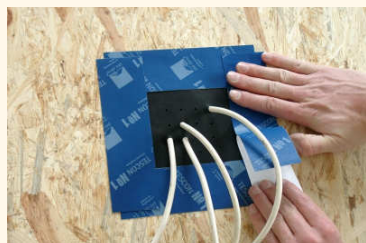
- nastratura giunti dei pannelli
- interno e/o esterno



naturalia-BAU



TENUTA ALL'ARIA: IMPIANTI (Roflex-Kaflex-InstaaBox)



naturalia-BAU



geom. Leone - Montiglio M. - Asti



TENUTA ALL'ARIA: STRUTTURE LEGGERE



- 1: **Individuare elemento di tenuta all'aria**
(manto o pannello)
- 2: **progettare il collegamento**
 - a: attacco tetto-parete
 - b: attacco su solaio
 - c: attacco aperture
- 3: **cura degli elementi passanti**
 - a: elementi architettonici
 - b: impianti

naturalia-BAU



TENUTA ALL'ARIA: STRUTTURE LEGGERE



- 1: **Individuare elemento di tenuta all'aria**
(manto o pannello)
- 2: **progettare il collegamento**
 - a: attacco tetto-parete
 - b: attacco su solaio
 - c: attacco aperture
- 3: **cura degli elementi passanti**
 - a: elementi architettonici
 - b: impianti
- 4: **controllo dell'esecuzione**
WINCON o Blower Door Test

naturalia-BAU

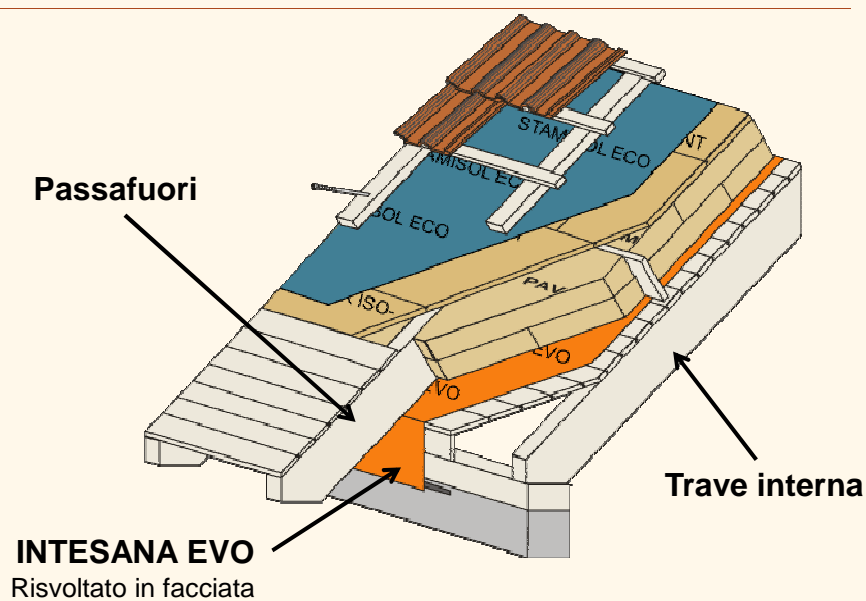


TENUTA ALL'ARIA = ANCHE PER STRUTTURE MASSICCE!



naturalia-BAU

Il collegamento di gronda: la soluzione semplice



naturalia-BAU