

Corso
SO.PRA.N.E.

MATERIALI ISOLANTI NATURALI

*Caratteristiche e principi
per la corretta applicazione*

dinamic ARCHITETTURA

MAURO MANCINI ARCHITETTO



PROGETTAZIONE INTEGRATA

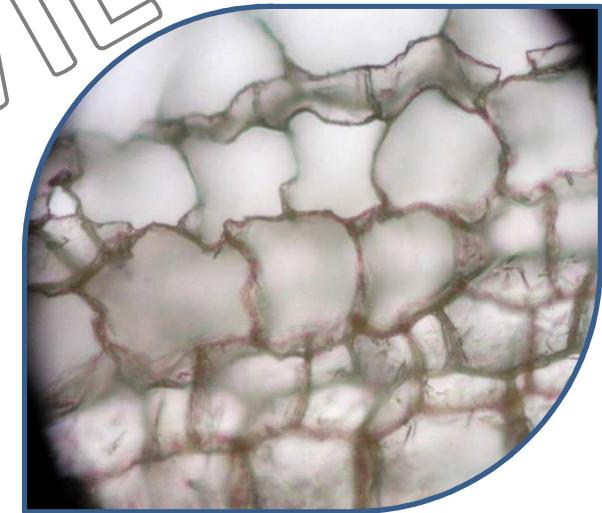
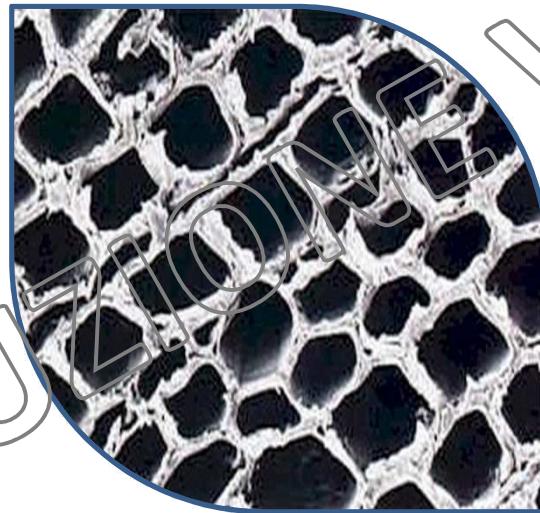
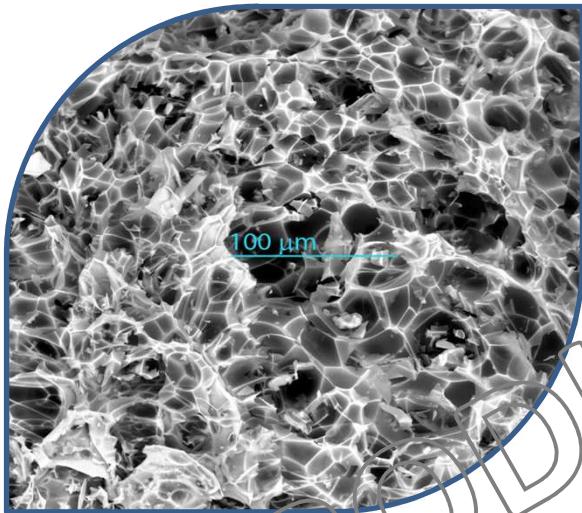


RIPRODUZIONE VIETATA

mauro mancini arch

CONSENSO INTERDISCIPLINARE

**L'ISOLAMENTO TERMICO È UNA DELLE PRINCIPALI
"FONTI DI ENERGIA"**



RIPRODUZIONE VIETATA

CREA UN CLIMA SALUBRE NEGLI AMBIENTI ED OFFRE VANTAGGI

mauro mancini arch

DAL PUNTO DI VISTA ECONOMICO

STRUTTURA

FIBROSA

CELLULARE

POROSA

NANO
CELLULE

ORIGINE

VEGETALE

ANIMALE

MINERALE

FOSSILE

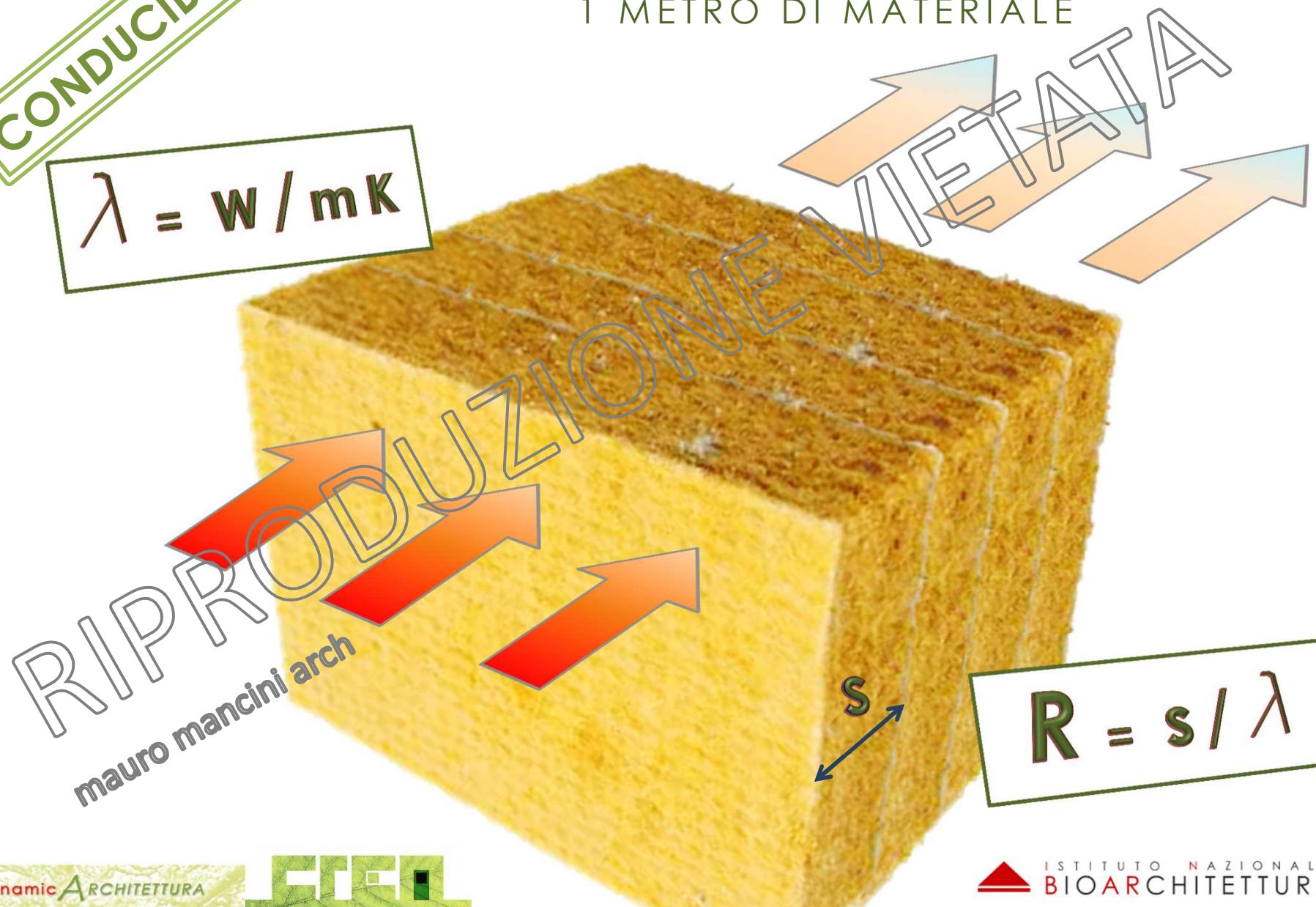
RICICLATO

RIPRODUZIONE VIETATA
CLASSIFICAZIONE
mauro mancini arch

CONDUCIBILITÀ'

$$\lambda = \text{W} / \text{m K}$$

LA MISURA DEL CALORE CHE ATTRAVERSA
1 METRO DI MATERIALE



TRASMITTANZA

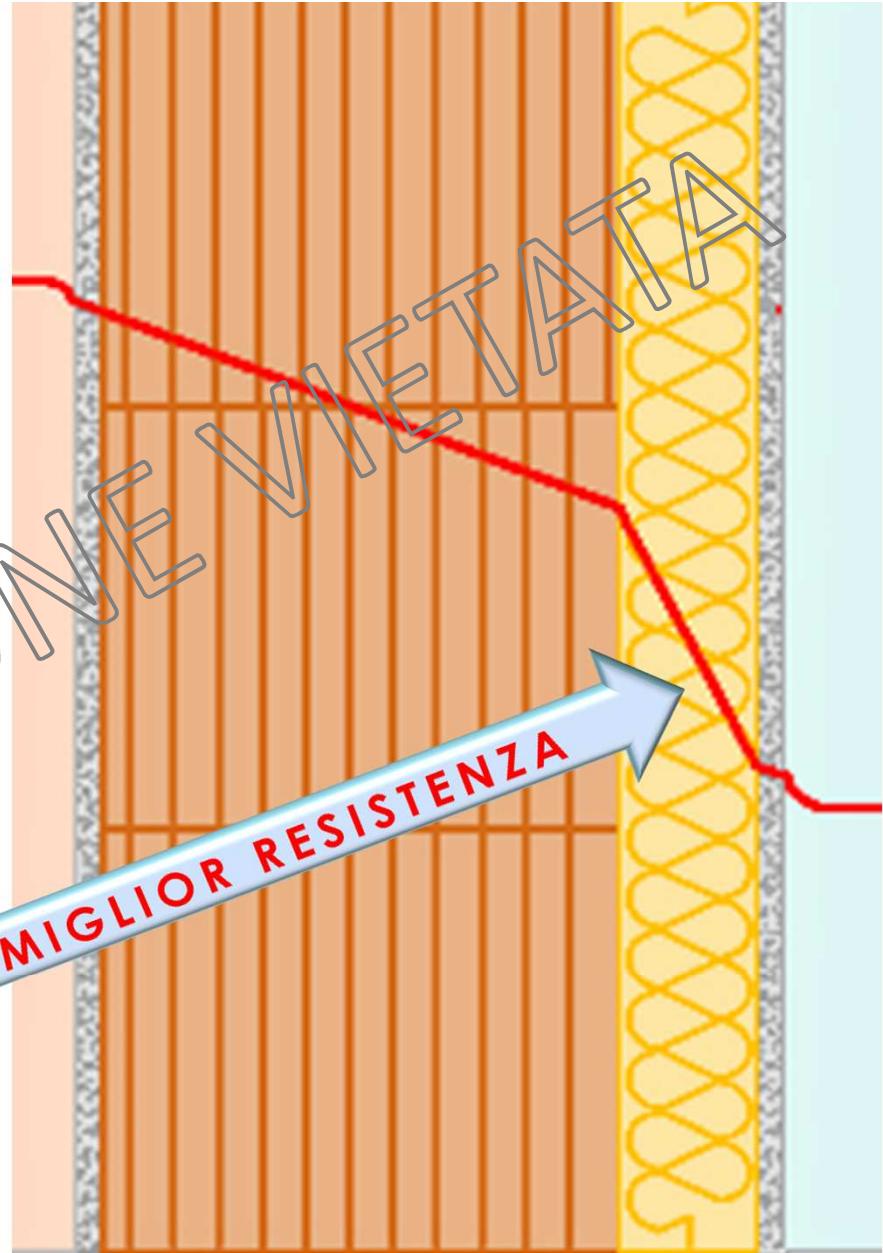
$$R = m^2 K / W$$

$$U = 1 / \sum R$$

U/R PRODUZIONE VIETATA

mauro mancini arch

LA MIGLIOR RESISTENZA



CALORE
SPECIFICO

$$C = J / \text{kg} \cdot \text{K}$$

CALORE NECESSARIO PER AUMENTARE
DI UN GRADO KELVIN LA TEMPERATURA
DI UNA UNITÀ DI MASSA



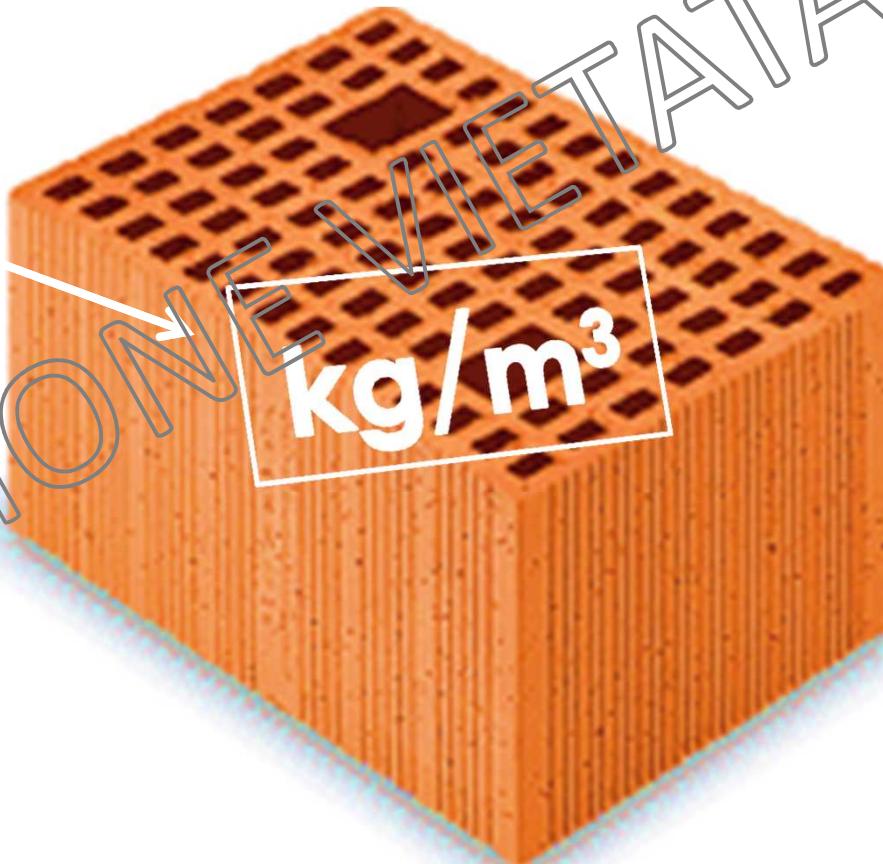
CAPACITÀ TERMICA

$$C_p = C \times \rho$$

$$\text{J} / \text{m}^3 \cdot \text{K}$$

mauro mahnini arch
CALORE NECESSARIO PER
AUMENTARE DI UN GRADO
KELVIN UN'UNITÀ DI VOLUME

PRODOTTO DEL CALORE SPECIFICO
PER LA DENSITA' DEL MATERIALE



DIFFUSIVITÀ TERMICA

$$\alpha = \lambda / \rho \times c$$

m^2 / s

INDICA LA VELOCITA' DI DISPERSIONE DEL CALORE DALLA MASSA DEL MATERIALE

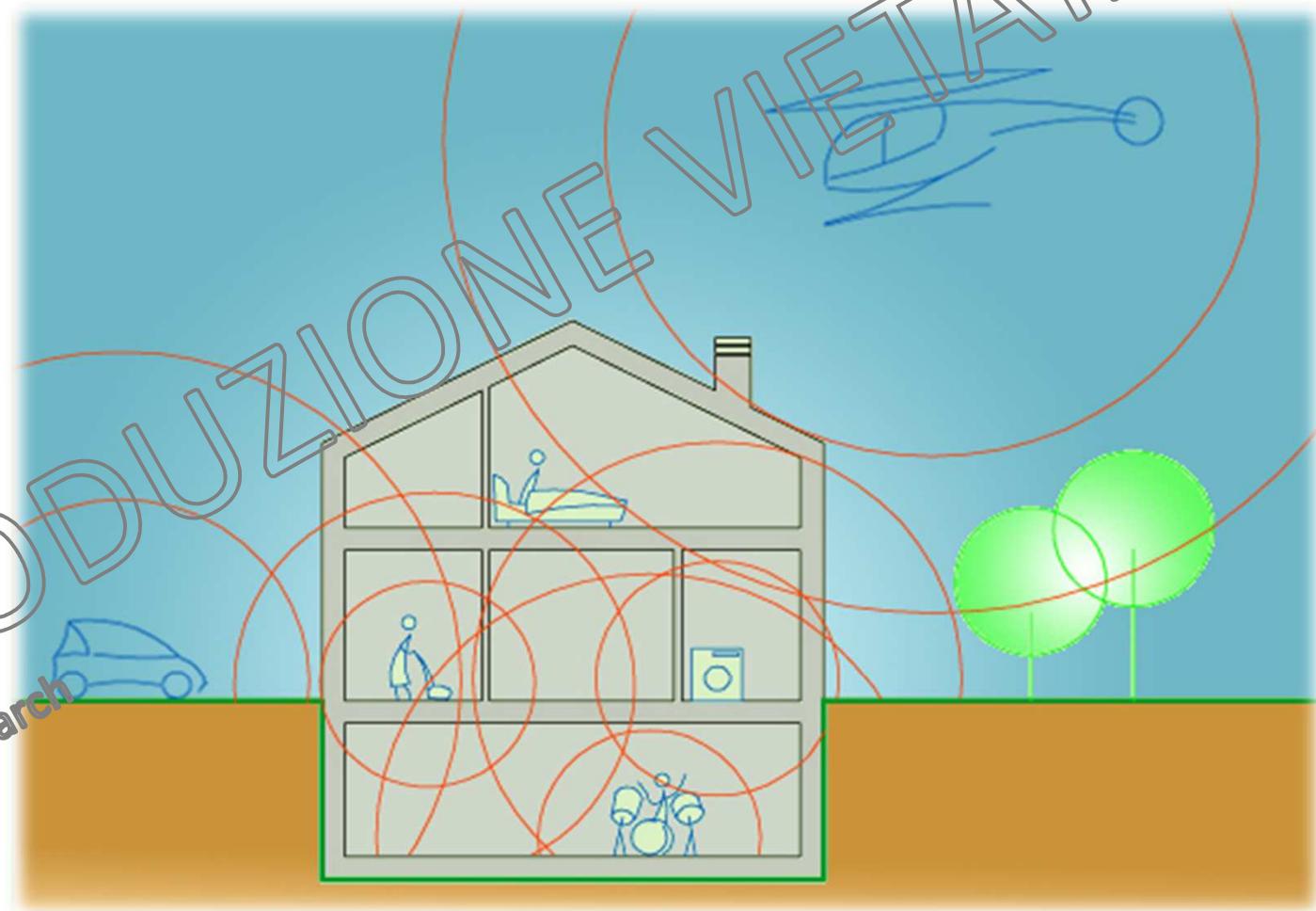
mauro.mancinarch
PIÙ ALTA È LA DIFFUSIVITÀ TERMICA DEL MATERIALE,
PIÙ SENSIBILE È LA TEMPERATURA INTERNA ALLE VARIAZIONI IN SUPERFICIE

MATERIALI ISOLANTI E ACUSTICA

RUMORE AEREO
→ ISOLARE

RUMORE DA IMPATTI
E VIBRAZIONI
→ SMORZARE

RIPRODUZIONE VIETATA
mauro mancini arch



DPCM 5 DICEMBRE 1997

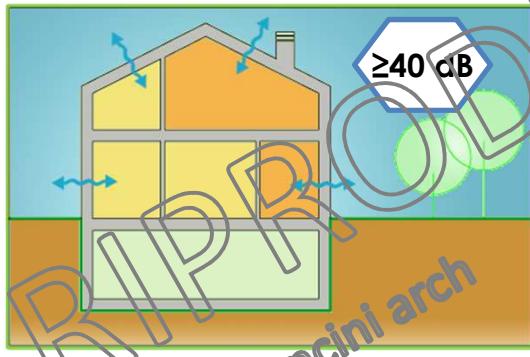
IN ATESA DI UNA CONCRETA APPLICAZIONE DELLE NORMA UNI 11367...

TABELLA A - CLASSIFICAZIONI DEGLI AMBIENTI ABITATIVI (art. 2)

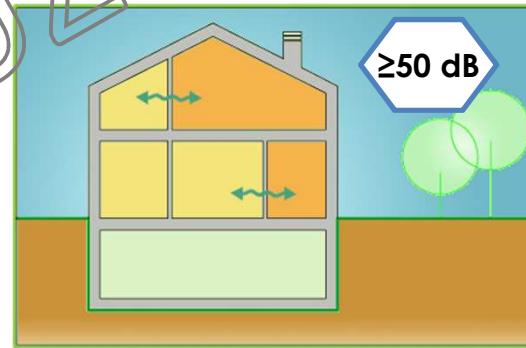
- categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili;
- categoria B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili;
- categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
- categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
- categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
- categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
- categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

TABELLA B: REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	Rw (*)	D2m,nT,w	L _{n,w}	L _{ASmax}	L _{Aeq}
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35



D_{2m,nT,w}
INDICE DI ISOLAMENTO
ACUSTICO DI INVOLUCRO

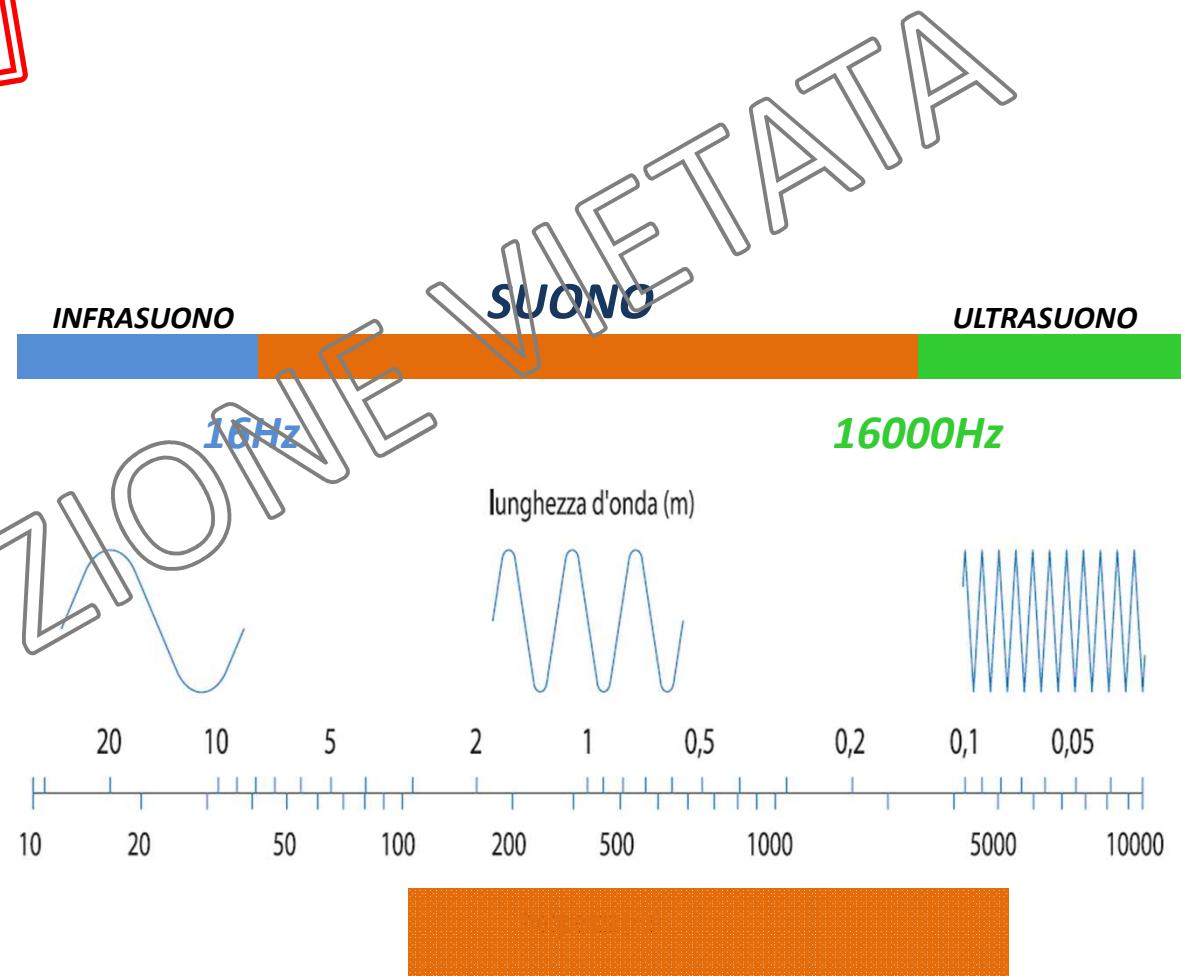
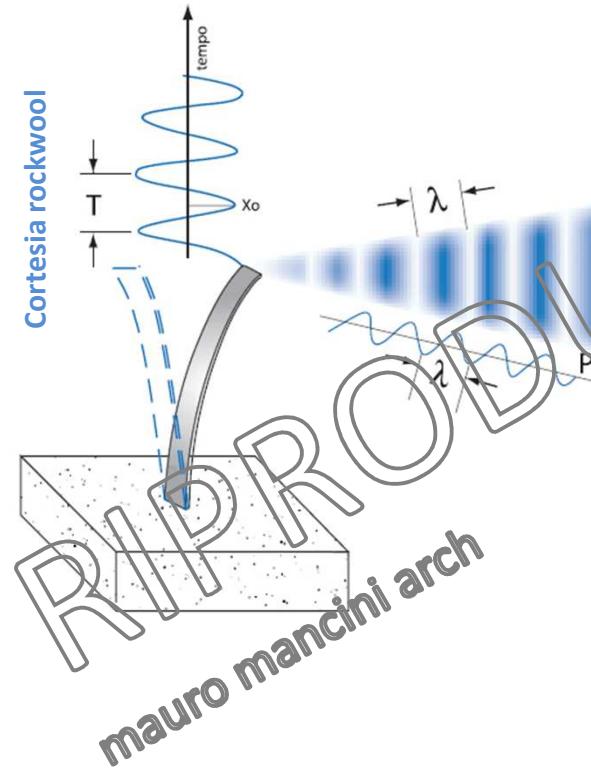


R_w
POTERE FONOISOLANTE
APPARENTE



L_{n,w}
INDICE DI LIVELLO DI
RUMORE DA CALPESTIO

MATERIALI ISOLANTI E ACUSTICA



ACUSTICA IN EDILIZIA

COMPORTAMENTO ACUSTICO STRUTTURE OMOGENEE

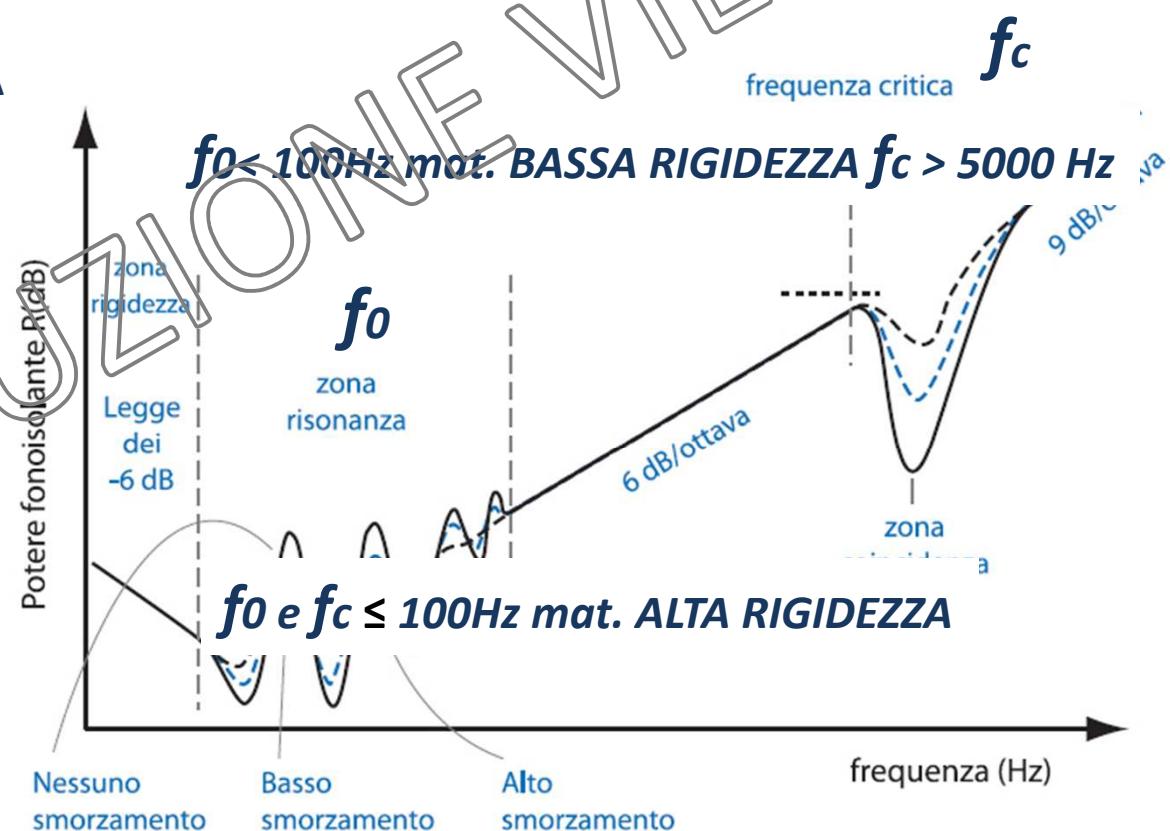
Coincidenza

ONDA DI RIFRAZIONE HA VELOCITÀ
UGUALE ALL'ONDA INCIDENTE

Risonanza

ONDA INCIDENTE HA FREQUENZA
UGUALE ALLA FREQUENZA
NATURALE DEL MATERIALE

Curva teorica del comportamento di strutture omogenee

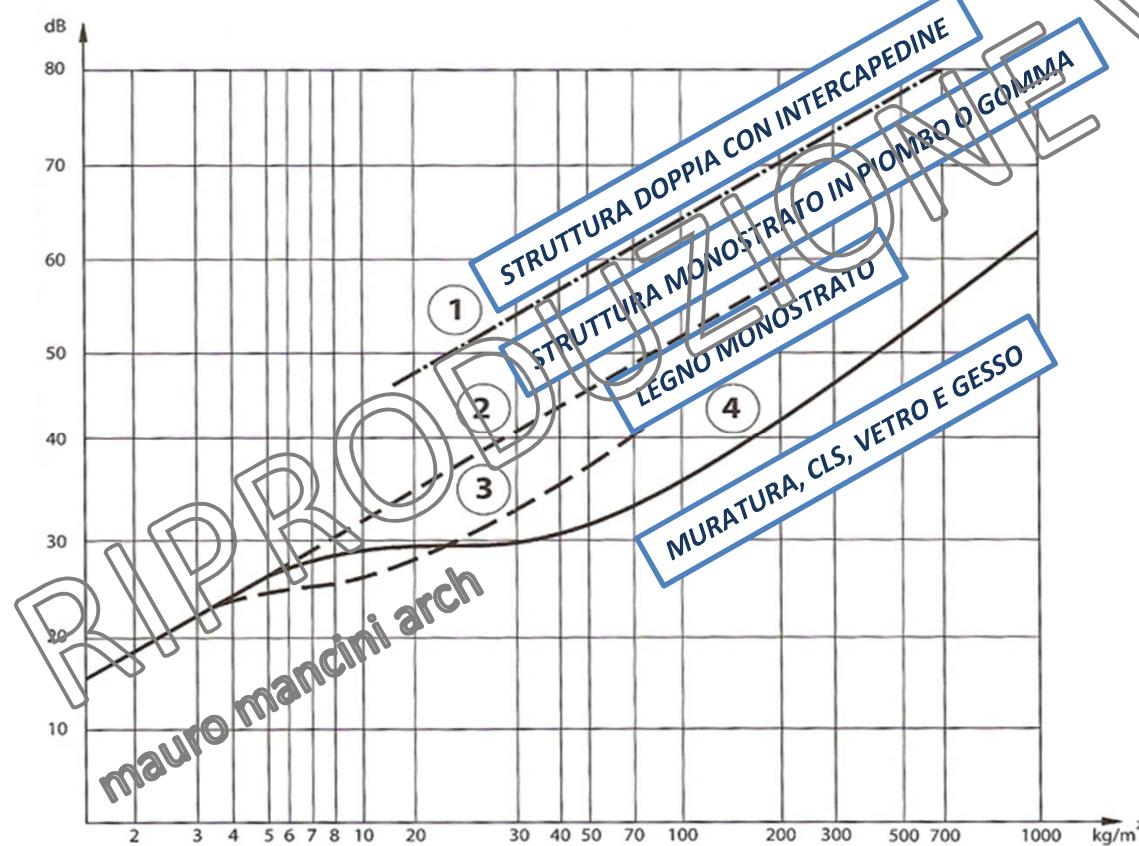


Cortesia rockwool

$R'w$ DIPENDE

- MASSA SUPERFICIALE
- RESISTENZA A FLESSIONE
- FREQUENZA DEL SUONO
- PROPAGAZIONE DEL SUONO LUNGO
- GLI ELEMENTI COSTRUTTIVI**
- ERMETICITÀ DELL'ELEMENTO COSTRUTTIVO

COMPORTAMENTO ACUSTICO STRUTTURE OMOGENEE



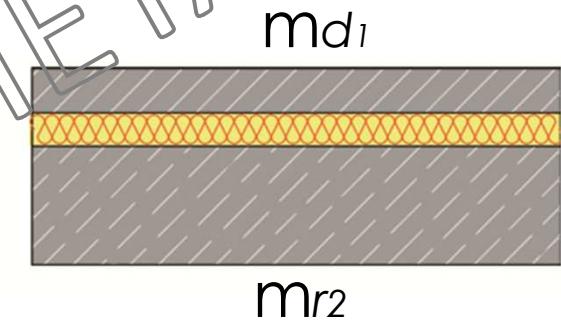
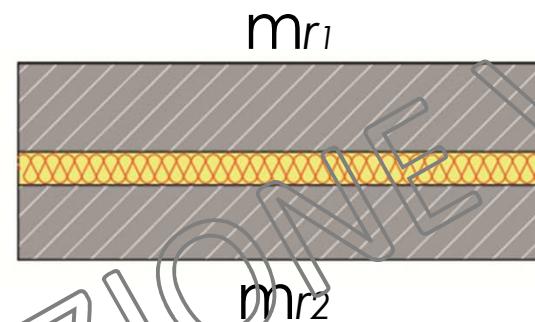
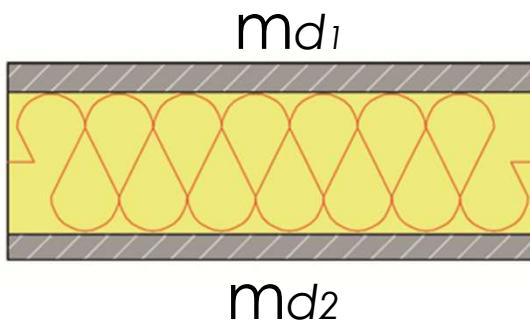
VIETATA	LEGGE MASSA
	$R'w \approx 25 \text{ lg m}'/\text{m}^2 - 12 \text{ dB}$
	$m' 100 \text{ kg/m}^2$
	$R'w = 38 \text{ dB}$
	$m' 200 \text{ kg/m}^2$
	$R'w = 45,5 \text{ dB}$
	$m' 400 \text{ kg/m}^2$
	$R'w = 53 \text{ dB}$
	$m' 800 \text{ kg/m}^2$
	$R'w = 60,5 \text{ dB}$
	$m' 1600 \text{ kg/m}^2$
	$R'w = 68 \text{ dB}$

COMPORTAMENTO ACUSTICO STRUTTURE DOPPIE

Materiale RISILLENZA

CAPACITÀ DI «SALTARE IN DIETRO, RIMBALZARE»,
ovvero

CAPACITÀ DI RESISTERE AD URTI IMPROVVISI SENZA SPEZZARSI

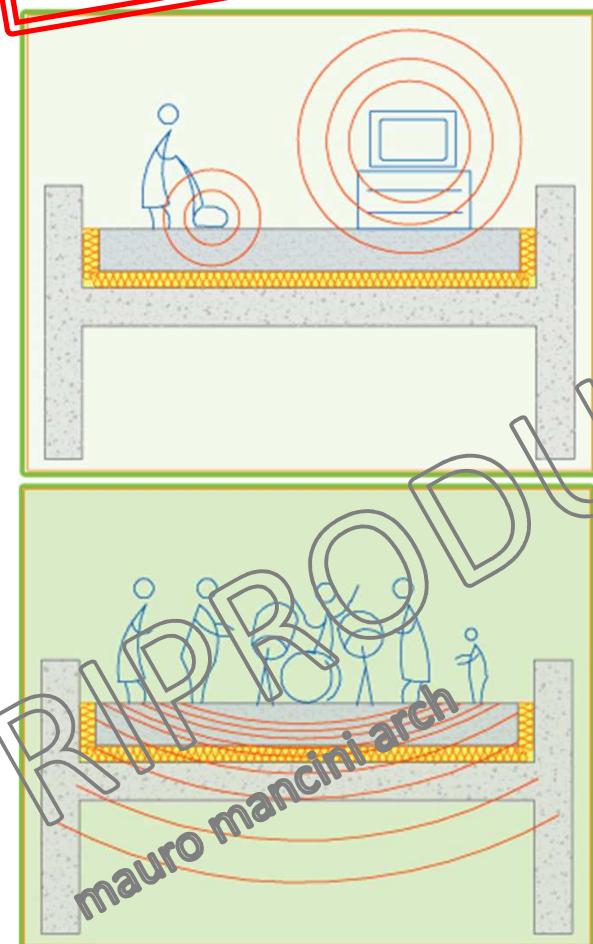


BUONE PRESTAZIONI per $R'w > 55 \text{ dB}$

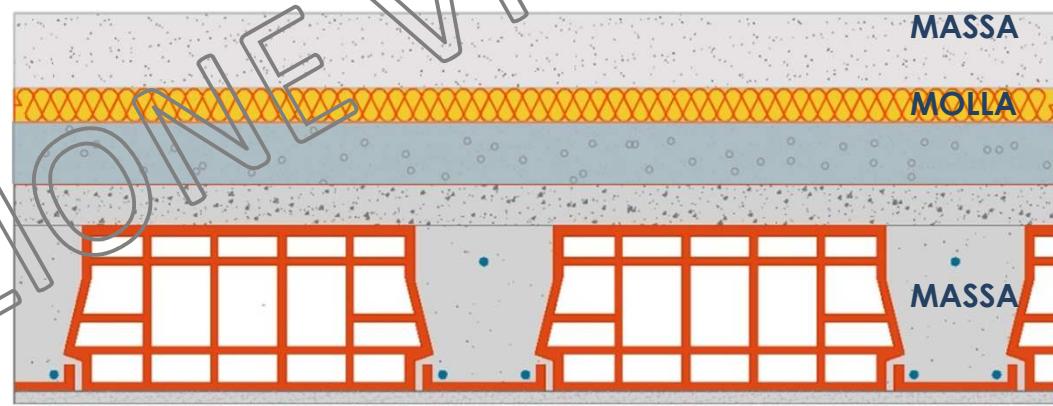


**GRANDE MASSA
MAGGIOR DISTANZA POSSIBILE FRA MASSE
BASSA RIGIDITÀ DEL MATERIALE ISOLANTE**

COMPORTAMENTO ACUSTICO STRUUTURE DOPPIE



NORMA UNI 12354-2



SOLAIO LATEROCEMENTO 18+4 cm
INTONACO 1,5 cm

250 kg/mq
35 kg/mq

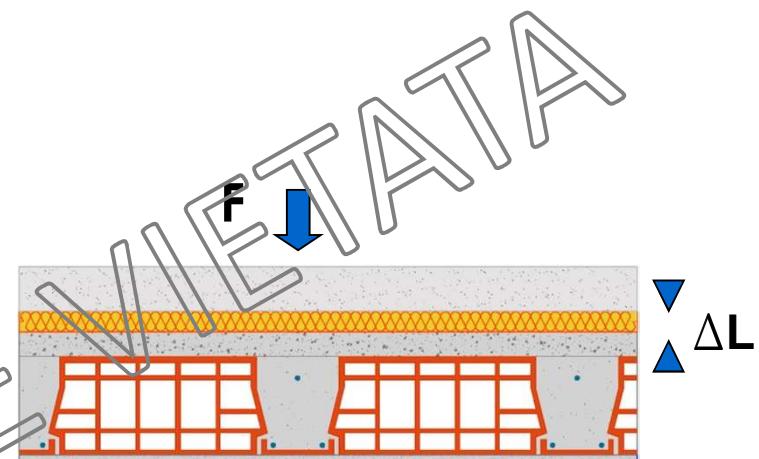
CLS ALLEGGERITO 8 cm 600kg/mc
ANTICALPESTIO 2cm
SOTTOFONDO 5 cm 1700kg/mc

48 kg/mq
40 MN/mc
85 kg/mq

COMPORTAMENTO ACUSTICO STRUTTURE DOPPIE

$$S' = \frac{F/A}{\Delta L}$$

RAPPORTO TRA LA FORZA DINAMICA
E LO SPOSTAMENTO DINAMICO



UN CARICO APPOGGIATO SUL MATERIALE PER LUNGO TEMPO, PUÒ CAMBIARNE LE PROPRIETÀ FISICHE .
MODIFICANDOSI LA RIGIDITÀ DINAMICA, CAMBIA ANCHE LA CAPACITÀ DI ISOLARE I RUMORI DA CALPESTIO.

LA COMPRIMIBILITÀ CP: esprime il valore di sovraccarico
al quale può essere sottoposto il materiale isolante
senza che vengano alterate le sue proprietà di rigidità dinamica.

NORMA EN 13171

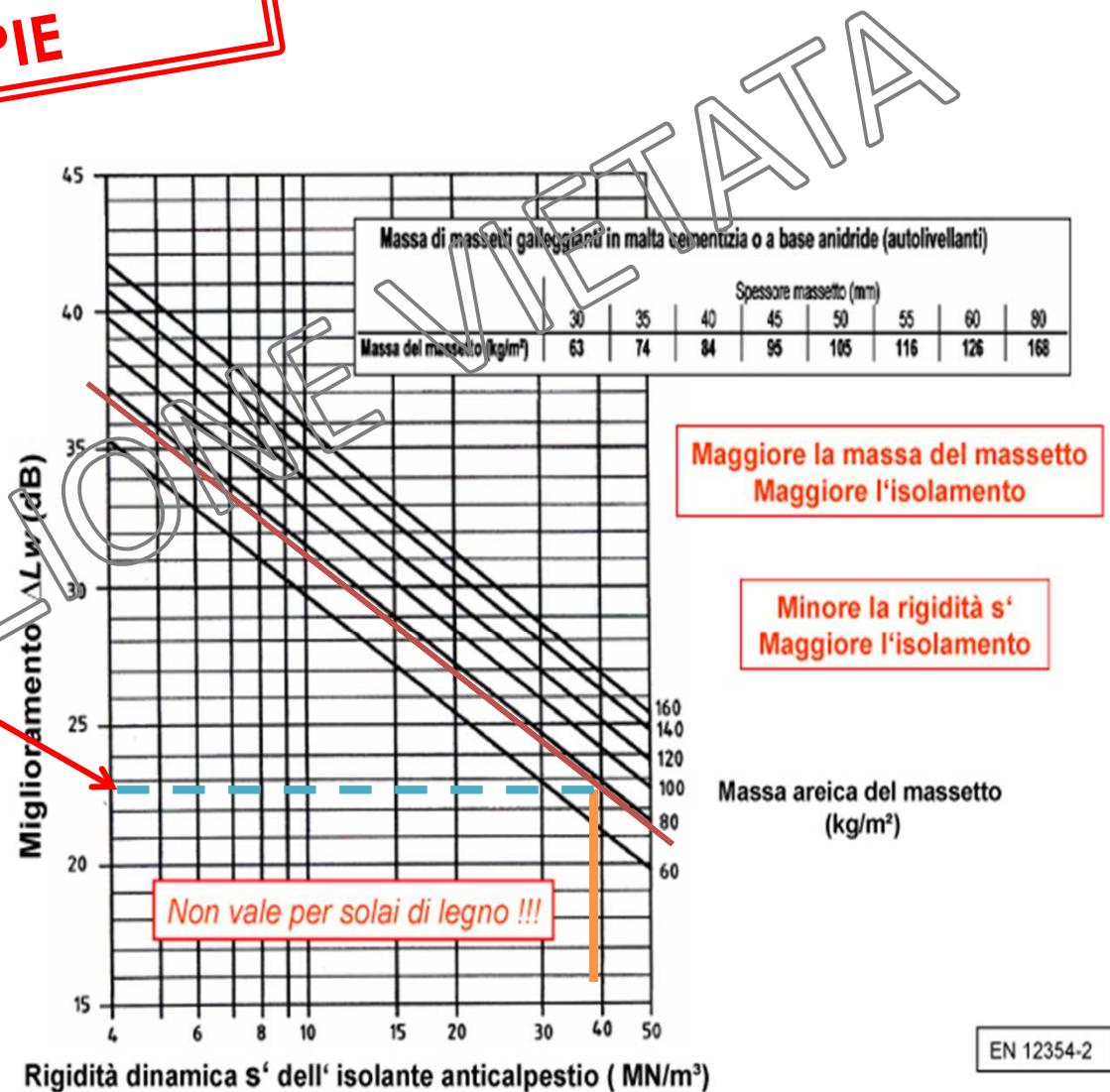
LIVELLO	SOVRACCARICO	ASSESTAMENTO
CP 5	≤ 2,0 kPa	≤ 5 mm
CP 4	≤ 3,0 kPa	≤ 4 mm
CP 3	≤ 4,0 kPa	≤ 3 mm
CP 2	≤ 5,0 kPa	≤ 2 mm



COMPORTAMENTO ACUSTICO STRUTTURE DOPPIE

SOLAIO GREZZO + ALLEGGERIMENTO
 332 kg/mq → $L_{n,w}$ 76dB
 +
 ANTICALPESTIO
 $s' 40 \text{ MN/mc}$ → risiliente
 +
 SOTTOFONDO
 85 kg/mq → miglioramento $L_{n,w}$ 22 dB

RIPRODUZIONE
 mauro mancini arch
 $L_{n,w} = 54 \text{ dB}$



ISOLAMENTO INTERNO

DIMINUZIONE MASSA DI ACCUMULO

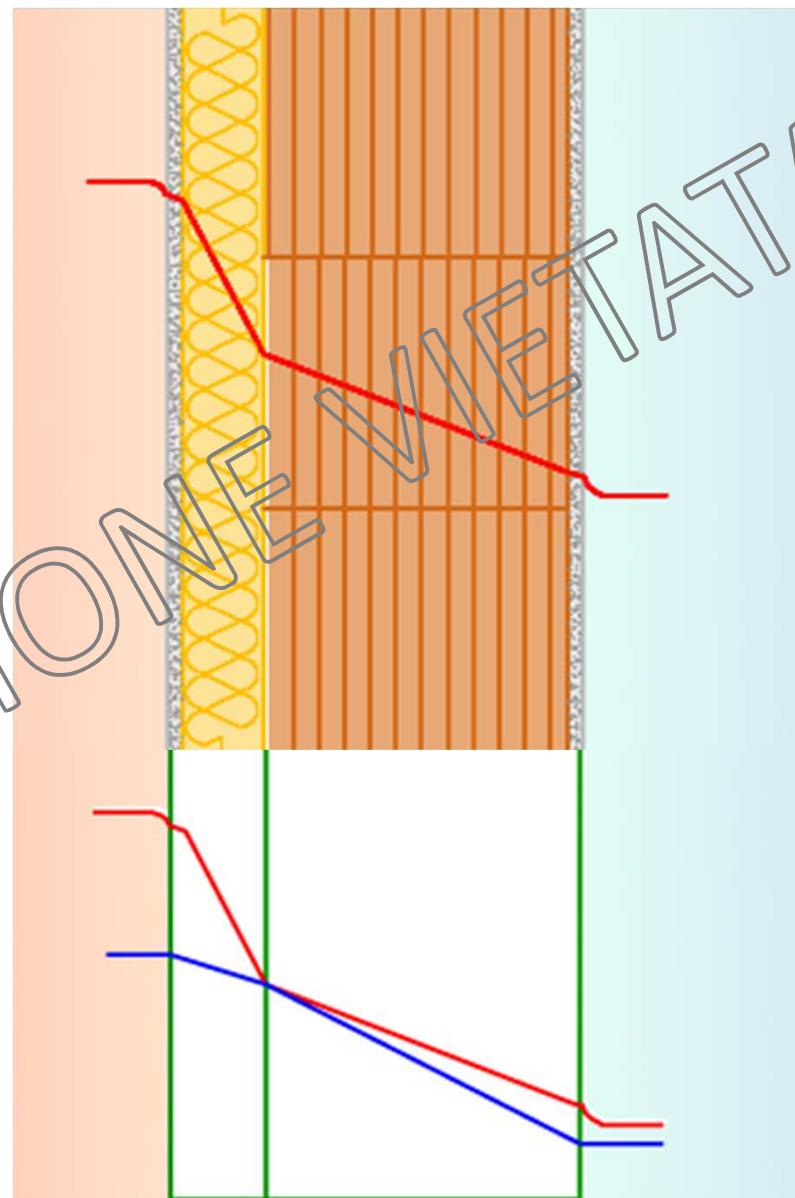
CREAZIONE DI CONDENSA INTERSTIZIALE

LIMITARE IL FLUSSO DI VAPORE ACQUEO

NON ACCOSTARE MATERIALI FIBROSI AL MURO FREDDO

UTILIZZARE MATERIALI IGROSCOPICI

mauro mancini arch
RIPRODUZIONE VIETATA



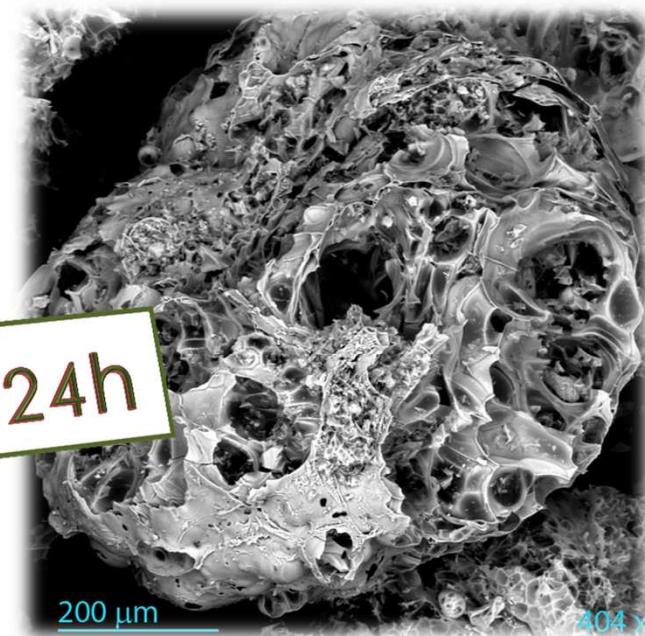
IGROSCOPICITÀ DEI MATERIALI

IL GRADO DI IGROSCOPICITÀ DETERMINA
LA MAGGIORE O MINORE ATTITUDINE
DI UN MATERIALE DI ASSORBIRE UMIDITÀ

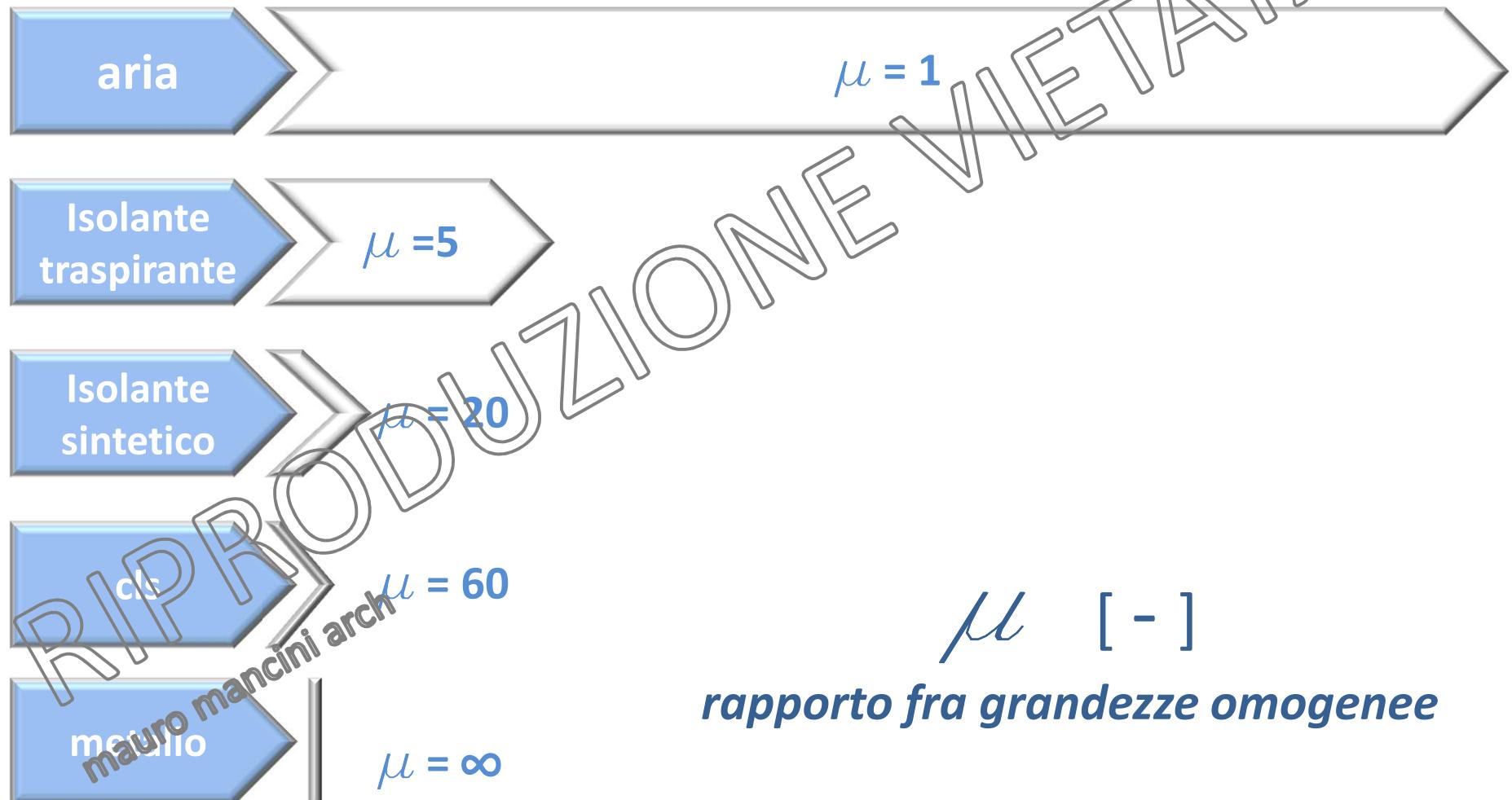


mauro mancini arch

$$W_{dd} = \text{kg/m}^2/\text{24h}$$



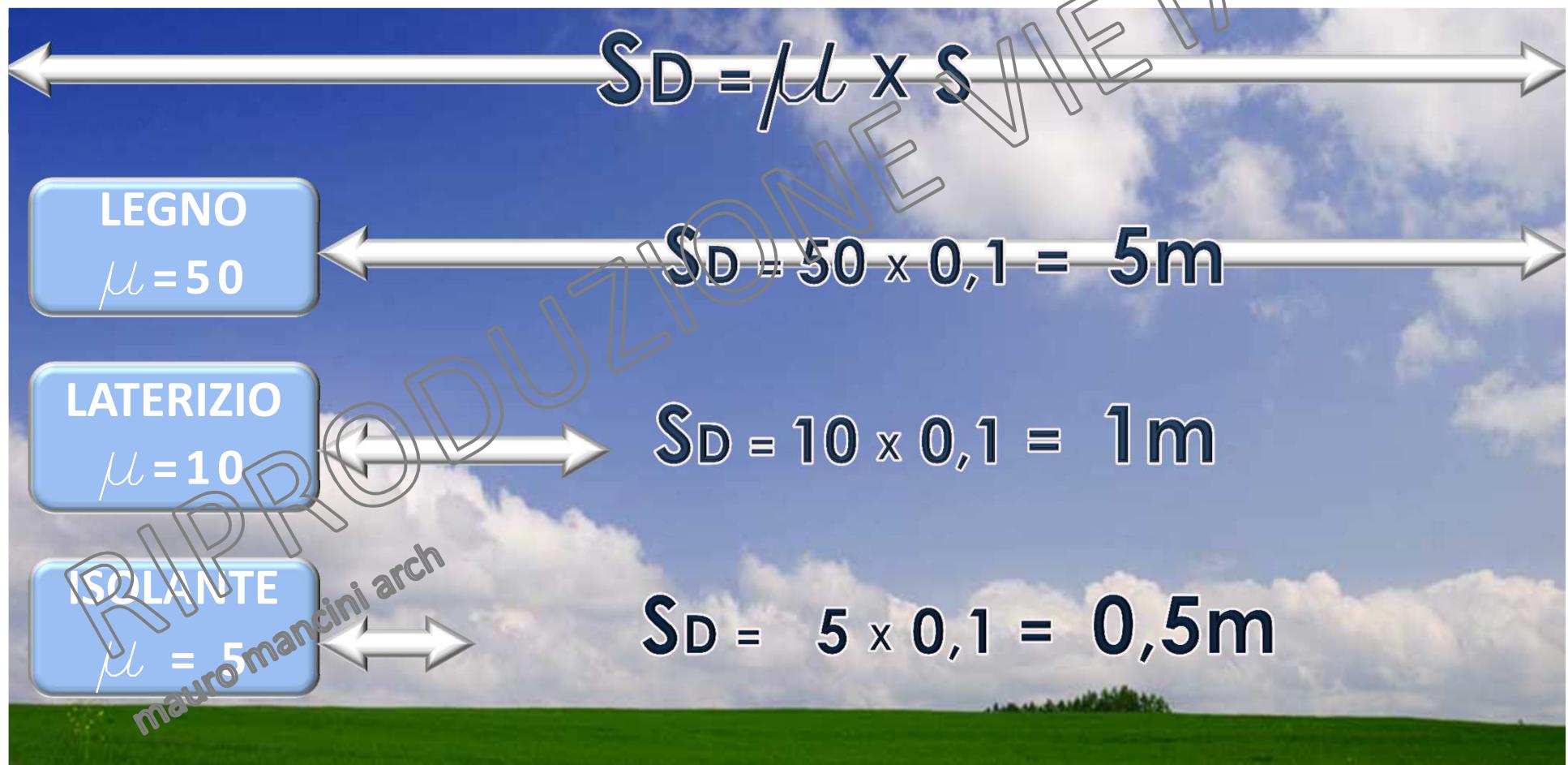
DIFFUSIONE DEL VAPORE ACQUEO

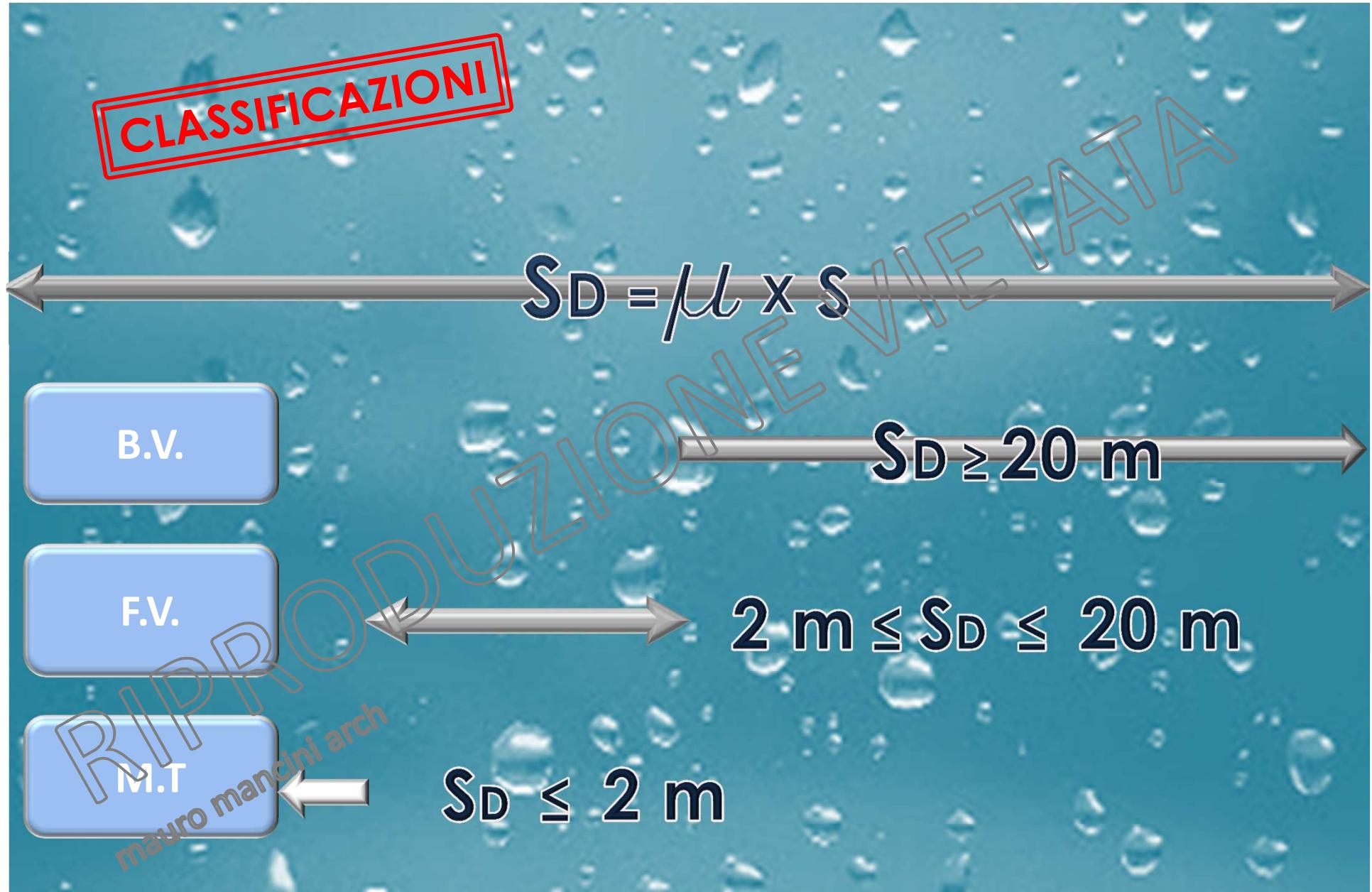


μ [-]

rapporto fra grandezze omogenee

SPESORE EQUIVALENTE D'ARIA





STRUTTURA DEL MATERIALE	PROCESSO DI TRASFORMAZIONE SUBITO	TIPOLOGIA DELLE MATERIE PRIME	ELENCO MATERIALI ISOLANTI
fibrosi	naturali	organici	fibra di cocco, fibra di legno, fibra di canapa, lana di legno, lana di pecora, fibra cellulosa
		inorganici	fibra d'amiante
	sintetici	organici	fibra di poliestere
		inorganici	fibra di vetro, fibra di roccia, fibra di ceramica
	naturali	organici	sughero
		inorganici	-
cellulari	sintetici	organici	eps, xps, pur, pir, pht, resine fenoliche, PNT, elastomeri espansi
		inorganici	vetro cellulare
	naturali	organici	-
		inorganici	pomice, argilla espansa, vermiculite, perlite
porosi	sintetici	organici	-
		inorganici	calcio silicato, cemento cellulare

mauro mancini arch



STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE VEGETALE



- BUONA POROSITÀ**
- BASSA-ALTA DENSITÀ**
- PRODUZIONE IN UMIDO**
- PRODUZIONE A SECCO**
- IDROFOBIZZATI**
- RICICLABILE 50%**

RIPRODUZIONE VIETATA
mauro mancini arch



FIBRA DI LEGNO
- WF -

densità	ρ	30-300	kg/m³
conducibilità	λ	0,038-0,080	W/(mK)
cal. specifico	C_p	1600-2100	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	2-10	---
resistenza compressione	R_c	40-200	kPa
comp. fuoco	Classe E		

STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE VEGETALE



TRASPIRANTE

IGROSCOPICO

ACCUMULO TERMICO

LEGATO CON MAGNESITE

LEGATO CON CEMENTO



densità	ρ	250-600	kg/m ³
conducibilità	λ	0,075-0,12	W/(mK)
cal. specifico	Cp	1600-2100	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	5-10	---
resistenza compressione	Rc	150-300	kPa
comp. fuoco	Classe B- s1,d0		

RIPRODUZIONE VIETATA
mauro mancini arch



FL MINERALIZZATA
- WW -

UNI EN 13171:2006

STRUTTURA
FIBROSA - CELLULARE

ORIGINE VEGETALE

PRODOTTO DI RICICLO

TRASPIRANTE
IGROSCOPICA

ELEVATA POROSITÀ E OMOGENEITÀ

IGNIFUGA

SFUSA O A PANNELLI

RICICLABILE 100%

dynamic ARCHITETTURA

RIPRODUZIONE VIETATA
mauro mancini arch

densità	ρ	30-80	kg/m ³
conducibilità	λ	0,039-0,045	W/(mK)
cal. specifico	Cp	1600-2150	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	1-2	---
resistenza compressione	Rc	2,5	kPa
comp. fuoco		Classe E	



CELLULOSA

P r E N 1 5 1 0 1 - 1



STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE VEGETALE



VEGETALE CANNABACEO

PRESENZA DI UN POLIMERO NATURALE

VOLANO IGROMETRICO

RICICLABLE 50-100%

RIPRODUZIONE VIETATA	
mauro mancini arch	
dynamic ARCHITETTURA	
densità	ρ 20-190 kg/m ³
conducibilità	λ 0,04-0,05 W/(mK)
cal. specifico	Cp 1500-2200 J/(kg K)
resistenza vapore	μ 1-2 ---
resistenza compressione	Rc --- kPa
comp. fuoco	Classe E

Norme specifiche dello stato della Germania

STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE VEGETALE



ALTA RINNOVABILITÀ MATERIA PRIMA

ADDIZIONATA CON POLIESTERE

RICICLABLE DAL 50-100%

dinamic ARCHITETTURA

RIPRODUZIONE VIETATA
mauro mancini arch



FIBRA DI KENAF

densità	ρ	20-80	kg/m ³
conducibilità	λ	0,04-0,042	W/(mK)
cal. specifico	Cp	1700	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	1-2	---
resistenza compressione	Rc	1,91	kPa
comp. fuoco	infiammabilità	2	



RIPRODUZIONE VIETATA

mauro mancini arch

Phragmites Communis

STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE VEGETALE

FREI

TRASPIRANTE E IGROSCOPICA

ASSOCIARE CON INTONACO TRASPIRANTE

LEGATURA MECCANICA

PORTA INTONACO

PRODOTTO ANISOTROPO

RESITENTE AL FUOCO

RICICLABLE 50-100%

dinamic ARCHITETTURA

mauro mancini arch



CANNA PALUSTRE

densità	ρ	120-225	kg/m ³
conducibilità	λ	0,055-0,090	W/(mK)
cal. specifico	C_p	1200-1600	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	2-5	---
resistenza compressione	R_c	---	kPa
comp. fuoco	Classe B 2		

Norme specifiche dello stato della Germania



RIPRODUZIONE VIETATA

mauro mancini arch

Palea

STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE VEGETALE



TRASPIRANTE

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE

RESISTENZA ALL'INNESCO DEL FUOCO

MATERIALE DI SCARTO

RICICLABLE 100%

RIPRODUZIONE VIETATA

mauro mancini arch

Norme specifiche dello stato della Germania



PAGLIA

densità	ρ	60-180	kg/m ³
conducibilità	λ	0,054	W/(mK)
cal. specifico	Cp	2000	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	2-5	---
resistenza compressione	Rc	---	kPa
comp. fuoco		---	



Gossypium

STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE VEGETALE



FONOASSORBENTE

ASSORBIMENTO D'ACQUA ALL'80%

RICICLABILE 100%

RIPRODUZIONE
mauro mancini arch



FIBRA DI COTONE

densità	ρ	20-60	kg/m ³
conducibilità	λ	0,04	W/(mK)
cal. specifico	Cp	840-1300	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	1-2	---
resistenza compressione	Rc	---	kPa
comp. fuoco		infiammabilità B1-B2	

Norme specifiche dello stato della Germania



RIPRODUZIONE VIETATA

mauro mancini arch

Linum Usitatissimum

STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE VEGETALE

FIRE

90% CELLULOSA

ADDIZIONATO CON SALI DI BORO

EVITARE IL CONTATTO CON L'ACQUA

RICICLABILE 100%

RIPRODUZIONE VIETATA
mauro mancini arch

dinamic ARCHITETTURA



FIBRA DI LINO

densità	ρ	20-160	kg/m³
conducibilità	λ	0,037-0,050	W/(mK)
cal. specifico	C_p	1300-1640	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	1-2	---
resistenza compressione	R_c	---	kPa
comp. fuoco		B-s2,d0 a C-s2,d0	

Norme specifiche dello stato della Germania



Quercus Suber

STRUTTURA CELLULARE

ORIGINE VEGETALE

FREI

dinamic ARCHITETTURA

CELLULE DI FORMA POLIEDRICA
CAPACITÀ DI ACCUMULO ELEVATA
PERMEABILE E TRASPIRANTE
SCHERMO ELETTROMAGNETICO
AUTOESTINGUENTE
LUNGA STAGIONATURA
RICICLABILE 50-100%

PRODUZIONE VIETATA
mauro mancini arch



**SUGHERO
- ICB -**

densità	ρ	100-220	kg/m³
conducibilità	λ	0,036-0,060	W/(mK)
cal. specifico	C_p	1560-1800	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	2-10	---
resistenza compressione	R_c	100-250	kPa
comp. fuoco		Infiammabilità B2	

UNI EN 13170:2003

A close-up photograph of a plant with numerous green, serrated leaves. The leaves are arranged in a whorl pattern along the stem. The lighting highlights the texture and veins of the leaves.

RIPRODUZIONE VIETATA

mauro mancini arch

Corchorus Capsularis

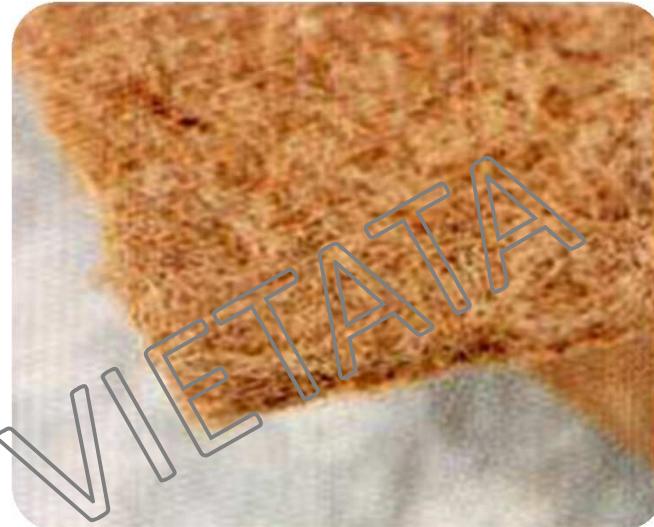
STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE VEGETALE



IGROSCOPICO E TRASPIRANTE
IMPIEGO IN ACUSTICA

RIPRODUZIONE
mauro mancini arch



FIBRA DI JUTA

densità	ρ	100-500	kg/m ³
conducibilità	λ	0,055-0,170	W/(mK)
cal. specifico	Cp	1360-1500	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	1-2	---
resistenza compressione	Rc	---	kPa
comp. fuoco		---	



RIPRODUZIONE VIETATA

mauro mancini arch

Cocos Nucifera

FIB

dinamic ARCHITETTURA

VOLANO IGROMETRICO
IMPIEGO IN ACUSTICA

RICAVATO DAL MESOCARPO

densità	ρ	70-120	kg/m³
conducibilità	λ	0,040-0,050	W/(mK)
cal. specifico	Cp	1300-1600	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	1-2	---
resistenza compressione	Rc	---	kPa
comp. fuoco		B2	

Norme specifiche dello stato della Germania

STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE VEGETALE



FIBRA DI COCCO

RIPRODUZIONE VIETATA
mauro mancini arch



Ovis Aries

STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE ANIMALE

FIBRE

IGROSCOPICITÀ 33%

ASSORBE SOSTANZE NOCIVE

AUTOESTINGUENTE

SI SCIOGLIE IN CASO DI

COMBUSTIONE

ADDIZIONATO CON

FIBRE SINTETICHE

TRATTATA AI SALI DI BORO

dinamic ARCHITETTURA

mauro mancini arch



LANA DI PECORA

densità	ρ	12-30	kg/m³
conducibilità	λ	0,040-0,045	W/(mK)
cal. specifico	C_p	1200-1500	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	1-5	---
resistenza compressione	R_c	---	kPa
comp. fuoco		Classe E	

Norme specifiche dello stato della Germania



STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE MINERALE

FIRE

DIABASI DOLOMIE CALCARI

BUON COMPORTAMENTO ACUSTICO

NON INFIAMMABILE

PROTEZIONE IN FASE

DI APPLICAZIONE

CANCEROGENO PRIMA

DEL 1996

mauro mancini arch

dinamic ARCHITETTURA



**LANA DI ROCCIA
- MW -**

densità	ρ	20-200	kg/m³
conducibilità	λ	0,033-0,054	W/(mK)
cal. specifico	C_p	800-1030	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	1-2	---
resistenza compressione	R_c	15-80	kPa
comp. fuoco	Classe A1		

STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE MINERALE



PRESENZA DI LEGANTI INFIAMMABILI

SABBIA QUARZOSA + CALCARE

+ VETRO RICICLATO

A BASE DI FORMALDEIDE

RIPRODUZIONE VIETATA
mauro mancini arch

dynamic ARCHITETTURA



LANA DI VETRO
- MW -

densità	ρ	10-70	kg/m ³
conducibilità	λ	0,032-0,053	W/(mK)
cal. specifico	Cp	840-1030	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	1-2	---
resistenza compressione	Rc	---	kPa
comp. fuoco		Classe A1,A2	



RIPRODUZIONE VIETATA
mauro mancini arch

STRUTTURA POROSA

ORIGINE MINERALE



INCOMBUSTIBILE

RESISTENTE A COMPRESSIONE

IDROFOBIZZATO

ELEVATA RIGIDITÀ

SABBIA SILICEA + CALCE +

PORTLAND

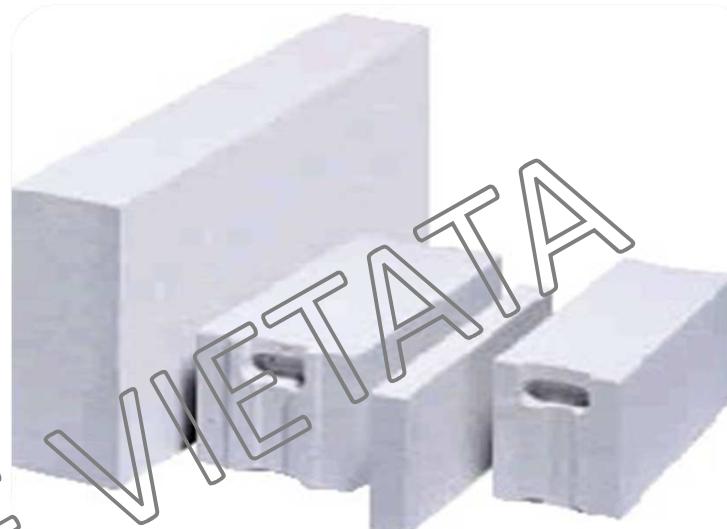
ELEVATO CARICO

ENERGETICO

dinamic ARCHITETTURA

densità	ρ	100-300	kg/m ³
conducibilità	λ	0,040-0,060	W/(mK)
cal. specifico	Cp	1000	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	2-6	---
resistenza compressione	Rc	>350	kPa
comp. fuoco		Classe A2-s1,d0	

mauro mancini arch



STRUTTURA POROSA

ORIGINE MINERALE



IGROSCOPICITÀ 90%

TRASPORTO CAPILLARE DI ACQUA

VOLANO IGROMETRICO

STABILITÀ DI FORMA

OSSIDO CALCIO + SILICIO

+ CELLULOSA +

PROTEINE

RICICLABILE 100%

dynamic ARCHITETTURA

mauro mancini arch

densità	ρ	115-300	kg/m ³
conducibilità	λ	0,040-0,090	W/(mK)
cal. specifico	Cp	1000	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	3-20	---
resistenza compressione	Rc	500-1500	kPa
comp. fuoco		Classe A1,A2	



CALCIO SILICATO

P r E N 1 4 3 0 6

STRUTTURA POROSA

ORIGINE MINERALE



TRASPIRANTE E IMPERMEABILE

SFUSO E PANELLI

NON COMBUSTIBILE

USO LEGGERO E PESANTE

CON LEGANTI CEMENTIZI

densità



PERLITE
- EPB -

RIPRODUZIONE VIETATA
mauro mancini arch

cal. specifico	Cp	1000	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	3-20	---
resistenza compressione	Rc	500-1500	kPa
comp. fuoco		Classe A1,A2	

P r E N 1 4 3 0 6

STRUTTURA POROSA

ORIGINE MINERALE



TRASPIRANTE

VOLANO IGROMETRICO

INCOMBUSTIBILE

GRANULI IRREGOLARE

RIPRODUZIONE
mauro mancini arch



VERMICULITE - EV -

densità	ρ	30-220	kg/m ³
conducibilità	λ	0,046-0,082	W/(mK)
cal. specifico	Cp	800-1000	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	2-8	---
resistenza compressione	Rc	100-450	kPa
comp. fuoco		Classe A1,B1	

STRUTTURA POROSA

ORIGINE MINERALE



TRASPIRANTE

GRANULO IMPERMEABILE

INCOMBUSTIBILE

REFRATTARIA



densità	ρ	200-500	kg/m ³
conducibilità	λ	0,085-0,130	W/(mK)
cal. specifico	Cp	920-1100	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	2-8	---
resistenza compressione	Rc	100-300	kPa
comp. fuoco		Classe A1	

UNI EN 14063 - 1 : 2005



STRUTTURA POROSA

ORIGINE MINERALE



IMPERMEABILE

RESISTENZA MECCANICA

FRAGILE E RIGIDO

SILICE+DOLOMIA+

CARBONATO DI CALCE

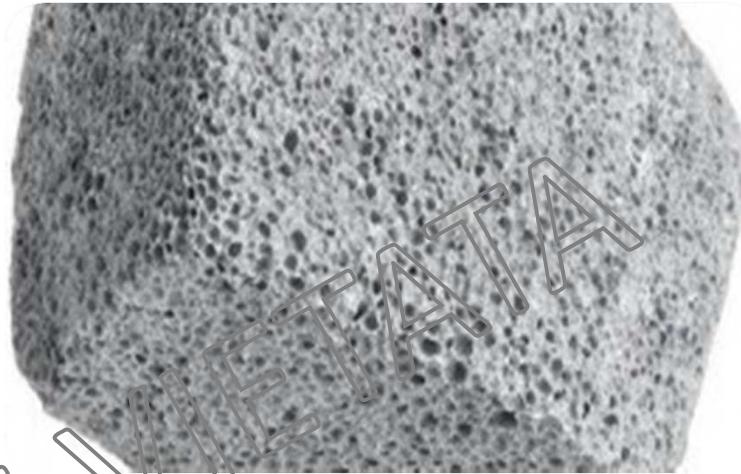
+ AZOTO

POSA DI GUAINA

A CALDO

mauro mancini arch

dinamic ARCHITETTURA



VETRO CELLULARE
- CG -

densità	ρ	100-200	kg/m ³
conducibilità	λ	0,040-0,066	W/(mK)
cal. specifico	Cp	800-1000	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	∞	---
resistenza compressione	Rc	200-1700	kPa
comp. fuoco		Classe A1	

UNI EN 13167:2005



STRUTTURA POROSA

ORIGINE MINERALE

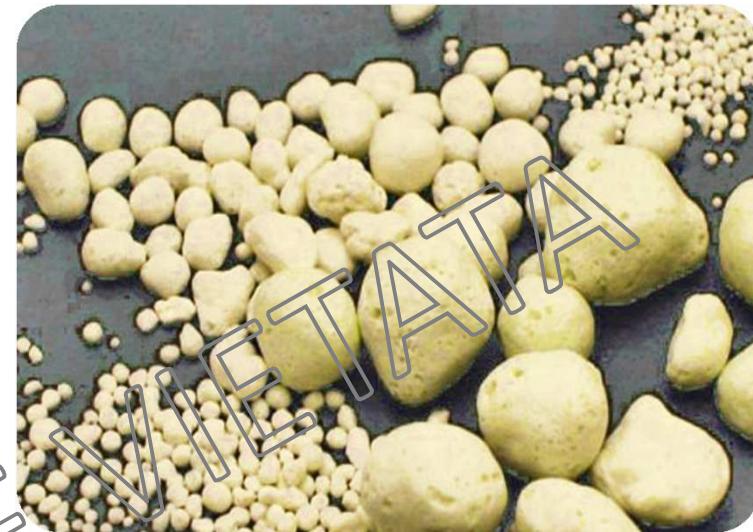
PRODOTTO DI RICICLO

IMPERMEABILE

IMPIEGO DI VETRO RICICLATO

dinamic ARCHITETTURA

densità	ρ	140-530	kg/m ³
conducibilità	λ	0,065-0,093	W/(mK)
cal. specifico	Cp	800-1000	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	1-8	---
resistenza compressione	Rc	120-500	kPa
comp. fuoco		Classe A1	



VETRO GRANULARE

RIPRODUZIONE
mauro mancini arch

Norme specifiche dello stato della Germania



RIPRODUZIONE VIETATA

mauro mancini arch

STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE VEGETALE
in parte

PRODOTTO DI RICICLO

RICICLO PRODOTTI DI SCARTO DEL
SETTORE TESSILE

TRASPIRANTE

RICICLABLE 100%

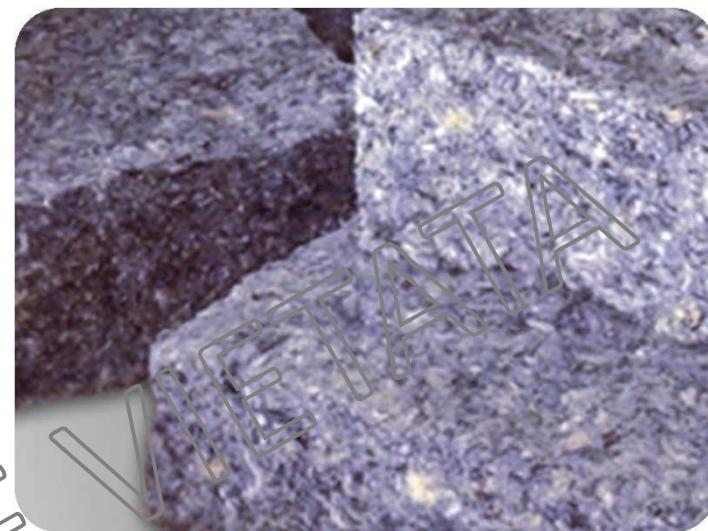
BUON COMPORTAMENTO

ACUSTICO

mauro mancini arch

dinamic ARCHITETTURA

densità	ρ	50-80	kg/m ³
conducibilità	λ	0,035-0,040	W/(mK)
cal. specifico	Cp	---	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	2,2	---
resistenza compressione	Rc	---	kPa
comp. fuoco		---	



FIBRA TESSILE



mauro mancini arch

STRUTTURA FIBROSA

ORIGINE FOSSILE

PRODOTTO DI RICICLO



RICICLO BOTTIGLIE PLASTICA

ASSORBENTE ACUSTICO

DIFFICILE TAGLIO

RESISTENZA STRAPPO

IDROREPELLENTE

ANALLERGICO

RIPRODUZIONE VIETATA

mauro mancini arch

dinamic ARCHITETTURA



FIBRA PET

densità	ρ	50-80	kg/m ³
conducibilità	λ	0,035-0,040	W/(mK)
cal. specifico	Cp	2400	J/(kg K)
resistenza vapore	μ	2,2 -3,11	---
resistenza compressione	Rc	---	kPa
comp. fuoco		B,s2,d0	

FIBRA DI POLIESTERE

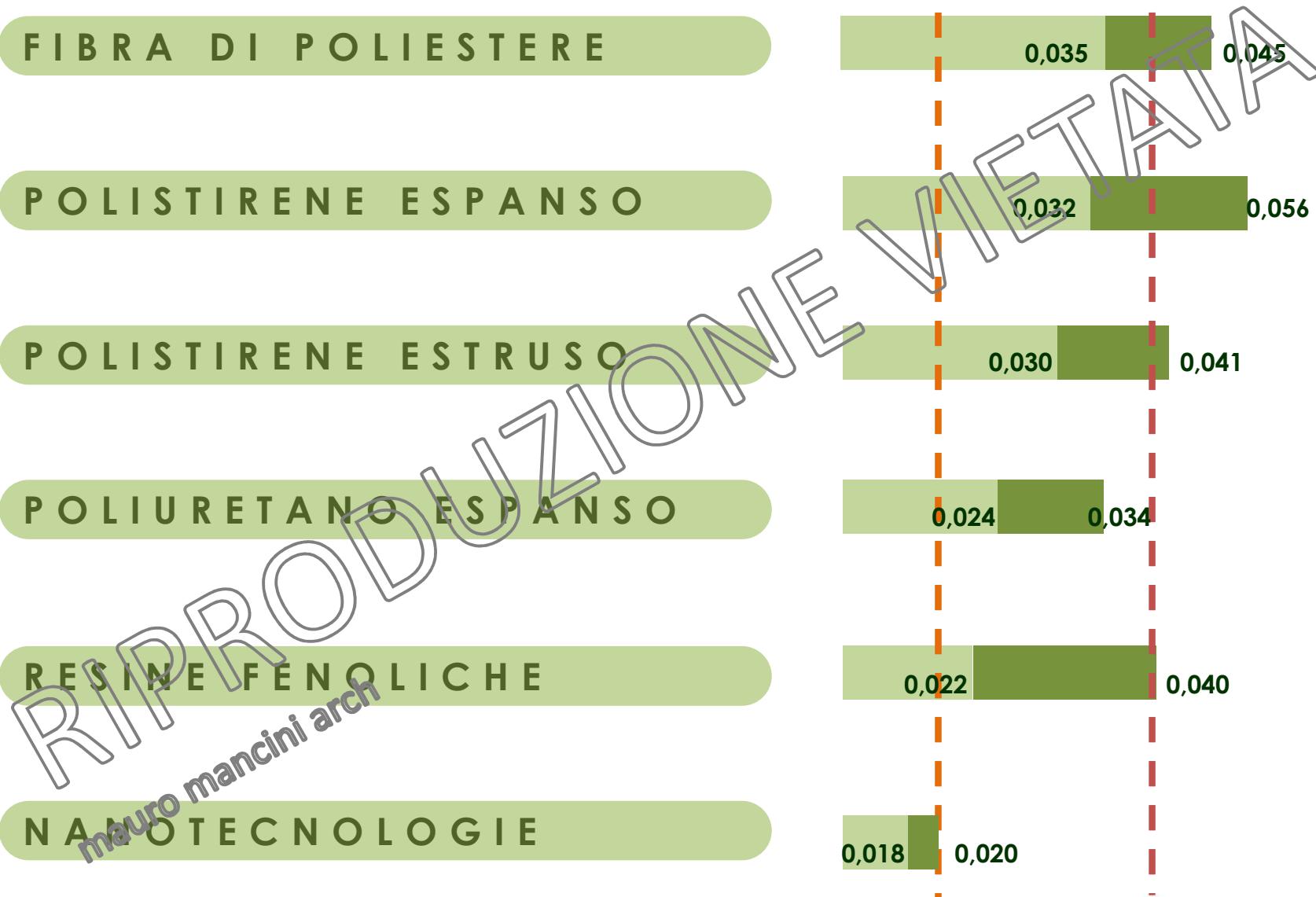
POLISTIRENE ESPANSO

POLISTIRENE ESTRUSO

POLIURETANO ESPANSO

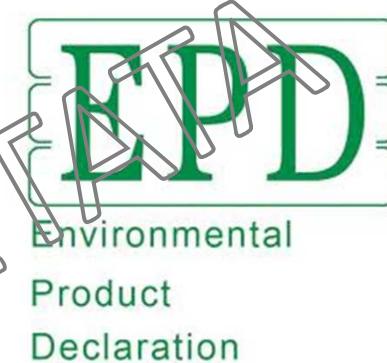
RESINE FENOLICHE

NANO TECNOLOGIE



LA MISURA DELLA SOSTENIBILITÀ

UNI ISO 14025:2006



**STRUMENTO PER COMUNICARE INFORMAZIONI OGGETTIVE, CONFRONTABILI E CREDIBILI
RELATIVE ALLA PRESTAZIONE AMBIENTALE DI PRODOTTI E SERVIZI.**

**LE PRESTAZIONI AMBIENTALI RIPORTATE NELLA EPD DEVONO BASARSI SULL'ANALISI DEL
CICLO DI VITA MEDIANTE UTILIZZO DEL LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) IN ACCORDO
CON LE NORME DELLA SERIE ISO 14040, FONDAMENTO METODOLOGICO DA CUI SCATURISCE
L'OGGETTIVITÀ DELLE INFORMAZIONI FORNITE.**

**TALI INFORMAZIONI HANNO CARATTERE ESCLUSIVAMENTE INFORMATIVO, NON PREVEDENDO
MODALITÀ DI VALUTAZIONE, CRITERI DI PREFERIBILITÀ O LIVELLI MINIMI CHE LA PRESTAZIONE
AMBIENTALE DEBBA RISPETTARE.**

**È APPLICABILE A TUTTI I PRODOTTI O SERVIZI, INDIPENDENTEMENTE DAL LORO USO O
POSIZIONAMENTO NELLA CATENA PRODUTTIVA;
CONSENTE CONFRONTI TRA PRODOTTI O SERVIZI FUNZIONALMENTE EQUIVALENTI;
VIENE VERIFICATA E CONVALIDATA DA UN ORGANISMO INDIPENDENTE CHE GARANTISCE LA
CREDIBILITÀ E VERIDICITÀ DELLE INFORMAZIONI
CONTENUTE NELLO STUDIO LCA E NELLA DICHIARAZIONE.**

LA MISURA DELLA SOSTENIBILITÀ

UNI ISO 14025:2006

GWP

GLOBAL WARMING POTENTIAL
kg CO₂ eq/kg

POCP

PHOTOCHEMICAL OZONE
CREATION POTENTIAL

g C₂H₂ eq/kg

AP

ACIDIFICATION POTENTIAL

g SO₂ eq/kg

NP

NUTRIFICATION POTENTIAL

g PO₄ eq/kg

PEI

PRIMARY ENERGY INDEX

MJ/kg



IBO

Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie



ETH Zurich

POLISTIRENE ESPANSO

POLIURETANO ESPANSO

FIBRA DI LEGNO

FIBRA DI KENAF

FIBRA DI COTONE

FIBRA DI LINO

LANA DI PECORA

LANA DI ROCCIA

SCHIUMA MINERALE

CALCIO SILICATO

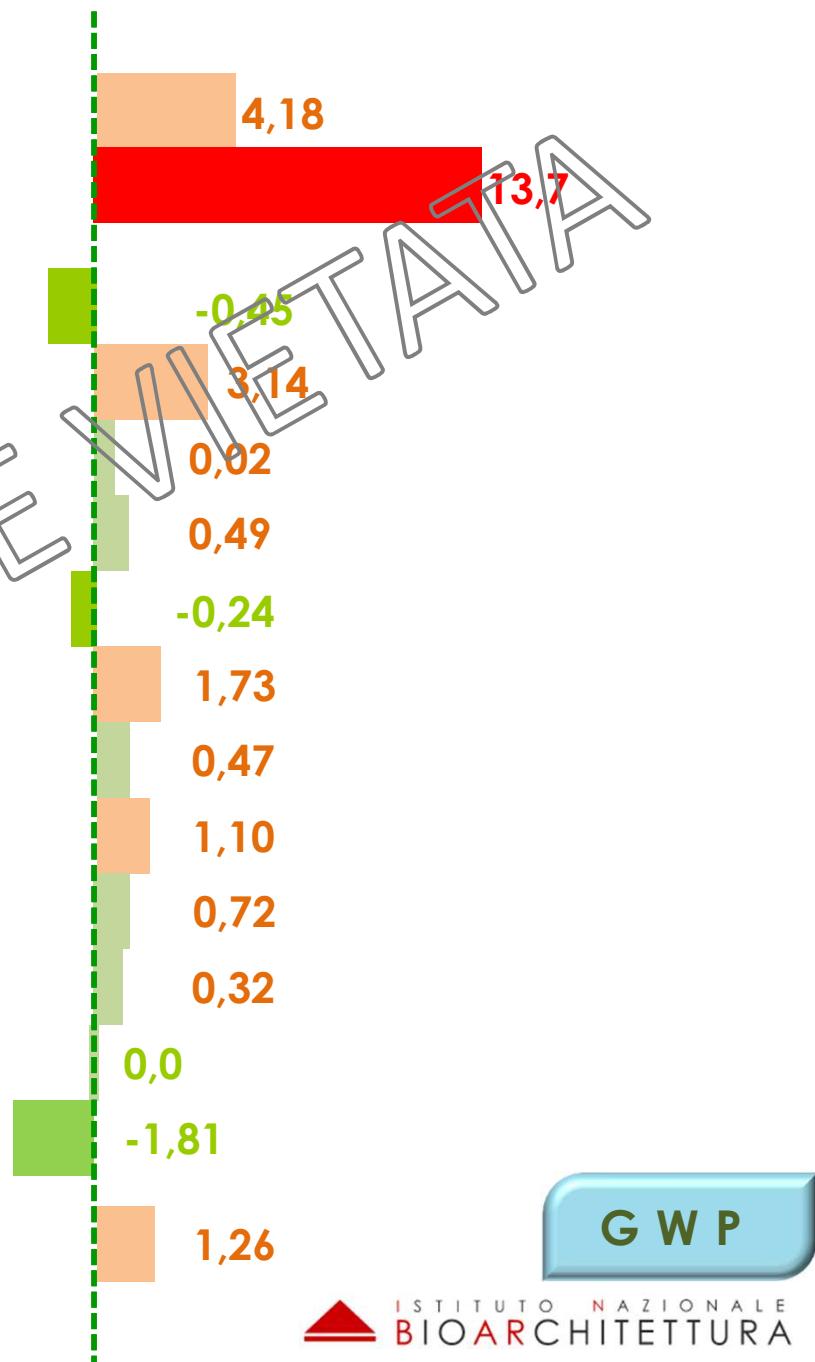
PERLITE ESPANSA

ARGILLA ESPANSA

PAGLIA

SUGHERO

VETRO CELLULARE



POLISTIRENE ESPANSO

POLIURETANO ESPANSO

FIBRA DI LEGNO

FIBRA DI KENAF

FIBRA DI COTONE

FIBRA DI LINO

LANA DI PECORA

LANA DI ROCCIA

SCHIUMA MINERALE

CALCIO SILICATO

PERLITE ESPANSA

ARGILLA ESPANSA

PAGLIA

SUGHERO

VETRO CELLULARE

0,95

0,48

0,44

1,5

0,82

0,31

0,66

0,52

0,28

0,14

0,16

0,06

0,1

0,08

RIPRODUZIONE
mauro mancini arch

POLISTIRENE ESPANSO

POLIURETANO ESPANSO

FIBRA DI LEGNO

FIBRA DI KENAF

FIBRA DI COTONE

FIBRA DI LINO

LANA DI PECORA

LANA DI ROCCIA

SCHIUMA MINERALE

CALCIO SILICATO

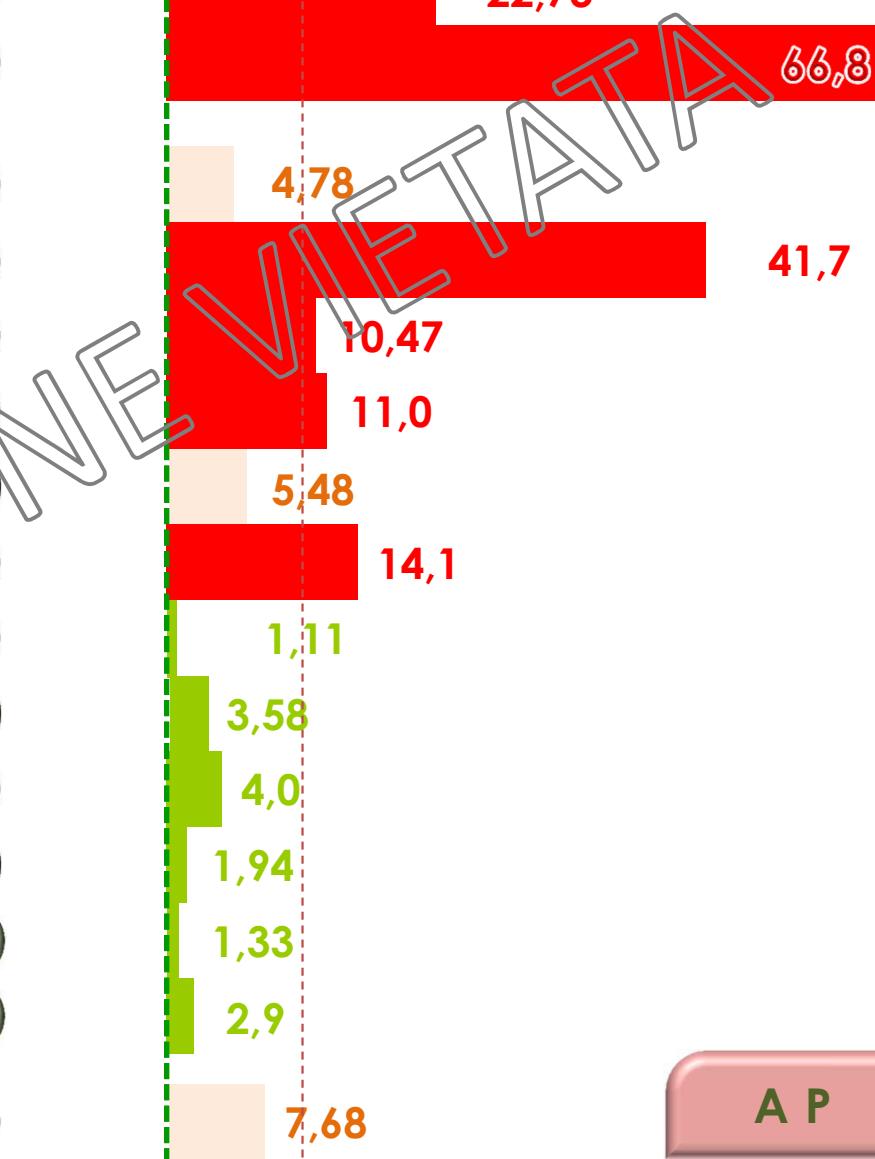
PERLITE ESPANSA

ARGILLA ESPANSA

PAGLIA

SUGHERO

VETRO CELLULARE



POLISTIRENE ESPANSO

POLIURETANO ESPANSO

FIBRA DI LEGNO

FIBRA DI KENAF

FIBRA DI COTONE

FIBRA DI LINO

LANA DI PECORA

LANA DI ROCCIA

SCHIUMA MINERALE

CALCIO SILICATO

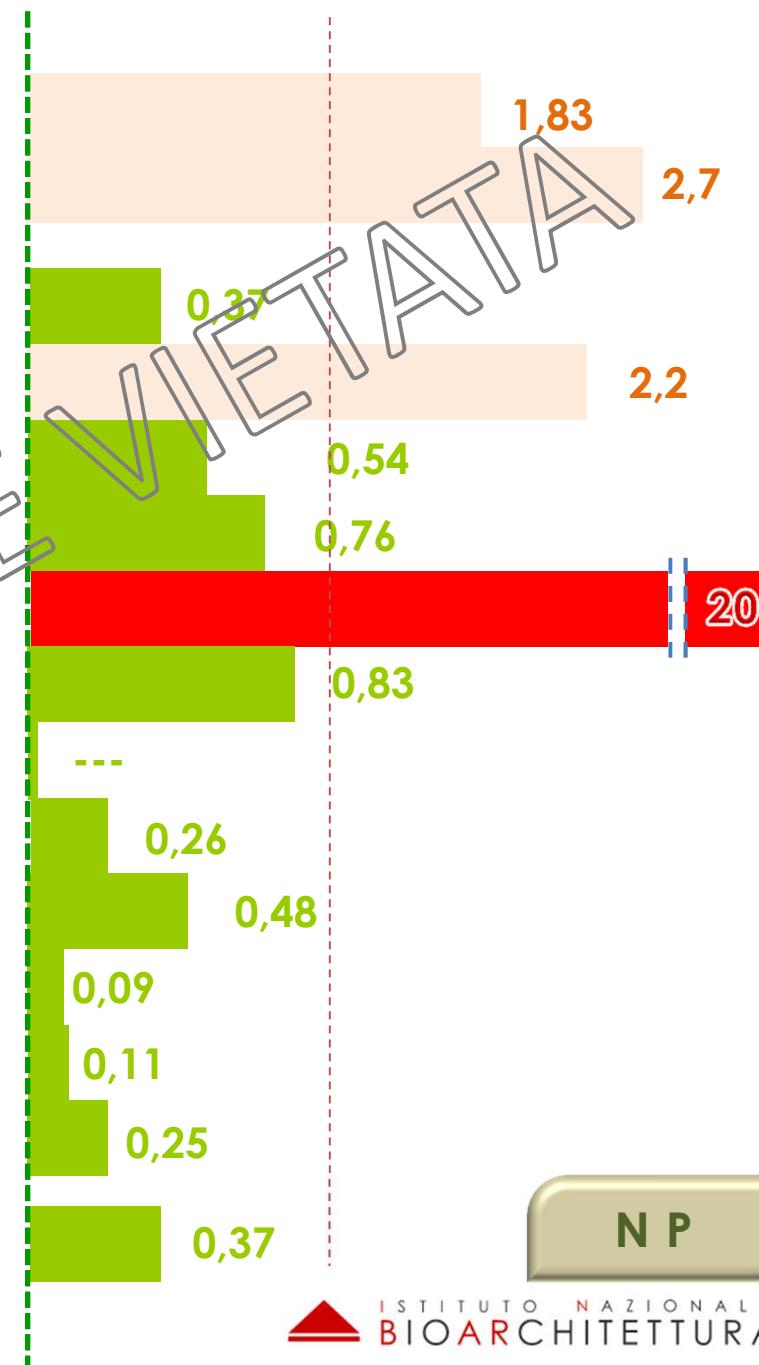
PERLITE ESPANSA

ARGILLA ESPANSA

PAGLIA

SUGHERO

VETRO CELLULARE



POLISTIRENE ESPANSO

POLIURETANO ESPANSO

FIBRA DI LEGNO

FIBRA DI KENAF

FIBRA DI COTONE

FIBRA DI LINO

LANA DI PECORA

LANA DI ROCCIA

SCHIUMA MINERALE

CALCIO SILICATO

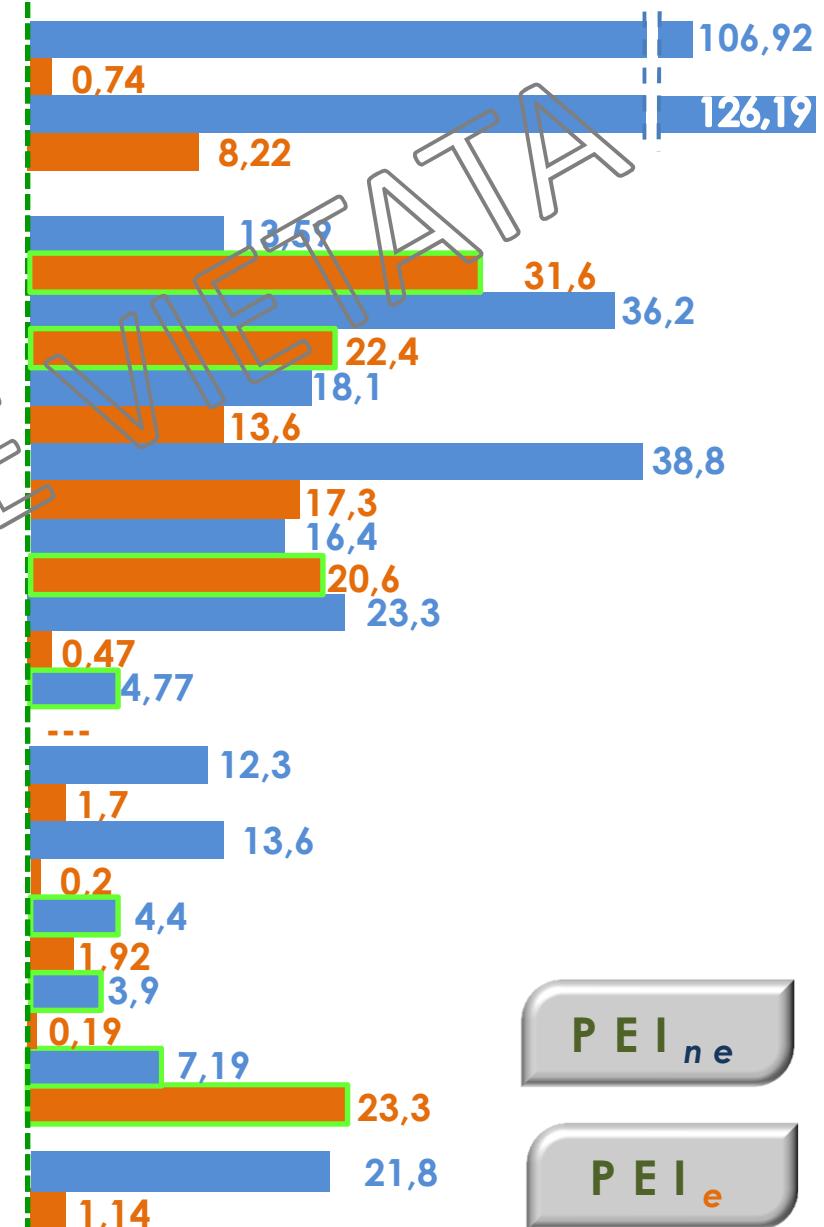
PERLITE ESPANSA

ARGILLA ESPANSA

PAGLIA

SUGHERO

VETRO CELLULARE



BILANCIO ENERGETICO INVERNALE

OTTIMIZZARE GLI APPORTI SOLARI INVERNALI



VETATA

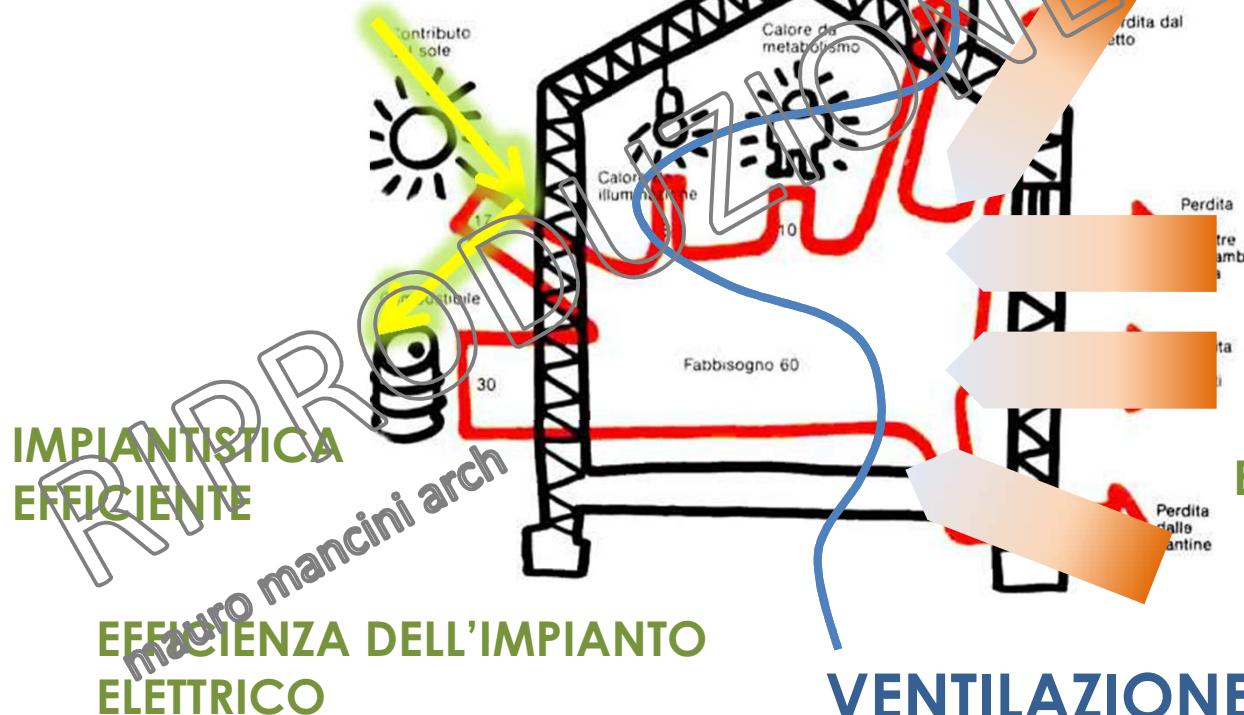
USO DI FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

RIDUZIONE DELLE DISPERSIONI DELL'INVOLUCRO

ELIMINARE I PONTI TERMICI

BILANCIO ENERGETICO ESTIVO

SCHERMARE LA RADIAZIONE SOLARE DIRETTA



GARANTIRE INVOLUCRO MASSIVO PER LO SFASAMENTO TERMICO

USO DI FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

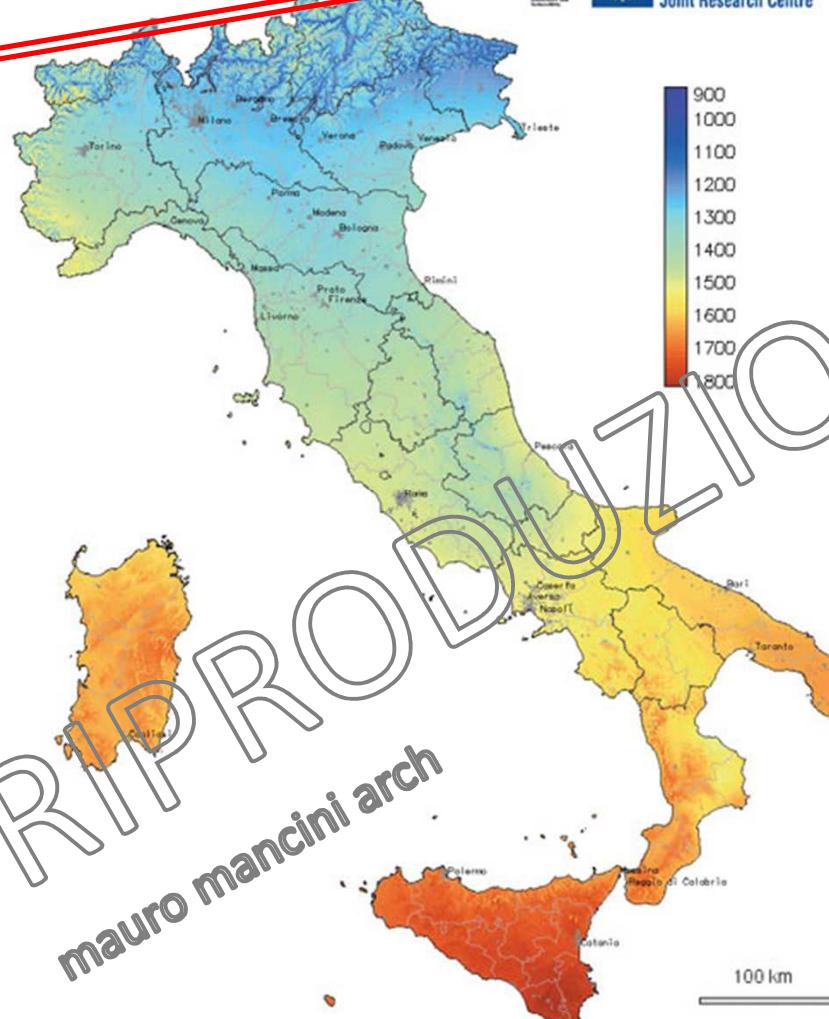
RIDUZIONE DEI CARICHI TERMICI VERSO L'INTERNO CON L'ISOLAMENTO DELL'INVOLUCRO

ELIMINARE I PONTI TERMICI

VENTILAZIONE NATURALE

TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA

IES
EUROPEAN COMMISSION
DIRECTORATE-GENERAL
Joint Research Centre



DLGS 192/2005 e successivi decreti attuativi

Per località con $I_{ms} < 290 \text{ W/m}^2$
ad esclusione della zona climatica F

Massa superficiale
230 kg/m²

Pareti

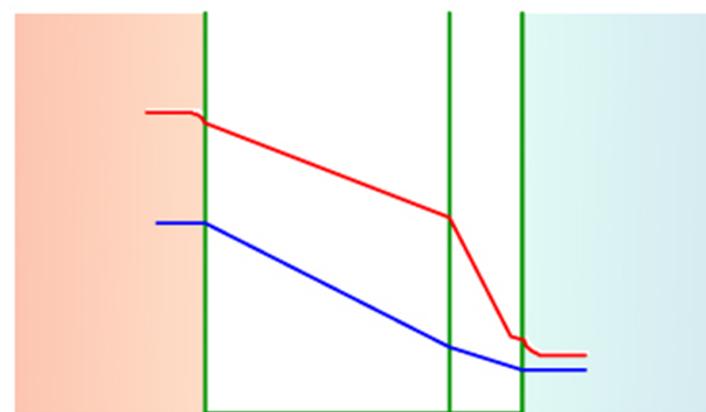
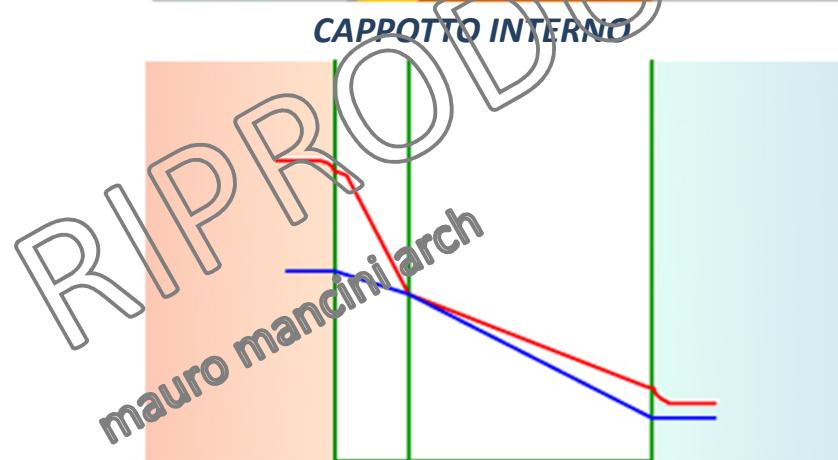
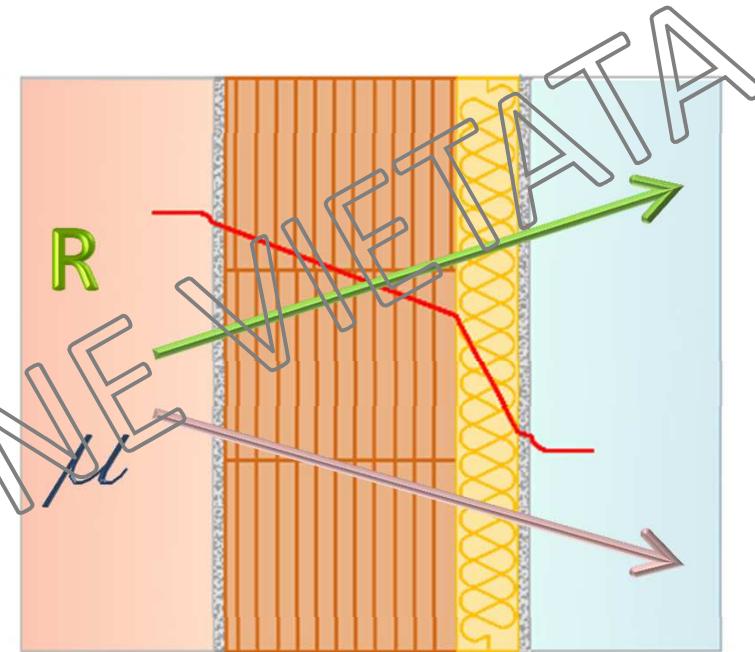
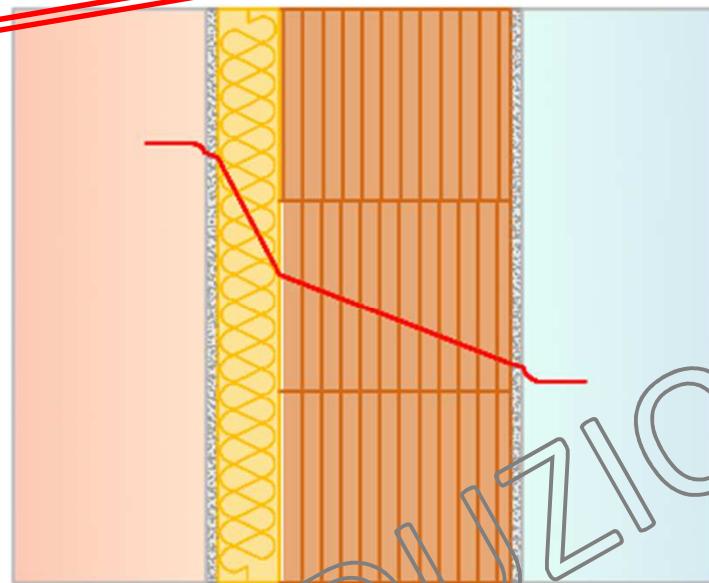
$Y_{ie} < 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

Coperture

$Y_{ie} < 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$



ISOLAMENTO PARETE ESTERNA



RIPRODUZIONE VIETATA

mauro mancini arch

RIQUALIFICAZIONE DELL'ESISTENTE



UMIDITÀ DI RISALITA

**IN UNA STRUTTURA VERTICALE CHE ASSORBE UMIDITÀ DAL PIEDE ,
SE SI FORZA L'EVAPORAZIONE MEDIANTE VENTILAZIONE O
IRRAGGIAMENTO DIRETTO , SI FAVORISCE L'INCREMENTO
DELL'ACQUA ASSORBITA DAL BASSO**

**L'AUMENTO DELLA VELOCITÀ DI EVAPORAZIONE FA AUMENTARE LA
VELOCITÀ DI RISALITA DELL'ACQUA. L'ELEMENTO MURARIO SARÀ
SOGGETTO AD EFFETTIVO ASCIUGAMENTO SOLO QUANDO LA
VELOCITÀ DI EVAPORAZIONE SARÀ
MOLTO MAGGIORE DI QUELLA DI RISALITA**

A PARITÀ DI TEMPERATURA E VELOCITÀ DELL'ARIA , L'EVAPORAZIONE
DIPENDE DALLA QUALITÀ DELLA MURATURA E DEL SUO SPESSORE.
MATERIALI LEGGERI , CON STRUTTURA POROSA E QUINDI CALCI COTTE,
MATTONI FATTI A MANO SI ASCIUGANO PIÙ VELOCEMENTE DI ALTRI
MATERIALI CON STRUTTURA MENO POROSA.

IL TEMPO DI PROSCIUGAMENTO (t) È PROPORZIONALE AL QUADRATO
DELLO SPESSORE MURARIO (s) E DIPENDE DAL TIPO DI MATERIALE CHE
COSTITUISCE IL MURO E QUINDI DAL SUO
COEFFICIENTE DI PROSCIUGAMENTO (p)

UMIDITÀ DI RISALITA
mauro mancini arch

$$t = p s^2$$

UMIDITÀ DI RISALITA

MATERIALE	coeff. p
MALTA LEGGERA DEUMIDIFICANTE	0,15
MALTA DI CALCE E SABBIA	0,25
MALTA CEMENTIZIA	1,58
MALTA BASTARDA	1,35
MATTONI FATTI A MANO	0,28
PIETRA CALCAREA	1,22
CLS STRUTTURALE	1,60
CLS CELLULARE	1,20

RIPRODUZIONE
mauro mancini arch

NON VIETATA



$$h = 0,15/rp$$

UMIDITÀ DI RISALITA

MATERIALE	coeff. p
MALTA LEGGERA DEUMIDIFICANTE	0,15
MALTA DI CALCE E SABBIA	0,25
MALTA CEMENTIZIA	1,58
MALTA BASTARDA	1,35
MATTONI FATTI A MANO	0,28
PIETRA CALCAREA	1,22
CLS STRUTTURALE	1,60
CLS CELLULARE	1,20

**RIPRODUZIONE
mauro mancini arch**

MURATURA 3 TESTE

2 cm int. interno

38 cm muratura

2 cm intonaco esterno

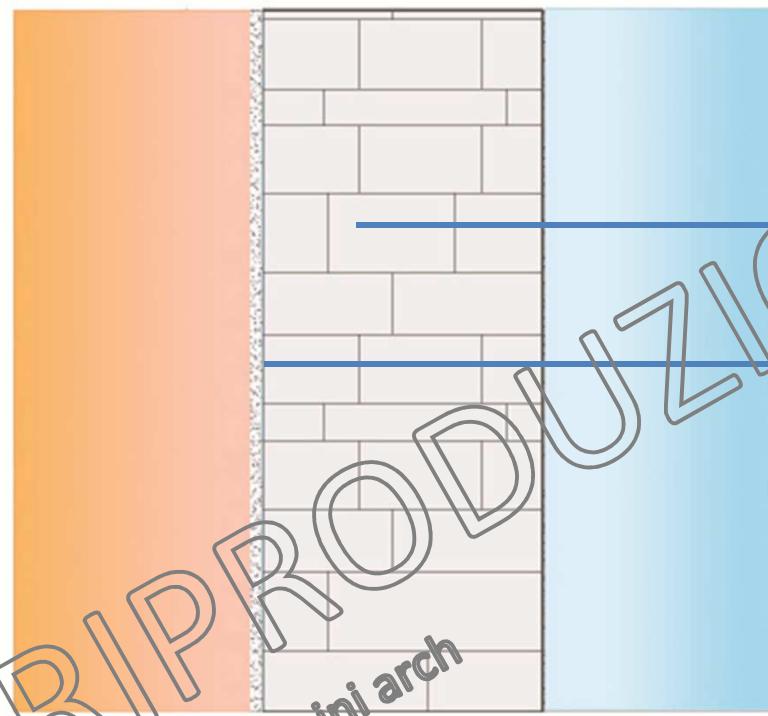
$$T = 1,58 \times (2+38+2)^2 = 2787 \text{ gg}$$

7,6 anni

$$T = 0,15 \times (2+38+2)^2 = 264 \text{ gg}$$

circa 9 mesi

RISANAMENTO



Muratura in pietra

42 cm

Intonaco calce e cemento

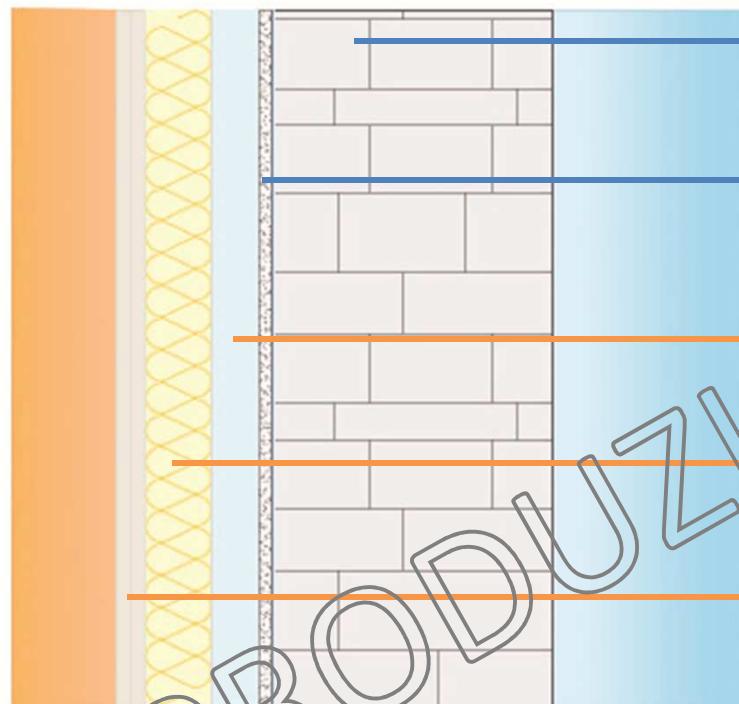
2 cm

Provincia:	FIRENZE
Comune:	Scandicci
Gradi giorno:	1817
Zona:	D

Dati generali

Spessore:	0,440 m
Massa superficiale:	1086,0 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci:	1050,0 kg/m ²
Resistenza:	0,37 m ² K/W
Trasmittanza:	2,723 W/m ² K

RISANAMENTO



mauro mancini arch

16 cm
Almeno 6-8 cm per
REGULARIZZARE la struttura

Muratura in pietra

42 cm

Intonaco calce e cemento

2 cm

Camera d'aria

5 cm

Lana di roccia

8 cm

Doppia lastra cartongesso

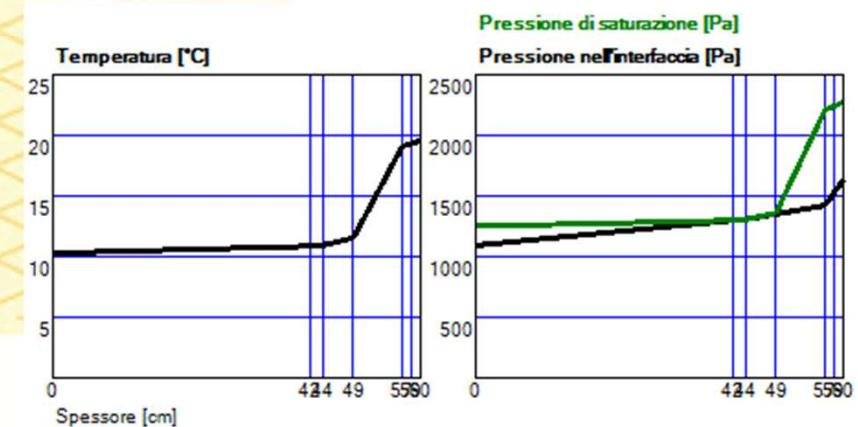
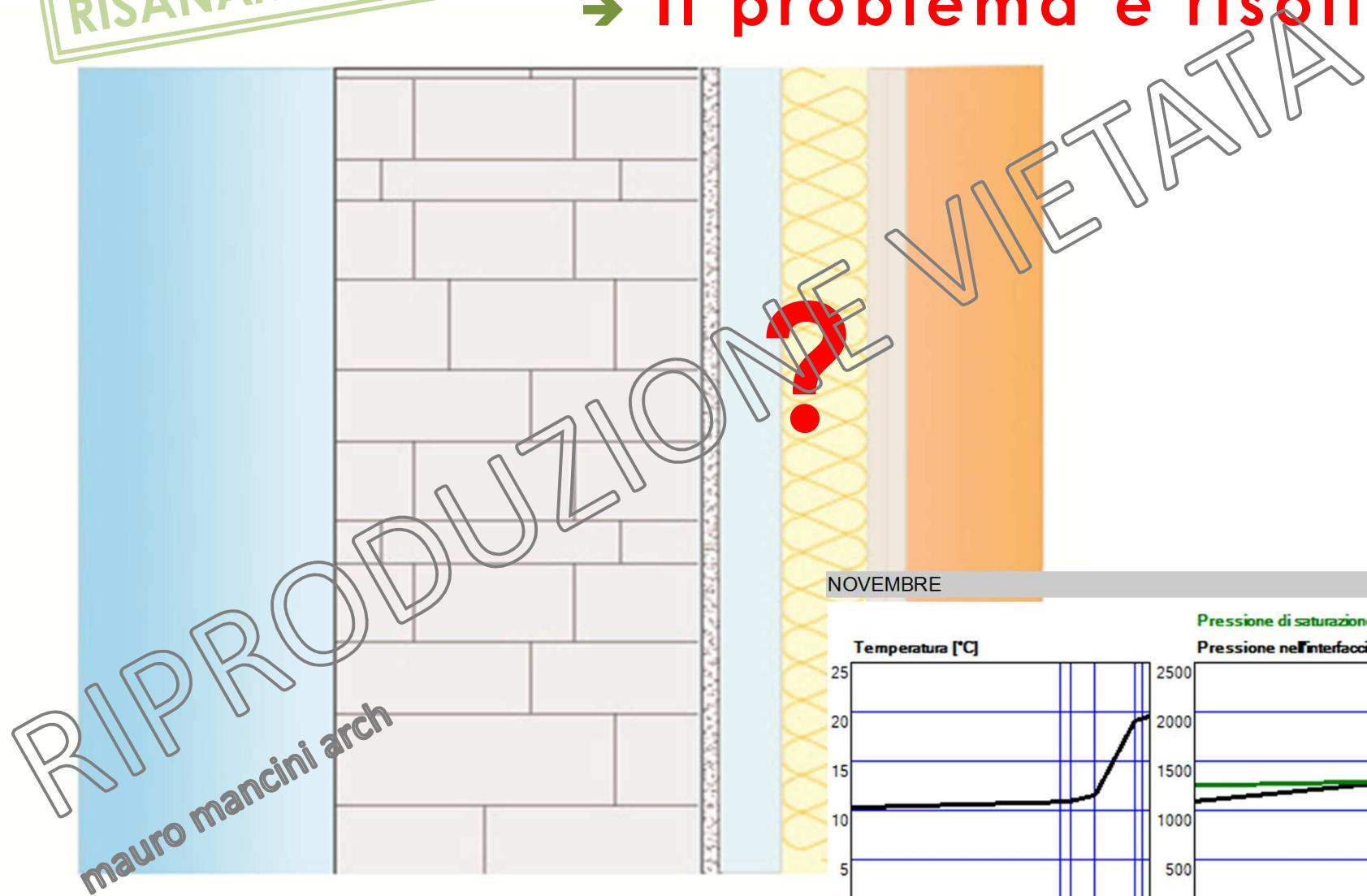
3 cm

Dati generali

Spessore:	0,600 m
Massa superficiale:	1117,1 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci:	1081,1 kg/m ²
Resistenza:	2,98 m ² K/W
Trasmittanza:	0,336 W/m²K

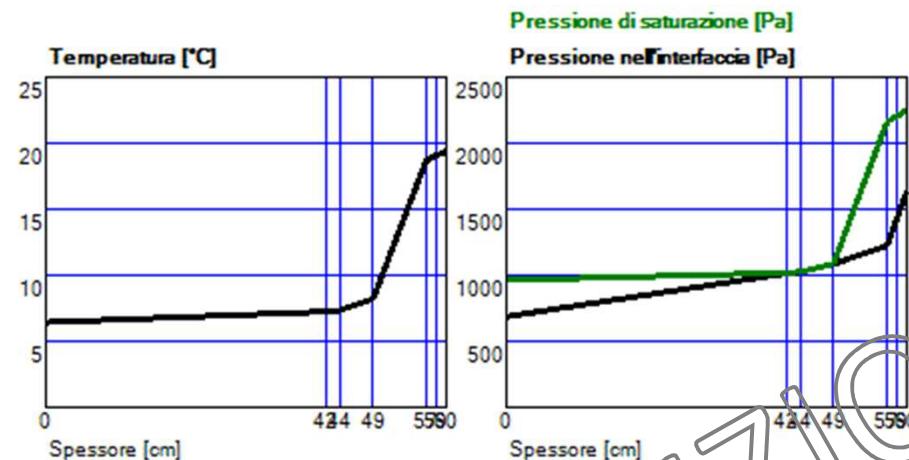
RISANAMENTO

→ Il problema è risolto?

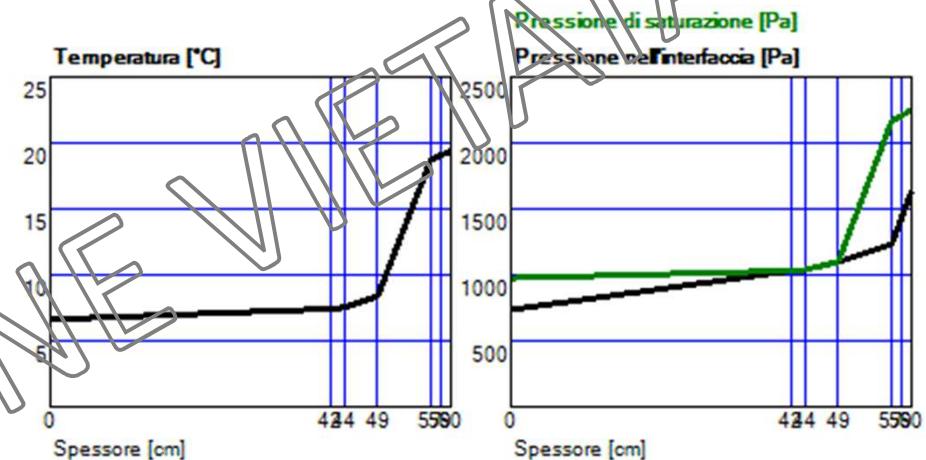


RISANAMENTO

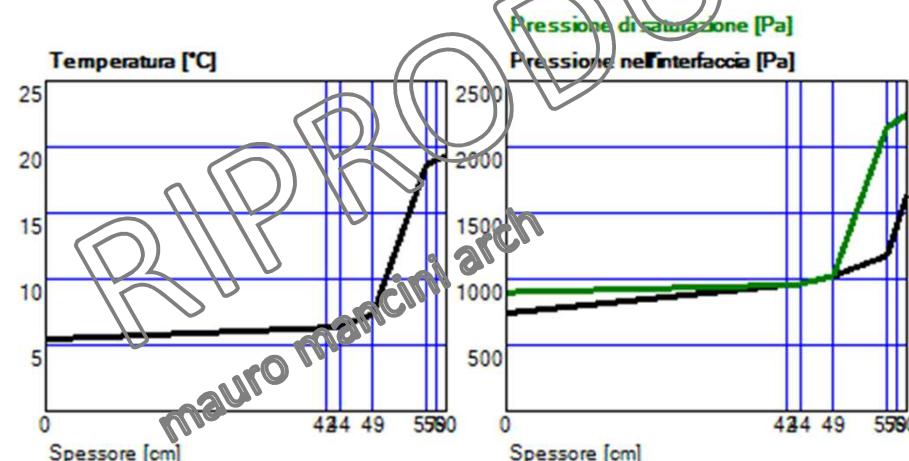
DICEMBRE



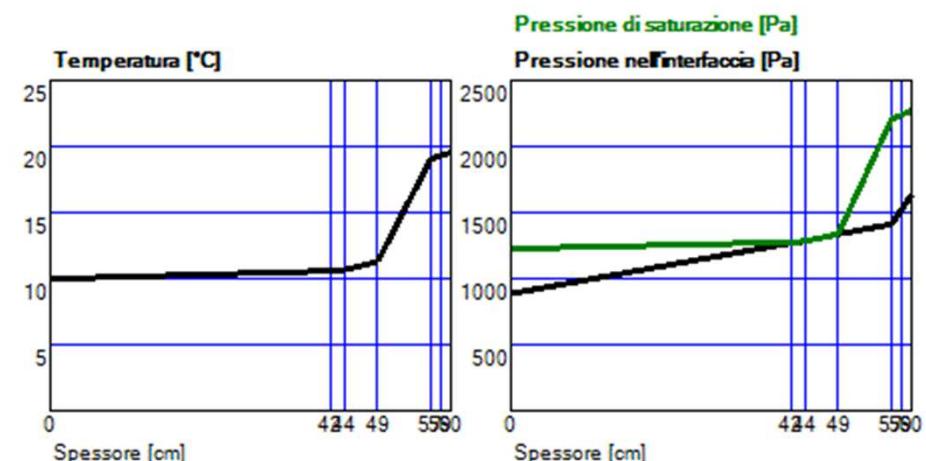
FEBBRAIO



GENNAIO



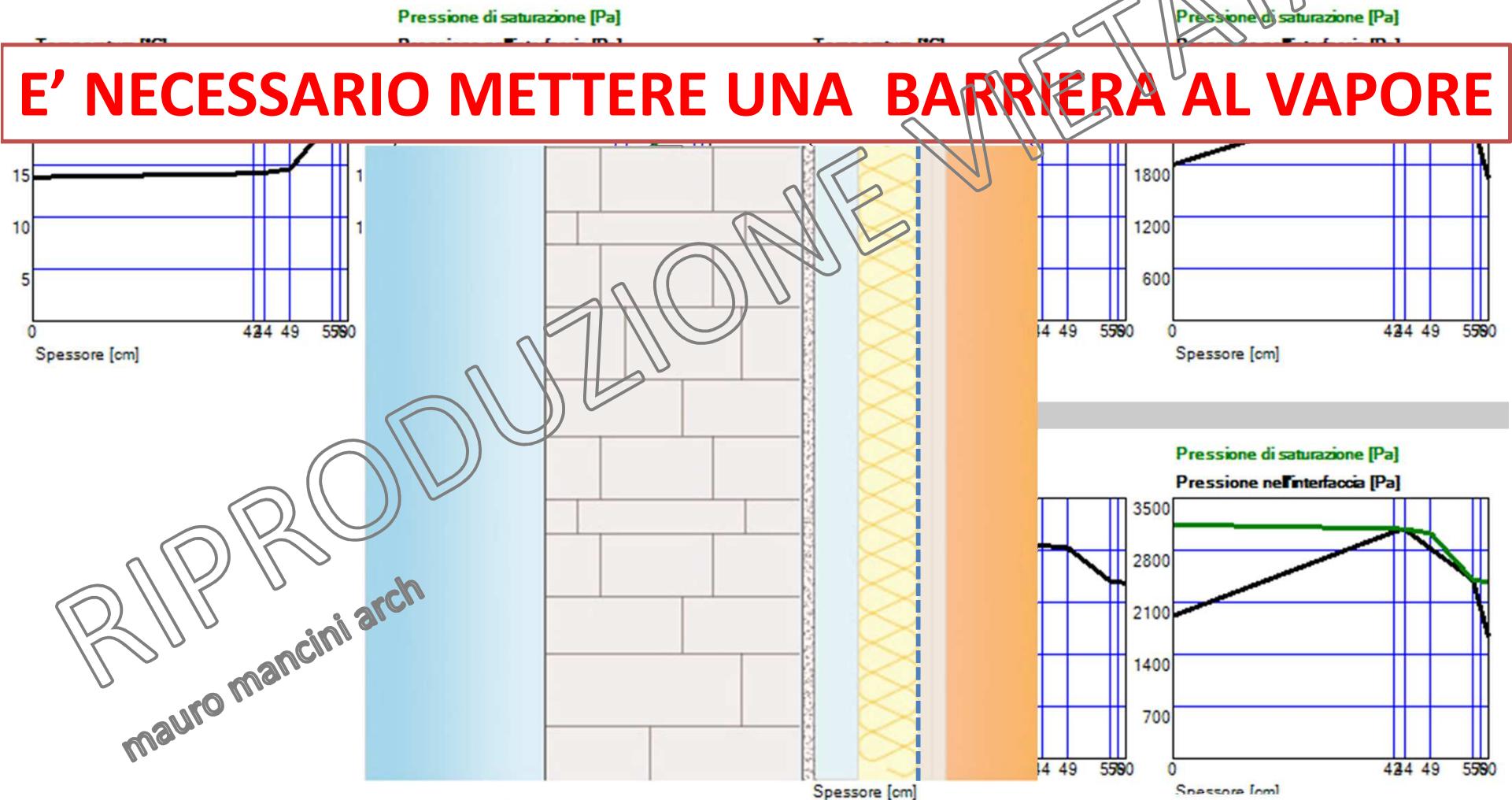
MARZO



RISANAMENTO

APRILE

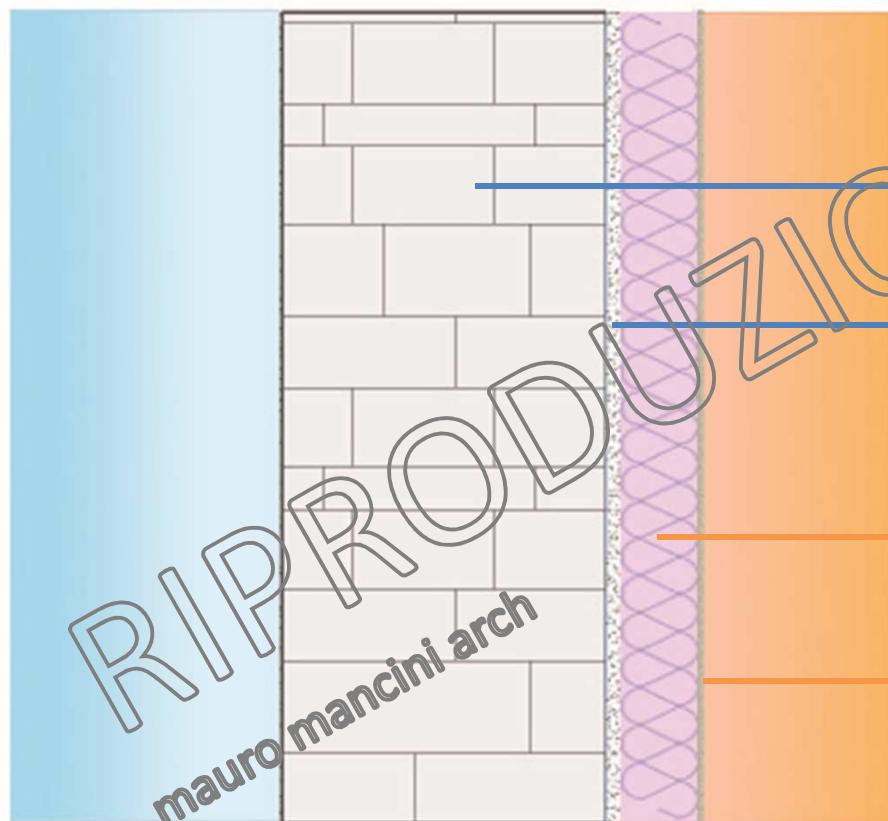
GIUGNO



RISANAMENTO

→ Soluzione n.1

PANNELLO CALCIO SILICATO



Muratura in pietra

42 cm

Intonaco calce e cemento

2 cm

Pannello CALCIO SILICATO

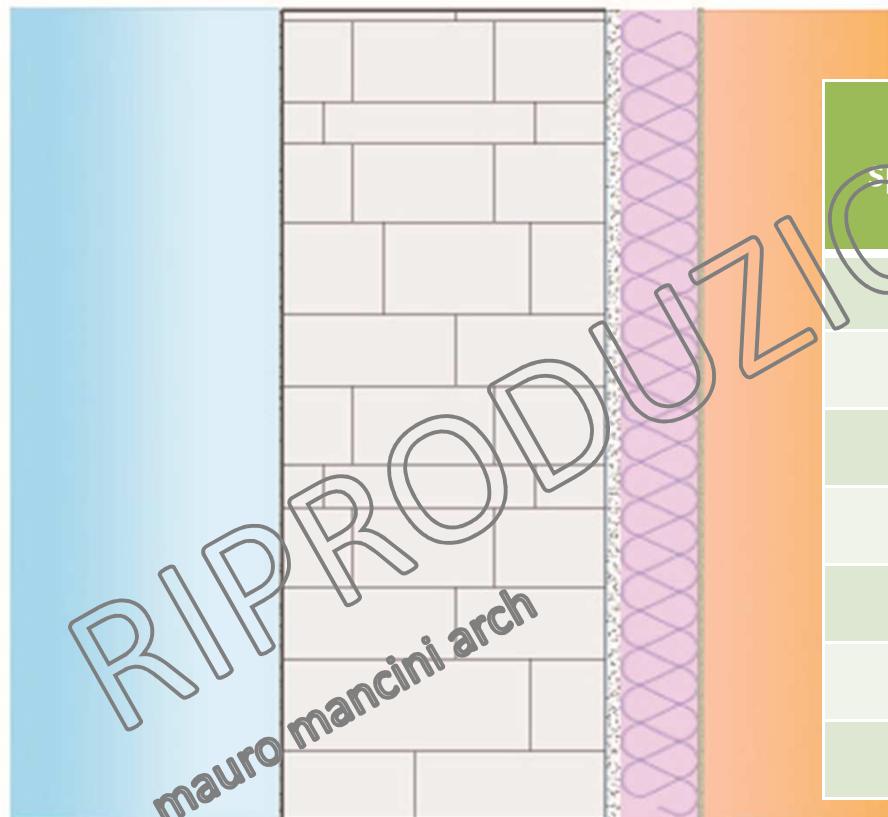
5,6 - 14 cm

Rasatura

RISANAMENTO

→ Soluzione n.1

PANNELLO MINERALE KLIMA



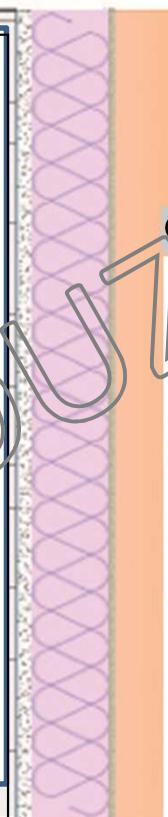
spessore	trasmittanza	% miglioramento prestazione	
Parete	2,723	--	--
5	0,565	-79,25%	-79,25%
6	0,495	-12,38%	-81,82%
8	0,397	-19,79%	-85,42%
10	0,331	-16,62%	-87,84%
12	0,284	-14,19%	-89,57%
14	0,249	-12,32%	-90,85%

RISANAMENTO

→ Soluzione n.1

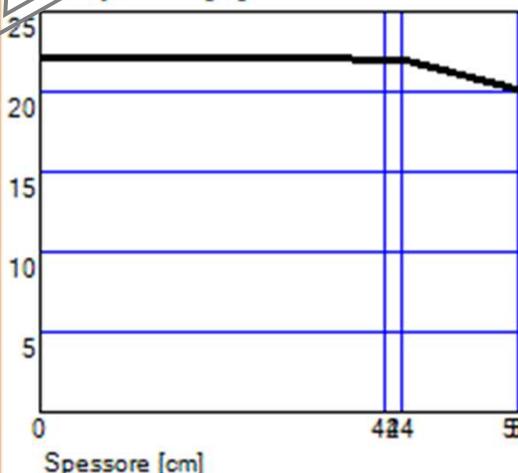
PANNELLO CALCIO SILICATO

Mese	Interfaccia 2	
	Flusso di vapore [kg/m²]	Condensa accumulata [kg/m²]
ottobre	0,0000	0,0000
novembre	0,2320	0,2320
dicembre	0,4370	0,6690
gennaio	0,4869	1,1559
febbraio	0,3876	1,5435
marzo	0,2494	1,7929
aprile	-0,0089	1,7840
maggio	-0,3247	1,4594
giugno	-0,7322	0,271
luglio	-1,0962	0,0000
agosto	0,0000	0,0000
settembre	0,0000	0,0000



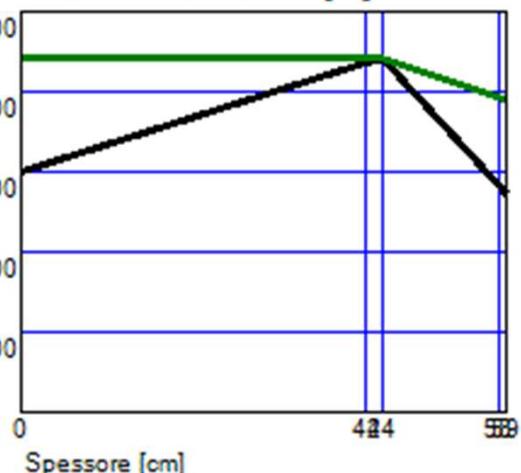
→ Il problema è risolto?

Temperatura [°C]



Pressione di saturazione [Pa]

Pressione nell'interfaccia [Pa]

~~mauro mancini arch.~~

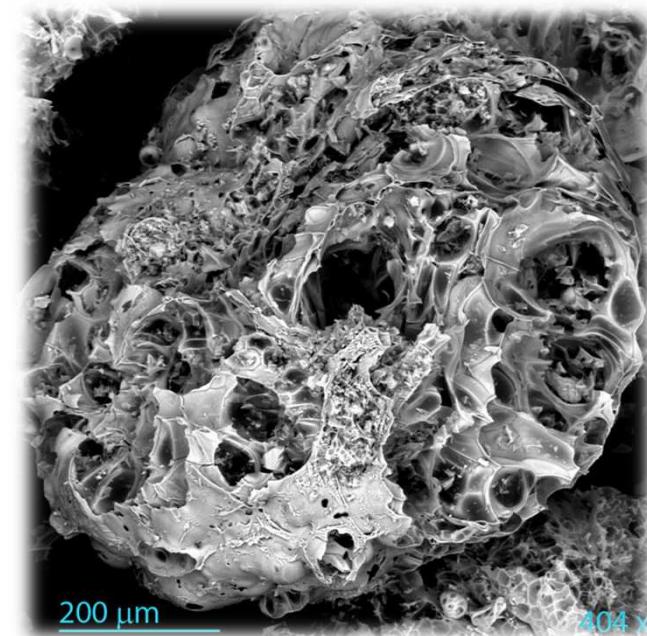
IGROSCOPICITÀ
DEI MATERIALI

RISANAMENTO

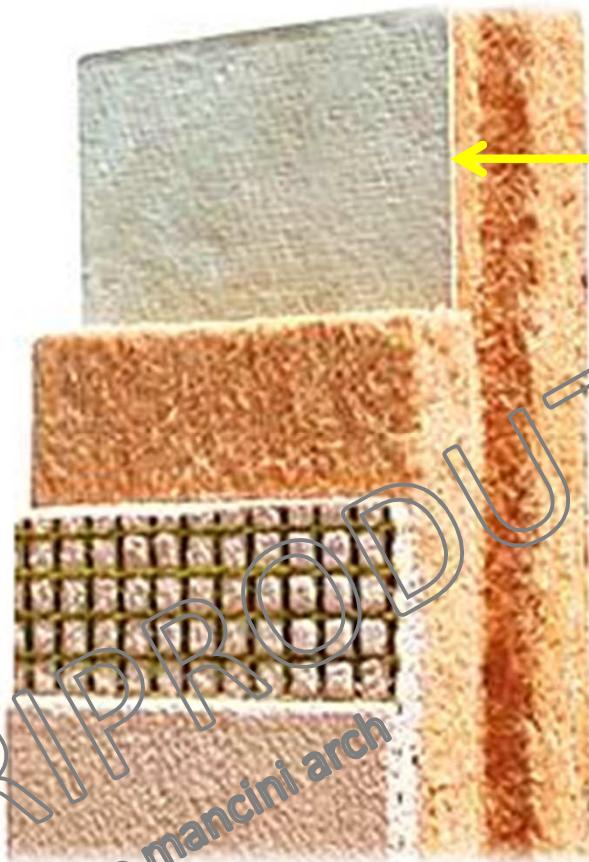
IL GRADO DI IGROSCOPICITÀ DETERMINA
LA MAGGIORE O MINORE ATTITUDINE
DI UN MATERIALE DI ASSORBIRE UMIDITÀ



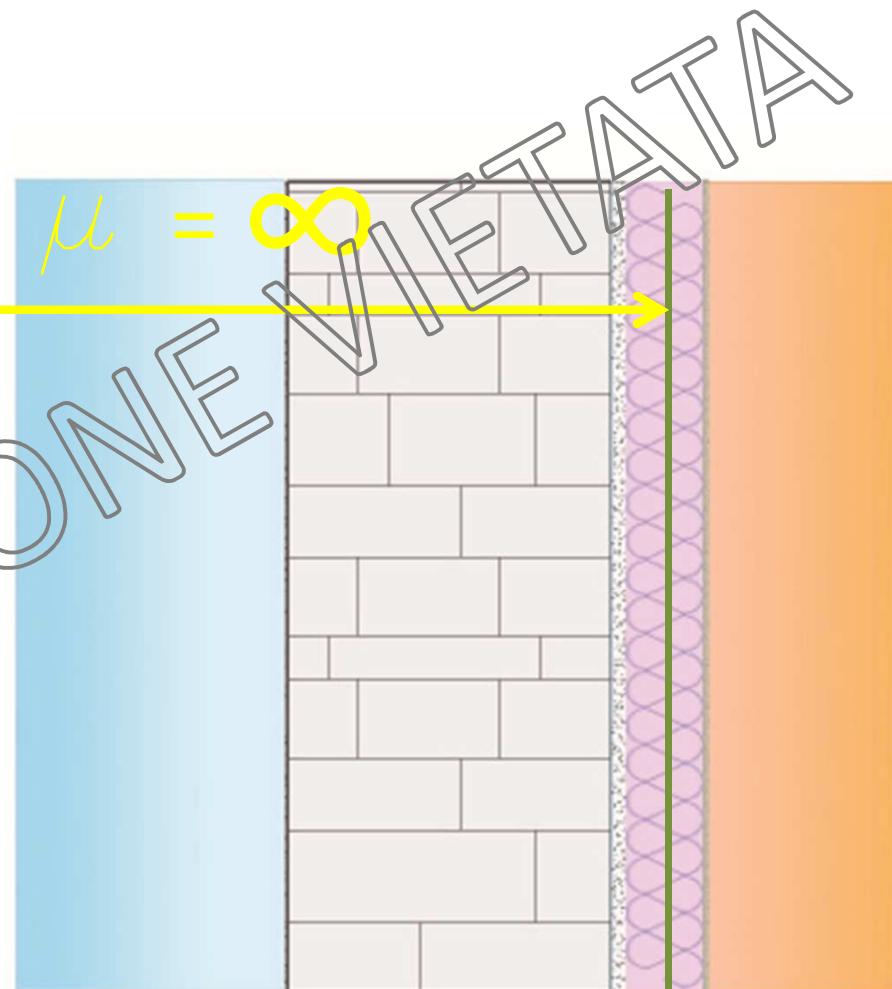
mauro mancini arch

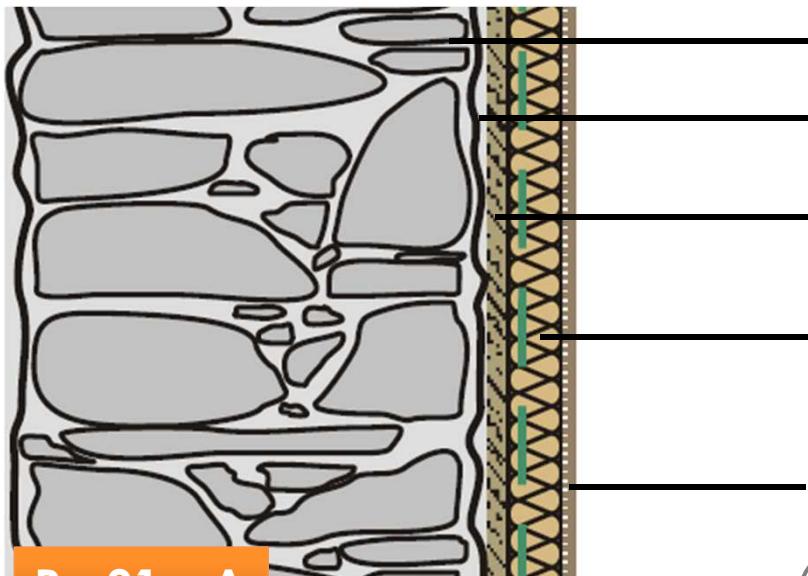


RISANAMENTO



RIPRODUZIONE
mauro mancini arch





Pp 01_A

Dati generali

Spessore:	0,535 m
Massa superficiale:	1413,00 kg/m ²
Resistenza:	0,3813 m ² K/W
Trasmittanza:	2,6226 W/m ² K

Parametri dinamici

Trasmittanza periodica:	0,3338 W/m ² K
Fattore di attenuazione:	0,1273
Sfasamento:	11h 39'

Muro in pietra 50 cm

Intonaco interno 1,5 cm -esterno 2 cm

Intonaco di fondo a base di argilla 1,5 cm

Isolamento termico in FL cappotto interno 6 cm

Intonaco a base di argilla 1,5 cm

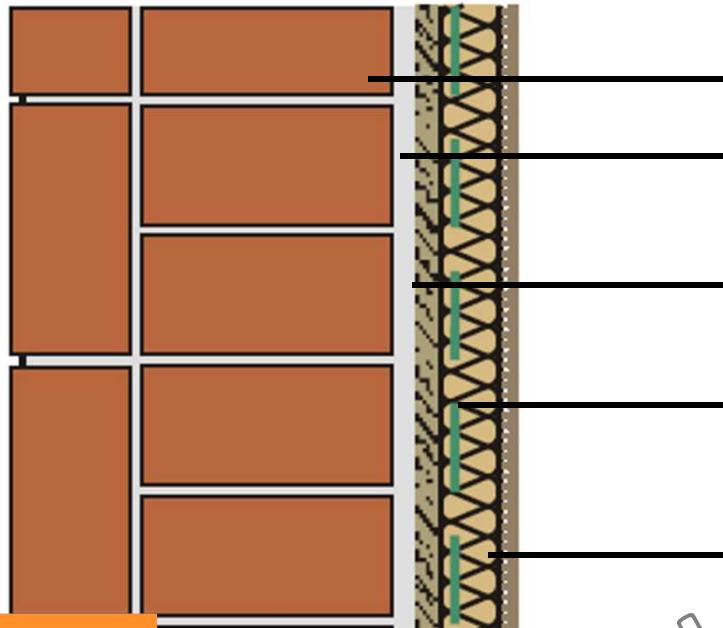
Pp 01_A

Dati generali

Spessore:	0,625 m
Massa superficiale:	1465,95 kg/m ²
Resistenza:	2,2158 m ² K/W
Trasmittanza:	0,4513 W/m ² K

Parametri dinamici

Trasmittanza periodica:	0,0205 W/m ² K
Fattore di attenuazione:	0,0453
Sfasamento:	17h 21'



Pp 02 _ A

Dati generali

Spessore: 0,375 m
 Massa superficiale: 573,00 kg/m²
 Resistenza: 0,7507 m²K/W
 Trasmittanza: 1,3321 W/m²K

Parametri dinamici

Trasmittanza periodica: 0,2837 W/m²K
 Fattore di attenuazione: 0,2129
 Sfasamento: 11h 24'

Muratura a 3 teste

Intonaco interno 1,5 cm

Intonaco di fondo a base di argilla 1, cm

Isolamento termico in F1 cappotto interno 6 cm

Intonaco a base di argilla 1,5 cm

Pp 02 _ B

Dati generali

Spessore: 0,460 m
 Massa superficiale: 619,85 kg/m²
 Resistenza: 2,5652 m²K/W
 Trasmittanza: 0,3898 W/m²K

Parametri dinamici

Trasmittanza periodica: 0,0205 W/m²K
 Fattore di attenuazione: 0,0526
 Sfasamento: 17h 47'

DIFFUSIVITÀ TERMICA



$$\alpha = \lambda / \rho \times C$$

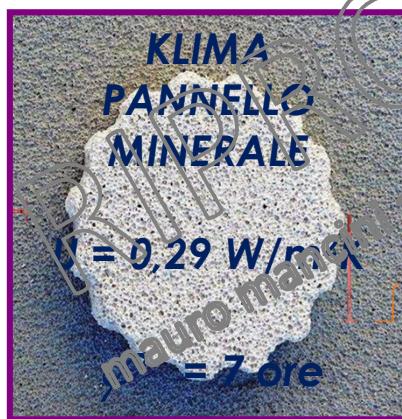
$[\text{m}^2/\text{s}]$

USO VIETATA

$$\begin{aligned}\lambda &= 0,04 \text{ Wm/K} \\ \rho &= 35 \text{ kg/m}^3 \\ C &= 1500 \\ \alpha &= 0,76 \text{ mm}^2/\text{s}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\lambda &= 0,04 \text{ Wm/K} \\ \rho &= 150 \text{ kg/m}^3 \\ C &= 2100 \\ \alpha &= 0,12 \text{ mm}^2/\text{s}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\lambda &= 0,04 \text{ Wm/K} \\ \rho &= 130 \text{ kg/m}^3 \\ C &= 1400 \\ \alpha &= 0,21 \text{ mm}^2/\text{s}\end{aligned}$$

POLISTIRENE ESPANSO

POLIURETANO ESPANSO

FIBRA DI LEGNO

FIBRA DI KENAF

FIBRA DI COTONE

FIBRA DI LINO

LANA DI PECORA

LANA DI ROCCIA

SCHIUMA MINERALE

CALCIO SILICATO

PERLITE ESPANSA

ARGILLA ESPANSA

PAGLIA

SUGHERO

VETRO CELLULARE

DIFFUSIVITA'
TERMICA

VIETATISSIMA



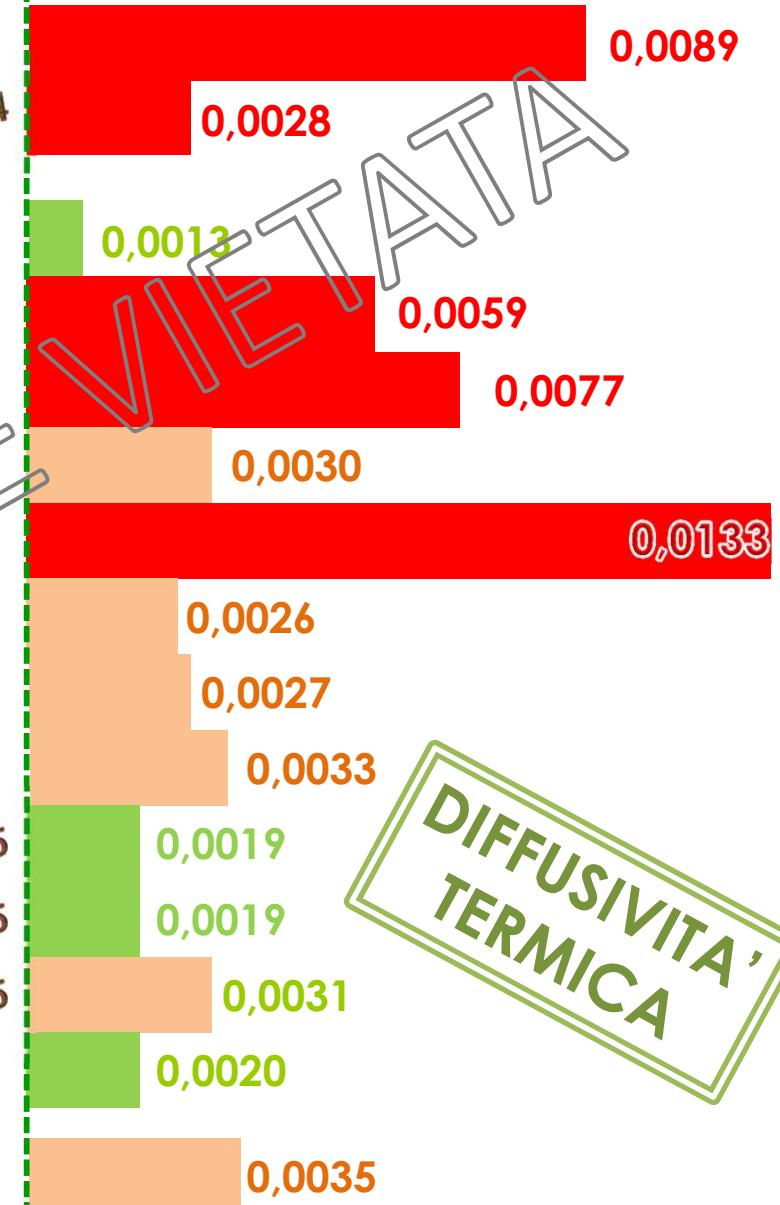
RIPRODUZIONE
mauro mancini arch

POLISTIRENE ESPANSO
POLIURETANO ESPANSO

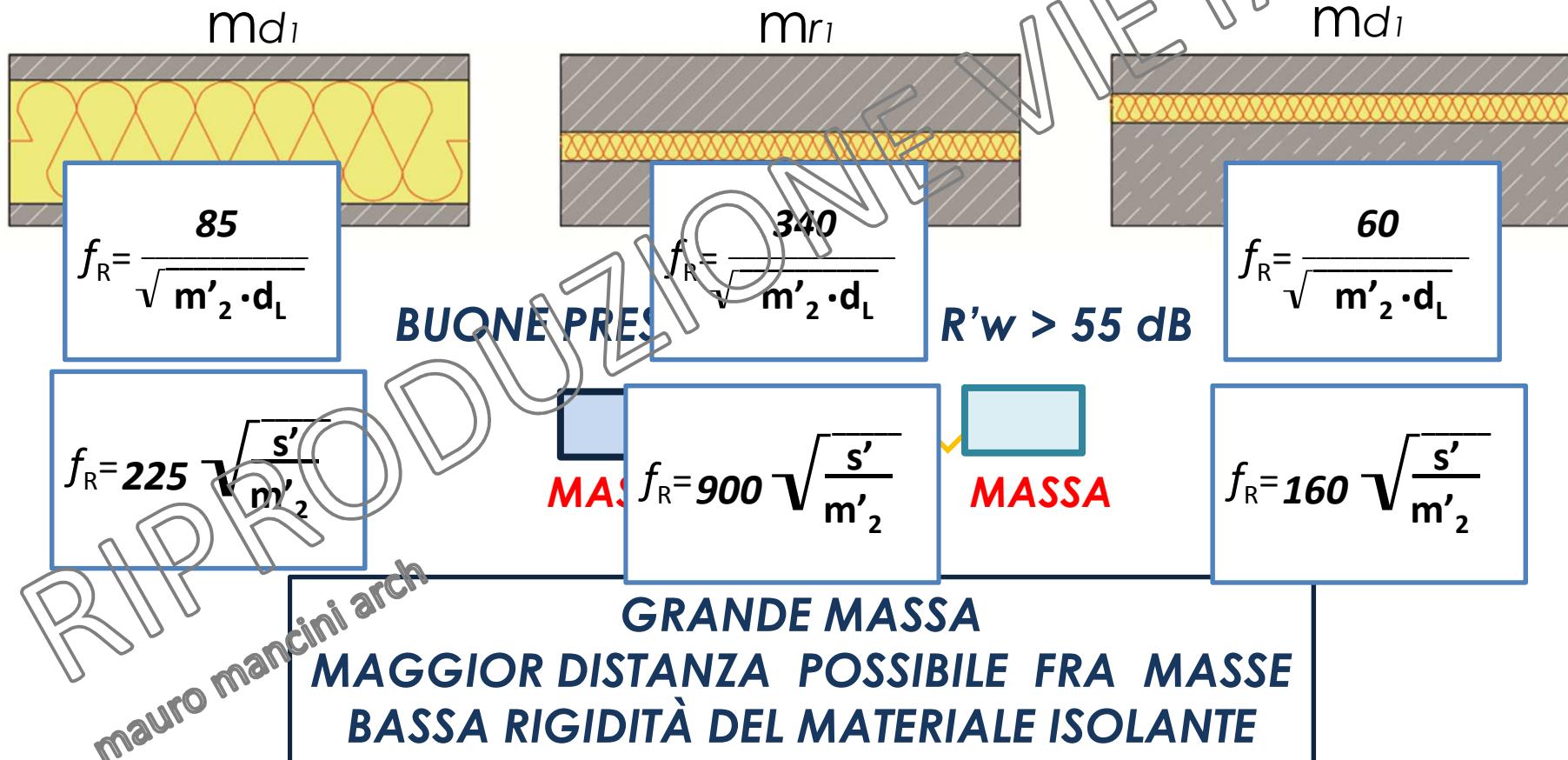
$\lambda=0,034$

FIBRA DI LEGNO
FIBRA DI KENAF
FIBRA DI COTONE
FIBRA DI LINO
LANA DI PECORA
LANA DI ROCCIA
SCHIUMA MINERALE
CALCIO SILICATO
PERLITE ESPANSA
ARGILLA ESPANSA
PAGLIA
SUGHERO
VETRO CELLULARE

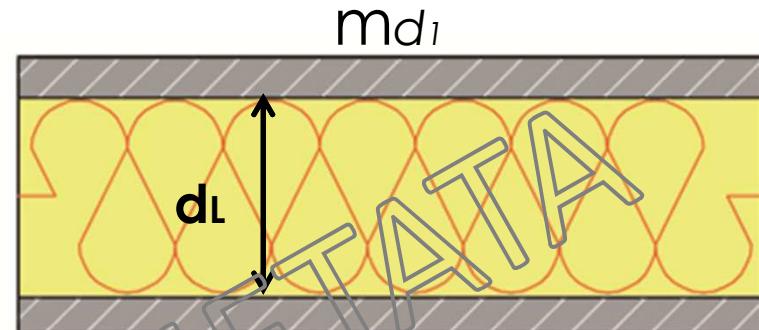
RIPRODUZIONE
mauro mancini arch



COMPORTAMENTO ACUSTICO STRUTTURE DOPPIE



COMPORTAMENTO ACUSTICO STRUTTURE DOPPIE



$$f_R = \frac{85}{\sqrt{m'_2 \cdot d_L}}$$

$$f_R = \frac{85}{\sqrt{15,4 \cdot 0,03}}$$

$$= 125 \text{ Hz}$$

$$f_R = \frac{85}{\sqrt{15,4 \cdot 0,03 \cdot 2}}$$

$$= 88 \text{ Hz}$$

RIPRODUZIONE VIEVATA
mauro mancini arch

**GRANDE MASSA
MAGGIOR DISTANZA POSSIBILE FRA MASSE
BASSA RIGIDITÀ DEL MATERIALE ISOLANTE**

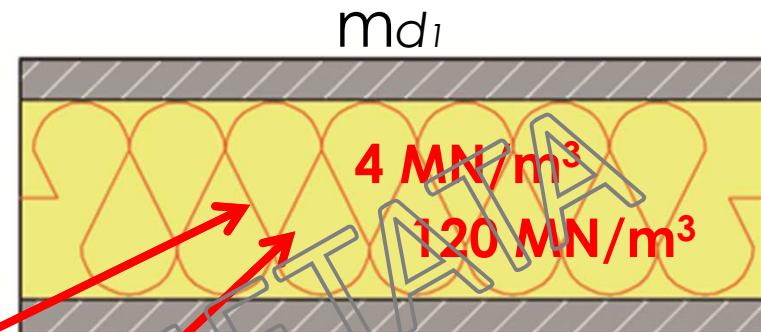
COMPORTAMENTO ACUSTICO STRUTTURE DOPPIE

$$f_R = 225 \sqrt{\frac{s'}{m'_2}}$$

$$f_R = 225 \sqrt{\frac{4}{15,4}}$$

$$f_R = 225 \sqrt{\frac{120}{15,4}}$$

ELASTICO
RIGIDO
115Hz



LEGNO
TRUCIOLARE
 ρ 700 kg/m³
S 22 mm
 m'_2 15,4 kg/m²

= 628Hz

RIPRODUZIONE VETRATA
mauro mancini arch

**GRANDE MASSA
MAGGIOR DISTANZA POSSIBILE FRA MASSE
BASSA RIGIDITÀ DEL MATERIALE ISOLANTE**

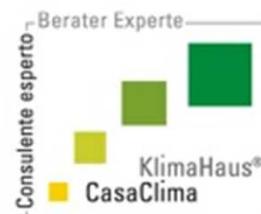
... per concludere

L'obiettivo è quello di trovare la compatibilità tra attività umana e ambiente, e cercare di fare in modo che tale compatibilità si mantenga durevole

RIPRODUZIONE VIETATA
mauro mancini arch



MAURO MANCINI
architetto



+ 39 329 96 44 372
mmanciniarc@gmail.com

Corso Cairoli, 11
62100 MACERATA
tel / fax +39 0733 47 02 19

Consulting Research Environment Architecture

Grazie per l'attenzione!



dinamic ARCHITETTURA