

Isolare con le LANE MINERALI

Relatore:

Dott. Ing. Stefano Casali

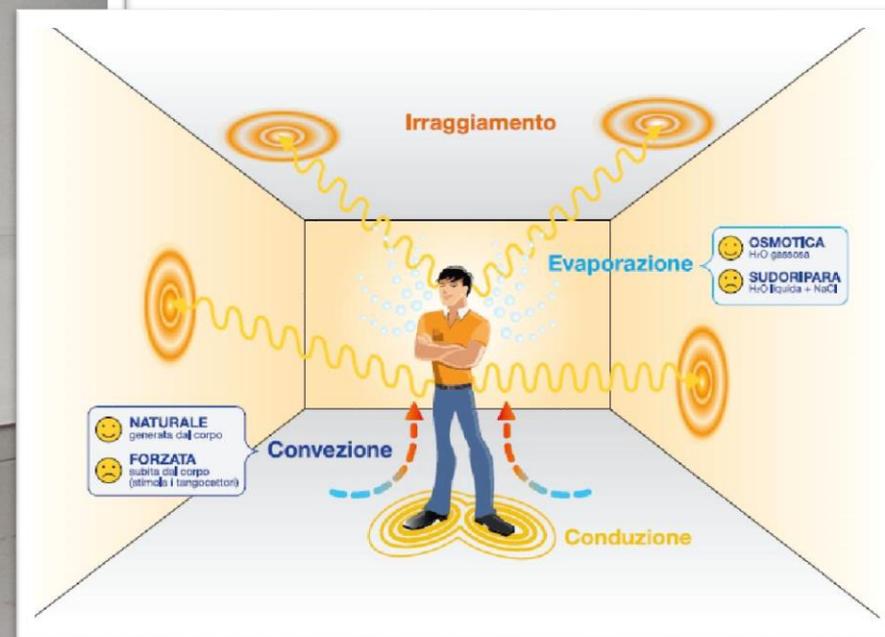
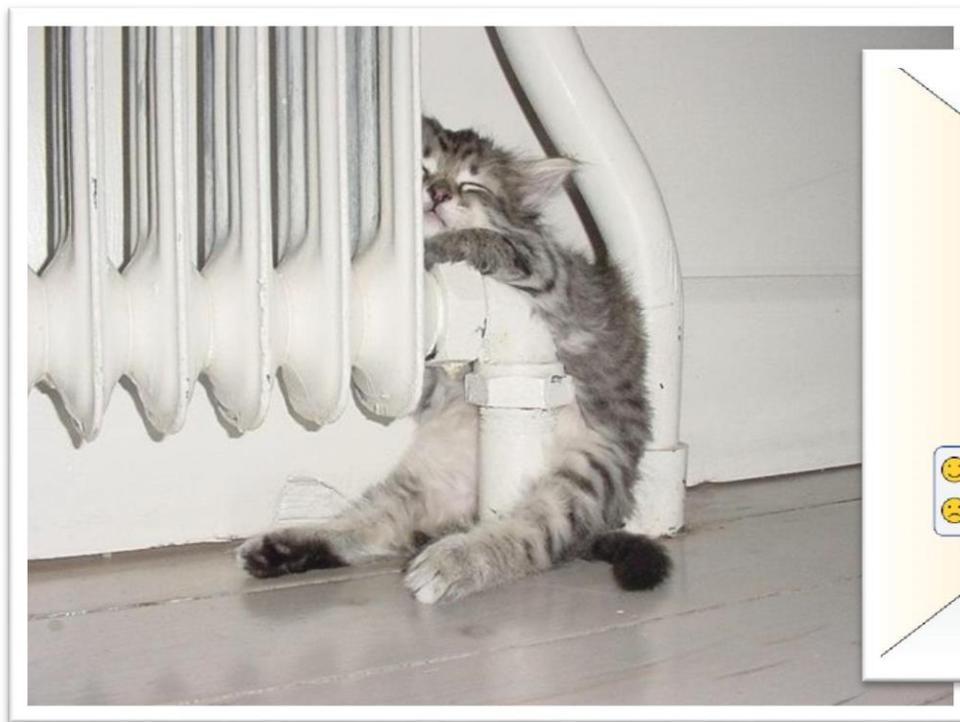
Responsabile tecnico

Termolan Srl



Isolamento in edilizia: perché?

- Comfort termico



Isolamento in edilizia: perché?

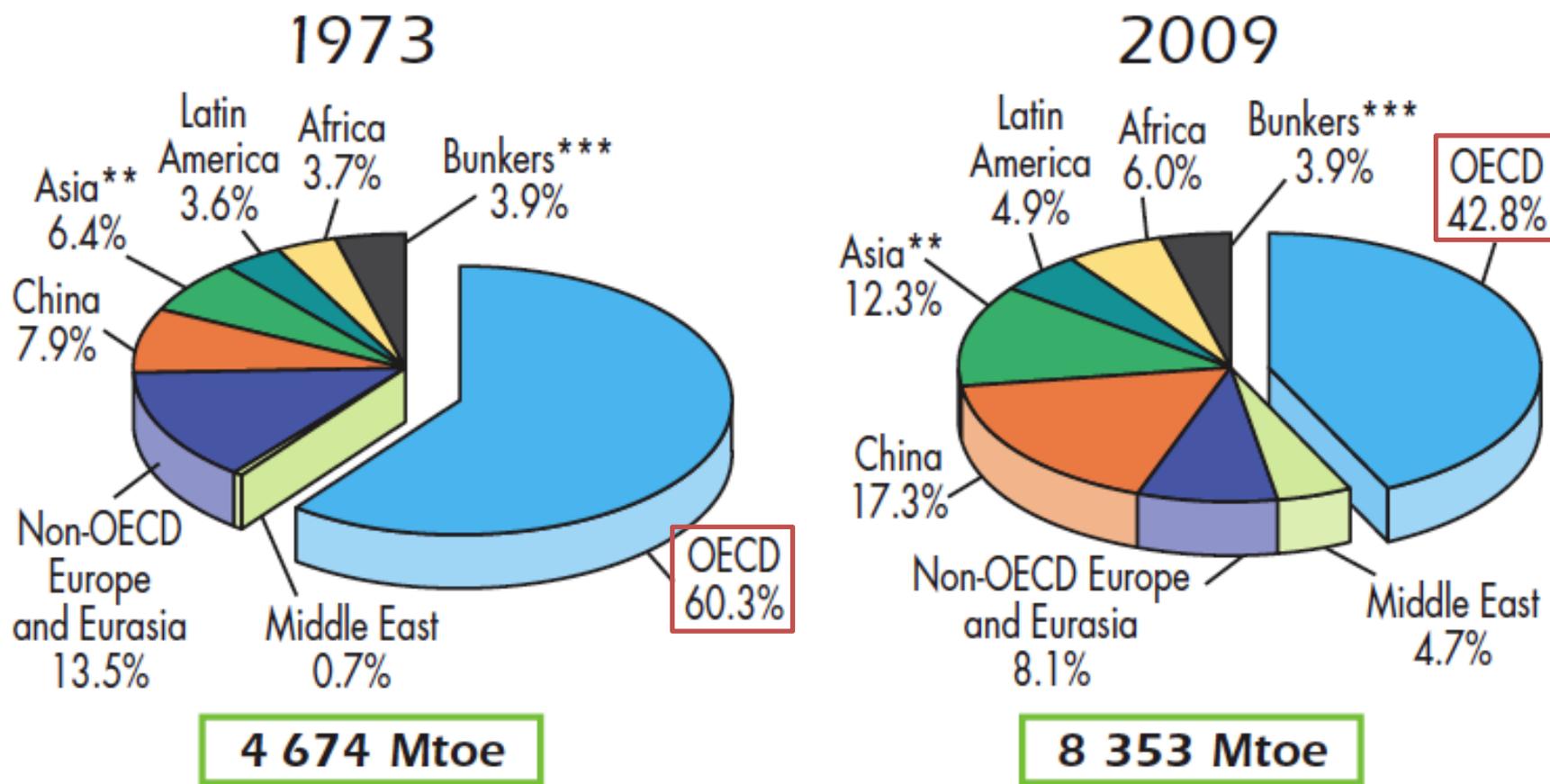


Siamo sempre più energivori!

La vignetta di ellekappa

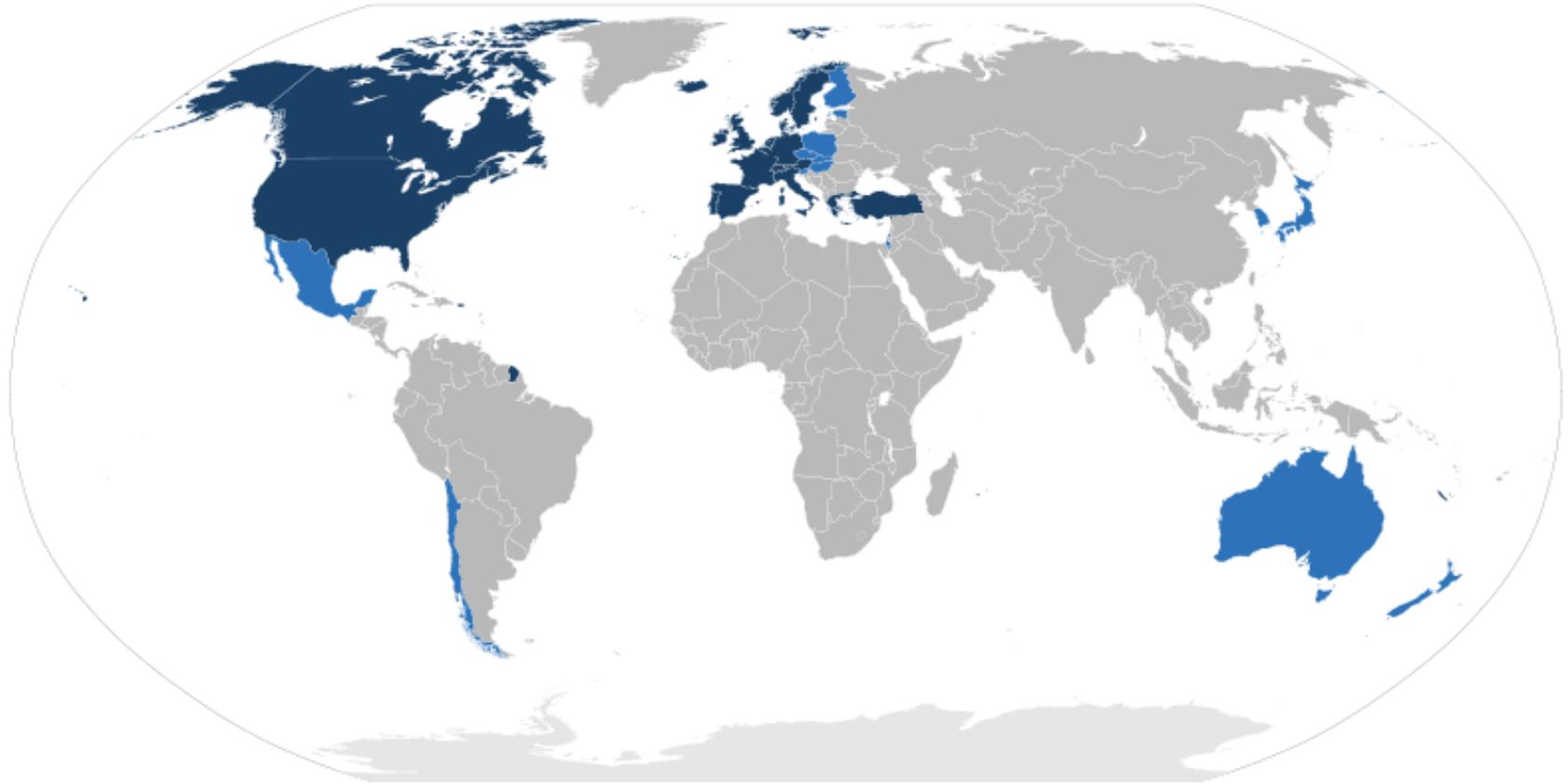


Consumo di energia nel mondo

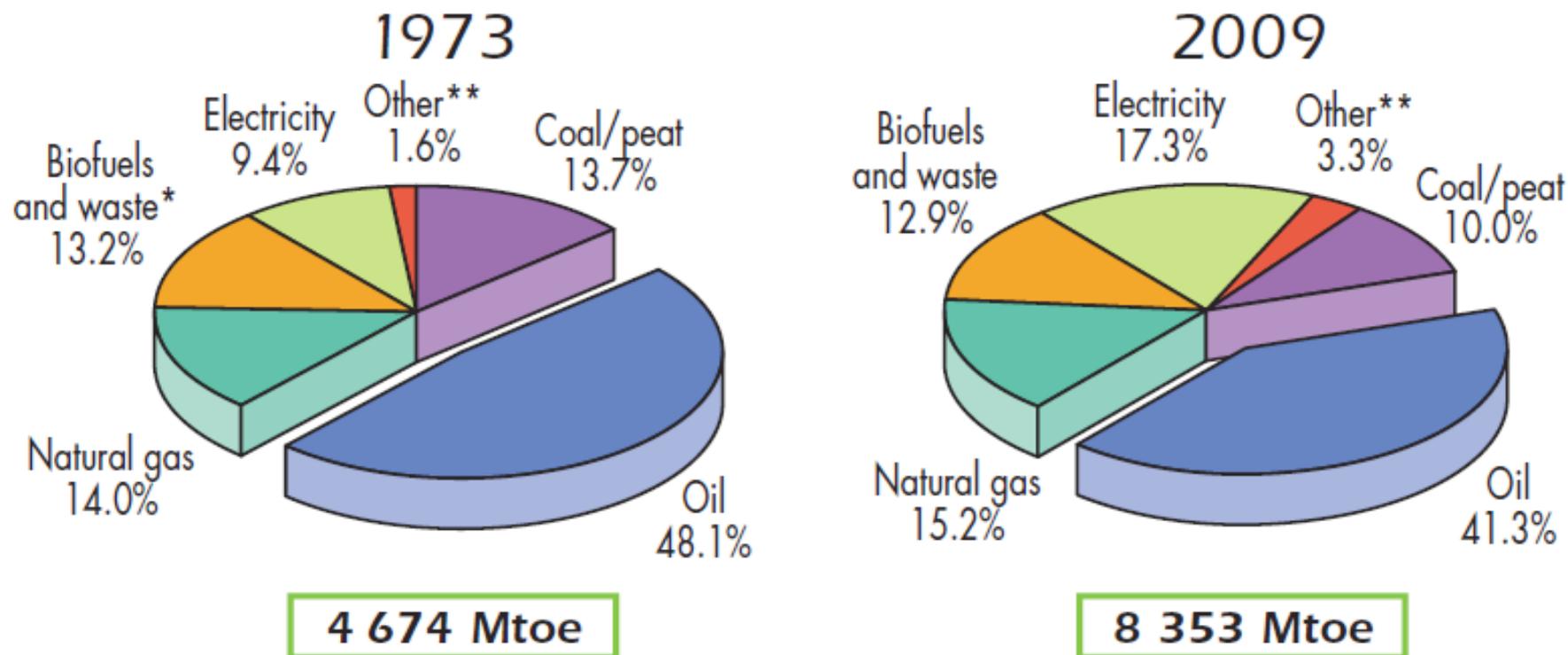


Fonte: IEA [International Energy Agency]

Consumo di energia nel mondo – Paesi OCSE (OECD)



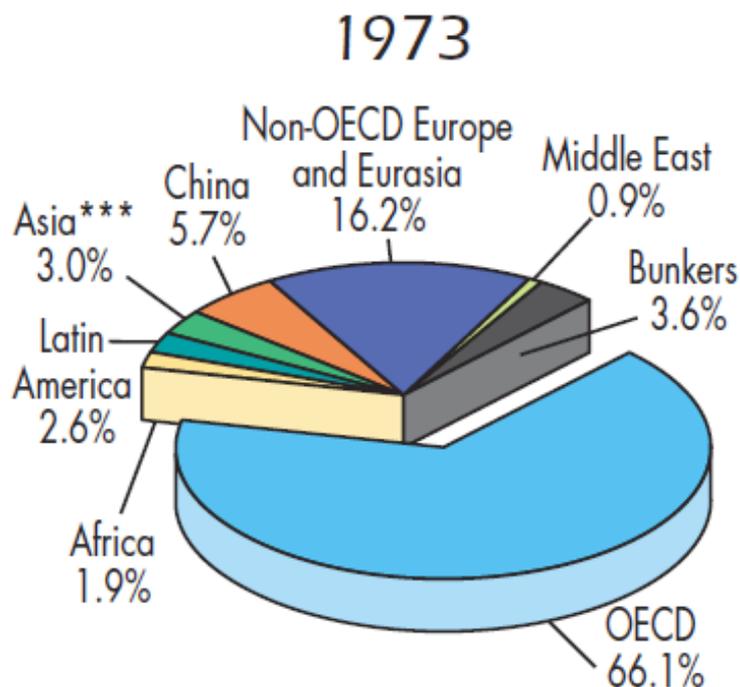
Sfruttamento delle fonti di energia



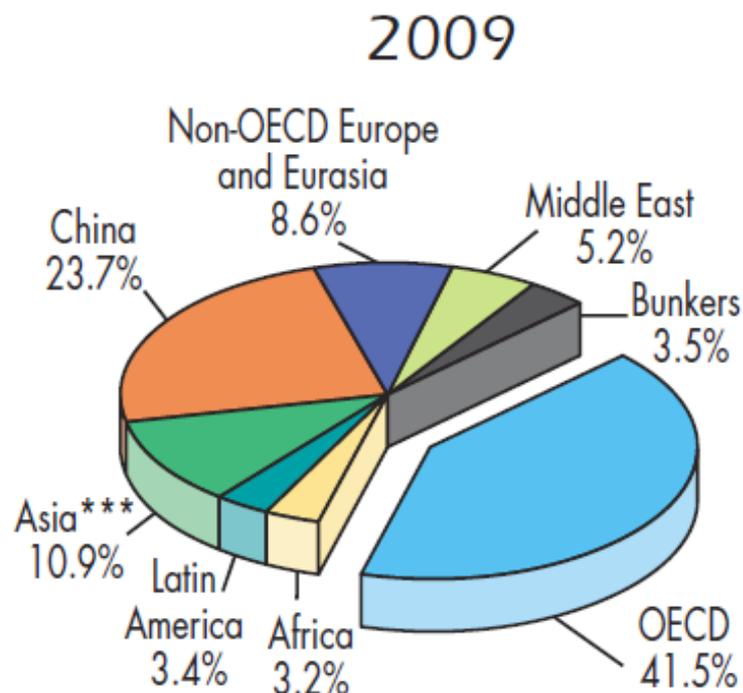
*Data prior to 1994 for biofuels and waste final consumption have been estimated.

**Other includes geothermal, solar, wind, heat, etc.

Fonte: IEA [International Energy Agency]

Emissioni di CO₂ nel mondo

15 624 Mt of CO₂

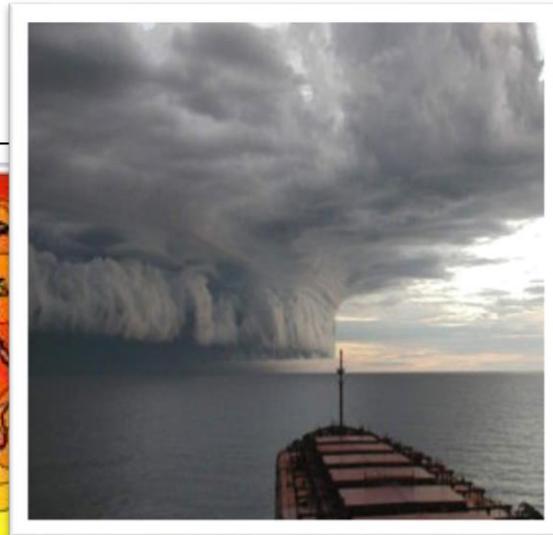
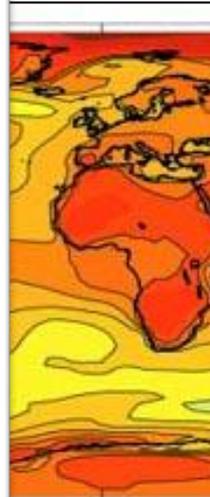


28 999 Mt of CO₂

World includes international aviation and international marine bunkers, which are shown together as Bunkers. **Calculated using the IEA's energy balances and the Revised 1996 IPCC Guidelines. CO₂ emissions are from fuel combustion only. *Asia excludes China.*

Fonte: IEA [International Energy Agency]

Effetto dei gas serra



180°

90° Ovest

0°

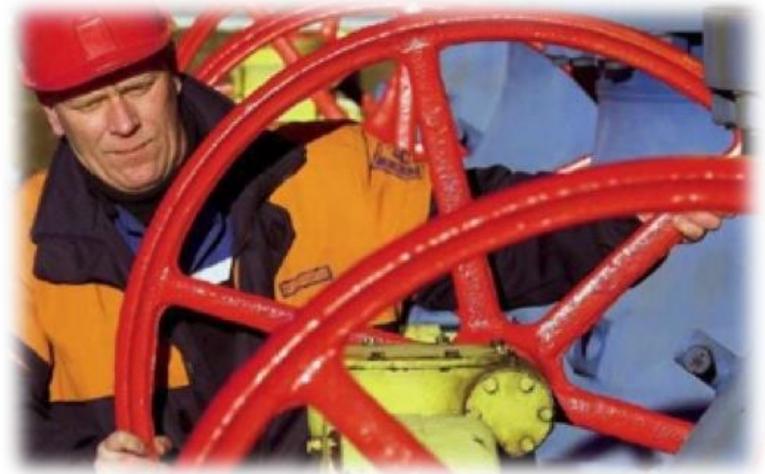


Effetto dei gas serra



Non è solo un problema di Clima

- Quasi tutte le nazioni europee, non hanno in futuro la sicurezza dell'approvvigionamento di energia (Italia in primis)
- Il costo dell'energia aumenta vertiginosamente
- **Priorità della nazioni di tagliare costi energetici**



Non è solo un problema di Clima

- 4 nazioni al mondo controllano le più importanti riserve di petrolio
- 3 nazioni al mondo controllano le più importanti riserve di gas
- La domanda di energia è in crescita e le riserve sono in calo
- L'80% dei produttori di petrolio, stanno lottando contro la riduzione della produzione.
- L'importazione di energia della UE crescerà dal 56% al 70% senza interventi specifici



E l'edilizia cosa c'entra con questi numeri?

COME USIAMO L'ENERGIA IN EUROPA

31%

dell'energia in EU è
usata per i trasporti



28%

dell'energia in EU è
usata nell'industria



41%

dell'energia in EU è
usata nelle abitazioni



E l'edilizia cosa c'entra con questi numeri?

- 2/3 dell'energia consumata nelle abitazioni è usata per il riscaldamento ed il condizionamento
- 80% dell'energia è consumata in piccole abitazioni < 1000 m²



E l'edilizia cosa c'entra con questi numeri?

- Intervenire sulle abitazioni può ridurre efficacemente l'emissione di gas serra



Prima della ristrutturazione:

- 4500 l equivalenti di petrolio all'anno
- 14 tonnellate di CO² all'anno

Dopo la ristrutturazione:

- 900 l equivalenti di petrolio
- 2,8 tonnellate di CO² prodotte all'anno
- 1900 € in meno di costi di riscaldamento

- **11,2 tonnellate in meno di CO²**

In conclusione: perché isolare?

1. RAGIONI AMBIENTALI / ETICHE

- controllo gas serra
- uso responsabile delle risorse
- rispetto dall'ambiente
- ...



In conclusione: perché isolare?

2. RAGIONI ECONOMICHE

- gestione delle limitate e costose risorse energetiche
- risparmio durante vita dell'immobile
- sgravi fiscali, incentivi
- ...



In conclusione: perché isolare?

3. RAGIONI COMMERCIALI

- “la casa in Classe A”
- appeal dell’ecosostenibilità
- ...

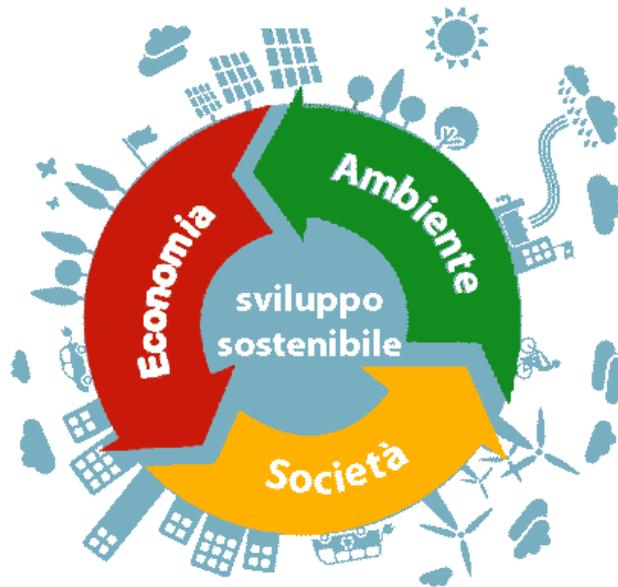


In conclusione: perché isolare?

- **Sviluppo sostenibile:**

«L'umanità ha la possibilità di rendere sostenibile lo sviluppo, cioè di far sì che esso soddisfi i bisogni dell'attuale generazione senza compromettere la capacità delle generazioni future di rispondere ai loro»

1987 - World Commission on Environment and Development



In conclusione: perché isolare?

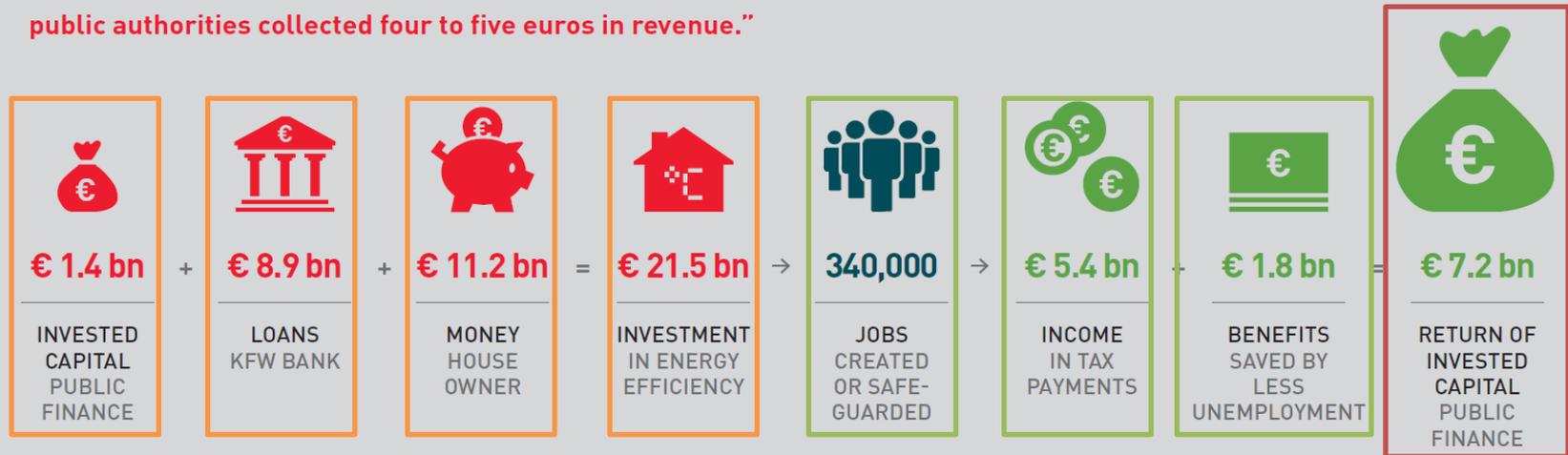


• **Sviluppo sostenibile = UTOPIA? NO!!**

The “best climate and economic recovery programme”

In Germany, over the last two years, we have seen 250,000 to 340,000 jobs created or safeguarded per year, saved CO₂ emissions, and a virtual money machine that pays society back 4-5 euros for every euro it gives in subsidies or low-interest loans to energy efficient building projects. According to Jülich Research Centre ¹ > this is the outstanding result of Germany’s KfW building energy efficiency programme. WWF has labeled Germany’s energy efficiency scheme for buildings the “best climate and economic recovery programme”.

“For every euro that went into the promotion of energy-efficient construction and refurbishment in 2010, public authorities collected four to five euros in revenue.”



In conclusione: perché isolare?

- **Sviluppo sostenibile**



Ambiente



Economia



Società

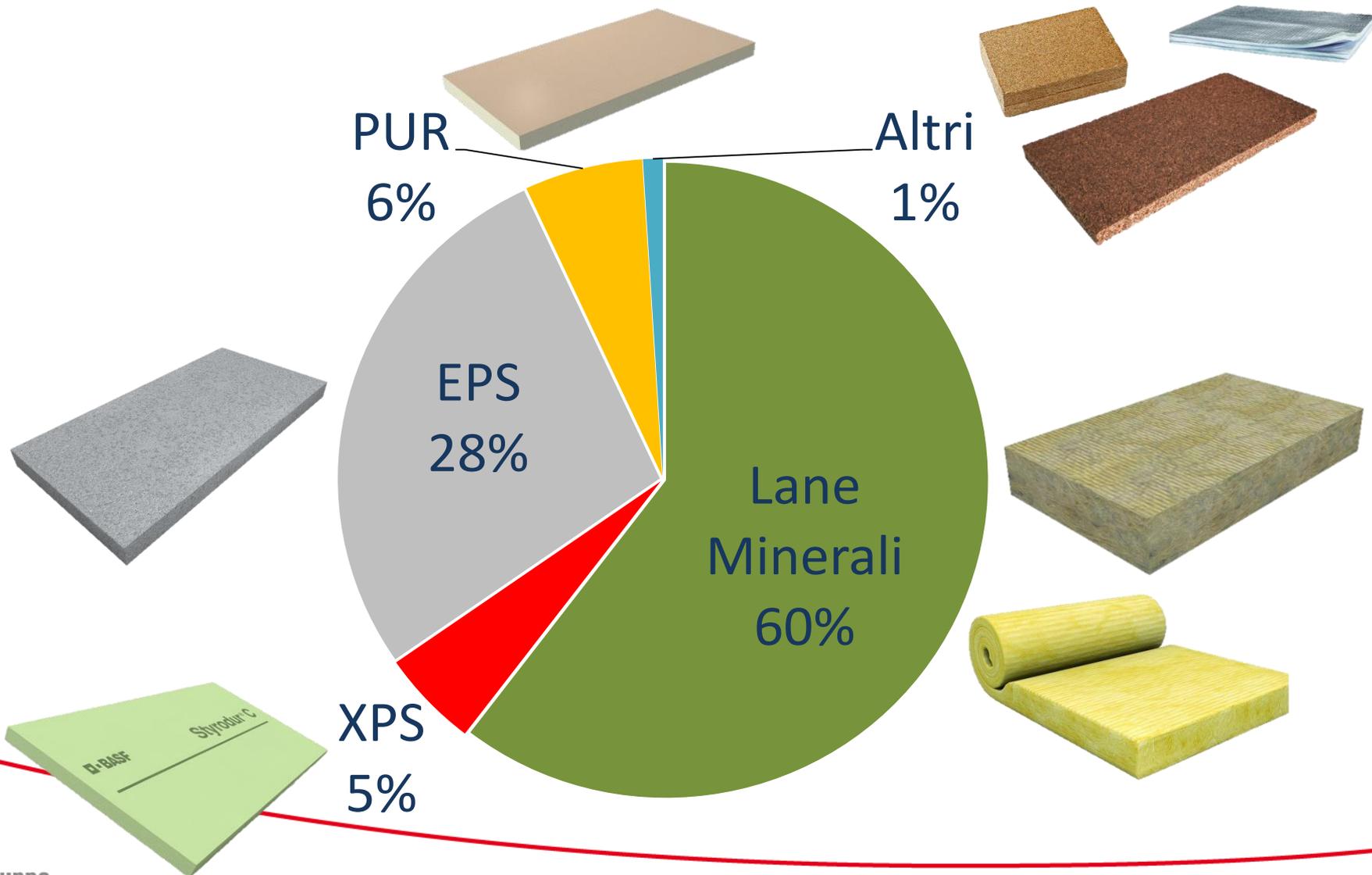
In conclusione: perché isolare?

- **Sviluppo sostenibile**



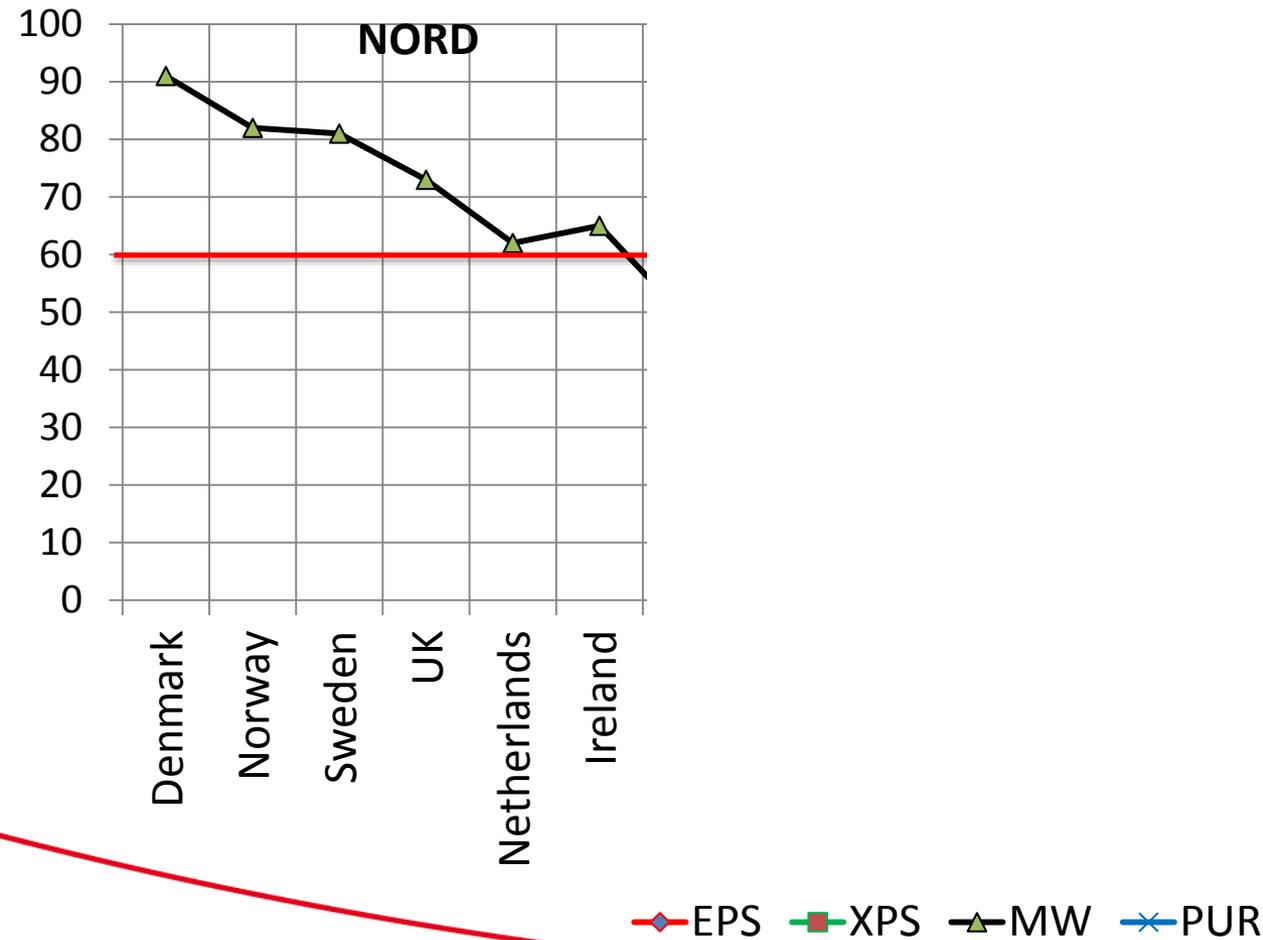
«Costa meno risparmiare energia piuttosto che produrne altra»

Il mercato degli isolanti in Europa



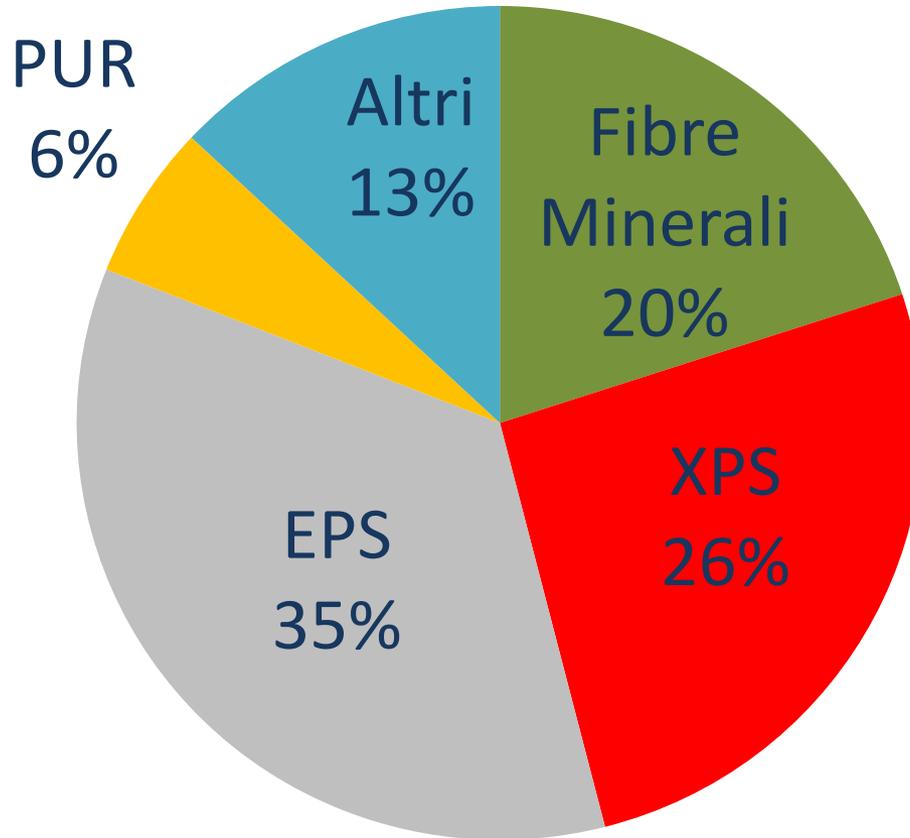
Dati 2005, fonte ENI

Il mercato degli isolanti in Europa



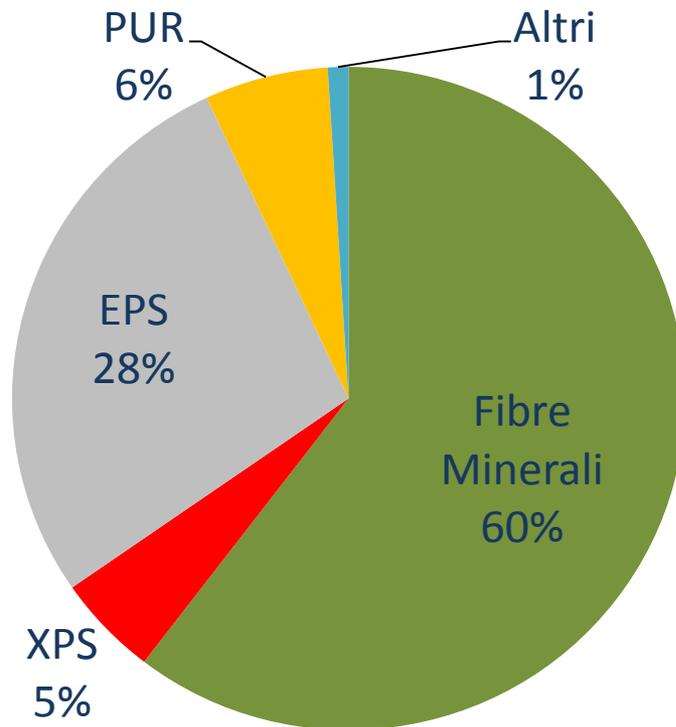
Dati 2005, fonte ENI

Il mercato degli isolanti in ITALIA

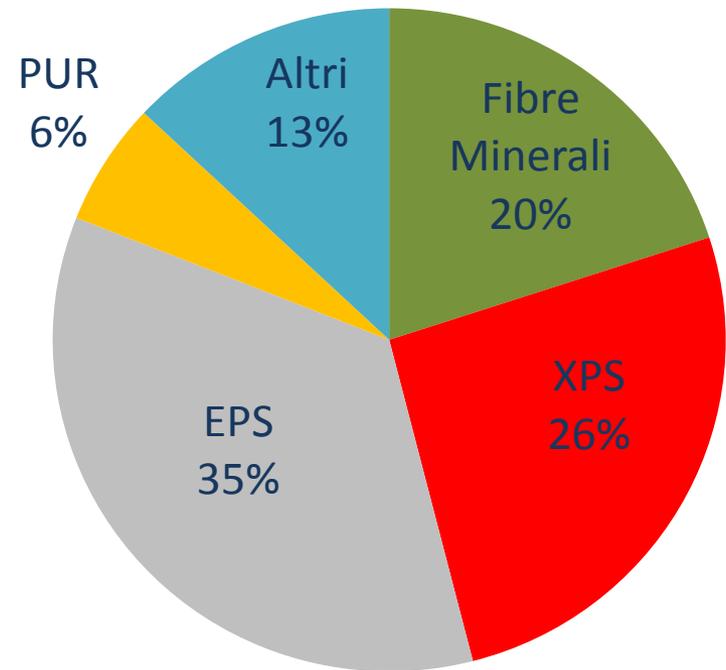


Il mercato degli isolanti in Europa - Italia

Europa



Italia



Cosa ha fatto l'Europa nell'ambito delle normative



- **“Pacchetto 20-20-20”**

Varato dal Parlamento Europeo nel Gennaio 2008 (Contenuto nella Direttiva 2009/29/CE) sancisce gli obiettivi che l'Europa si prefigge di raggiungere entro il **2020**

- **Diminuzione del 20% delle emissioni di gas serra**
- **Energia prodotta con fonti rinnovabili al 20%**
- **Risparmio energetico complessivo del 20%**

Cosa ha fatto l'Europa

- **Direttiva 2010/31/CE**

Entrata in vigore il 09/07/2010 manderà in pensione la direttiva 2002/91/CE a partire dal 01/02/2012, fissa gli impegni in termini di rendimento energetico in edilizia presi dalla comunità Europa.

Principali novità:

- Nuovi limiti nell'ottica di costi/benefici
- tutti i nuovi edifici costruiti dopo il 2020 dovranno essere **edifici a basso consumo energetico** (quasi zero)
[con una scadenza anticipata al **2018** se l'edificio nuovo sarà di proprietà o occupato da **ente pubblico**]
- Certificazione energetica indipendente e soggetta a controlli

Normativa vigente in Italia

- L'attuale direttiva di riferimento per la normativa italiana è ancora la
- 2002/91/CE "Rendimento energetico nell'edilizia"
- (denominata EPBD, Energy Performance Buildings Directive)

L'ultimo decreto legislativo che risponde a questa direttiva è il

Decreto del Presidente della Repubblica del 2 Aprile 2009 n°59

DPR 59/09

in vigore dal 25 giugno 2009

Quadro temporale

direttiva 2002/91/CE

Obbligo uso fonti rinnovabili

Da:	17 gen 1991	17 ago 2005	8 ott 2005	2 feb 2007	25 giu 2009	29 mar 2011
A:	16 ago 2005	7 ott 2005	1 feb 2007	24 giu 2009	28 mar 2011	--
In vigore:	LEGGE 10/91 e decreti attuativi	LEGGE 10/91 + DM 178/05	DLgs 192/05	DLgs 192/05 + DLgs 311/06	DLgs 192/05 + DLgs 311/06 + DPR 59/09	DLgs 192/05 + DLgs 311/06 + DPR 59/09 + DLgs 28/11

Modifica ed integra il Dlgs 192/05

Decreto attuativo del il Dlgs 192/05

- 1) i criteri di calcolo e requisiti minimi per gli impianti
- 2) i criteri generali di prestazione energetica per l'edilizia convenzionata, pubblica e privata
- 3) disposizioni varie (trasmissione termica periodica)

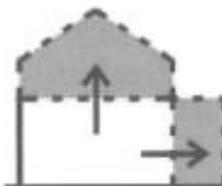
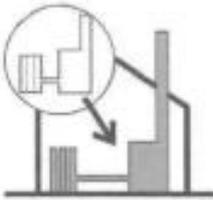
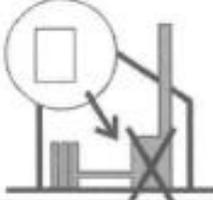
DPR 59/09 – Verifiche da rispettare: isolamento termico

- Categorie edifici

CATEGORIE EDIFICI (DPR 412/93)	
E. 1 (1)	EDIFICI RESIDENZIALI con occupazione continuativa
E. 1 (2)	EDIFICI RESIDENZIALI con occupazione saltuaria
E. 1 (3)	EDIFICI ADIBITI ad ALBERGO, PENSIONE ed attività similari
E. 2	EDIFICI per UFFICI e assimilabili
E. 3	OSPEDALI, CASE di CURA, e CLINICHE
E. 4	EDIFICI adibiti ad attività RICREATIVE, associative o di culto e assimilabili
E. 5	EDIFICI adibiti ad attività COMMERCIALI
E. 6	EDIFICI adibiti ad attività SPORTIVE
E. 7	EDIFICI adibiti ad attività SCOLASTICHE
E. 8	EDIFICI INDUSTRIALI E ARTIGIANALI riscaldati per il comfort degli occupanti

DPR 59/09 – Verifiche da rispettare: isolamento

- Tipo di intervento

I - TIPO DI INTERVENTO (Art. 3, DLgs 192/05)	
 <p>edifici di nuova costruzione e impianti in essi contenuti</p>	 <p>ampliamenti con un volume > 20% del volume dell'edificio stesso (Art.3 comma 2, b)</p>
 <p>nuova installazione di impianti termici in edifici esistenti o ristrutturazione degli stessi impianti (Art.3 comma 2, c, punto2)</p>	 <p>ristrutturazioni integrali degli elementi d'involucro e demolizioni e ricostruzioni in manutenzione straordinaria di edifici esistenti con superficie utile > 1000 m² (Art.3 comma 2, a, punti1e2)</p>
 <p>sostituzione di generatori di calore (Art.3 comma 2, c, punto3)</p>	 <p>ristrutturazioni totali o parziali e manutenzioni straordinarie dell'involucro per tutti i casi diversi dai due sopra descritti (Art.3 comma 2, c, punto1)</p>

DPR 59/09 – Verifiche da rispettare: isolamento termico

A. $E_{p_i} < E_{p_i \text{ limite}}$

E_{p_i} = indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale
($E_{p_i \text{ limite}}$ dipende dalla zona climatica e dal rapporto $Sup./Vol.$)

B. $E_{p_{e, invol}} < E_{p_{e, invol \text{ limite}}}$

$E_{p_{e, invol}}$ = indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio
($E_{p_{e, invol \text{ limite}}}$ dipende dalla zona climatica)

C. Verificare **limiti trasmittanza** termica per:

Strutture opache verticali, orizzontali, chiusure trasparenti, vetri

D. $U_{\text{divisorio}} \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

E. Assenza condensa superficiale e interstiziale

F. Verifica inerzia termica involucro opaco (Y_{ie})

Protezione dal rumore

➤ DPCM 05.12.97

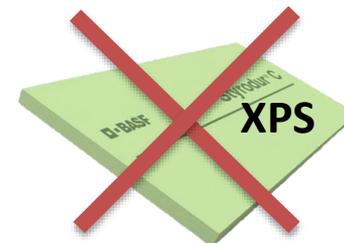
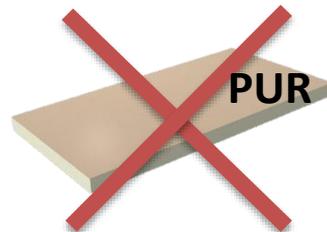
«Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici»



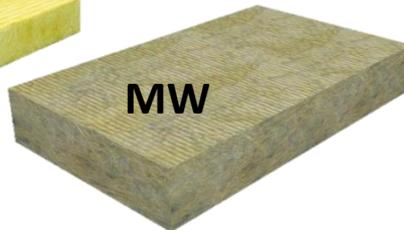
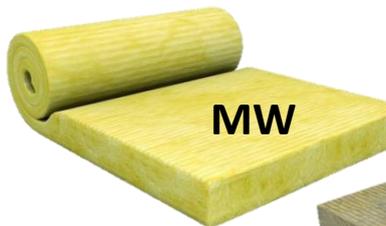
Uso di isolanti ACUSTICI



Protezione dal rumore



Uso di isolanti ACUSTICI



Protezione dagli incendi

➤ DM 27.07.2010

- «Regole tecniche di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione e esercizio delle attività commerciali con superficie superiore ai 400 m²»



**Uso di isolanti
INCOMBUSTIBILI**



Protezione dagli incendi

➤ Febbraio 2012

- «Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici»



**Uso di isolanti
INCOMBUSTIBILI**



Protezione dagli incendi

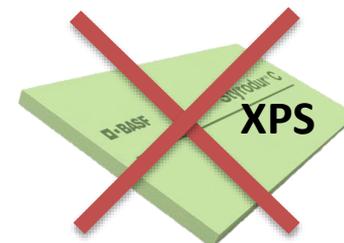
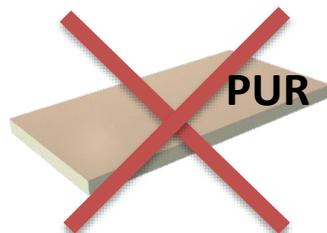
- Aprile 2013 (aggiornamento edizione 2010)
 - «Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili»



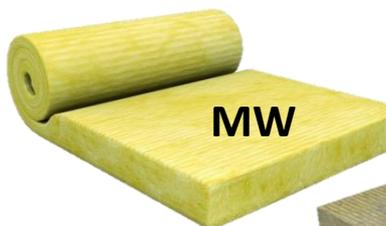
**Uso di isolanti
INCOMBUSTIBILI**



Protezione dal fuoco

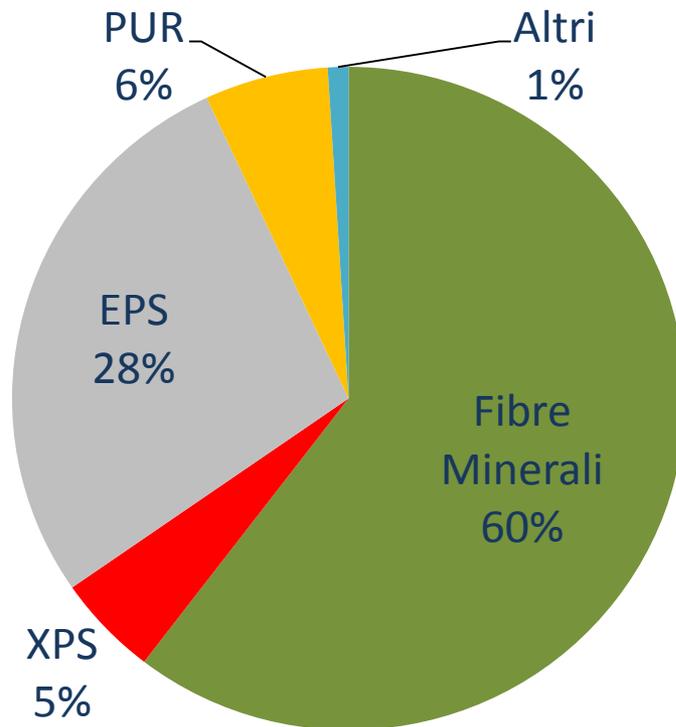


**Uso di isolanti
INCOMBUSTIBILI**

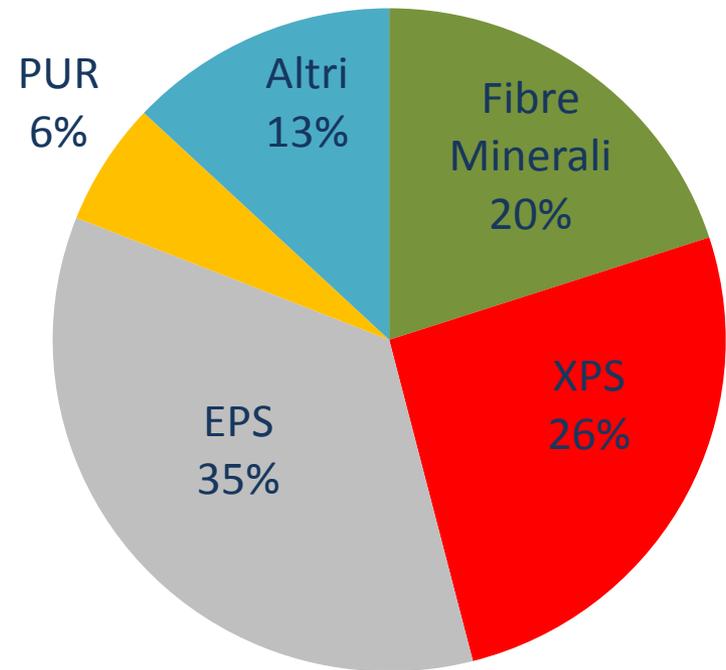


Il mercato degli isolanti in Europa - Italia

Europa

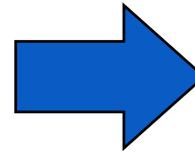


Italia



Prodotto NATURALE

Nasce agli inizi del secolo scorso, osservando i vulcani alle isole Hawaii.



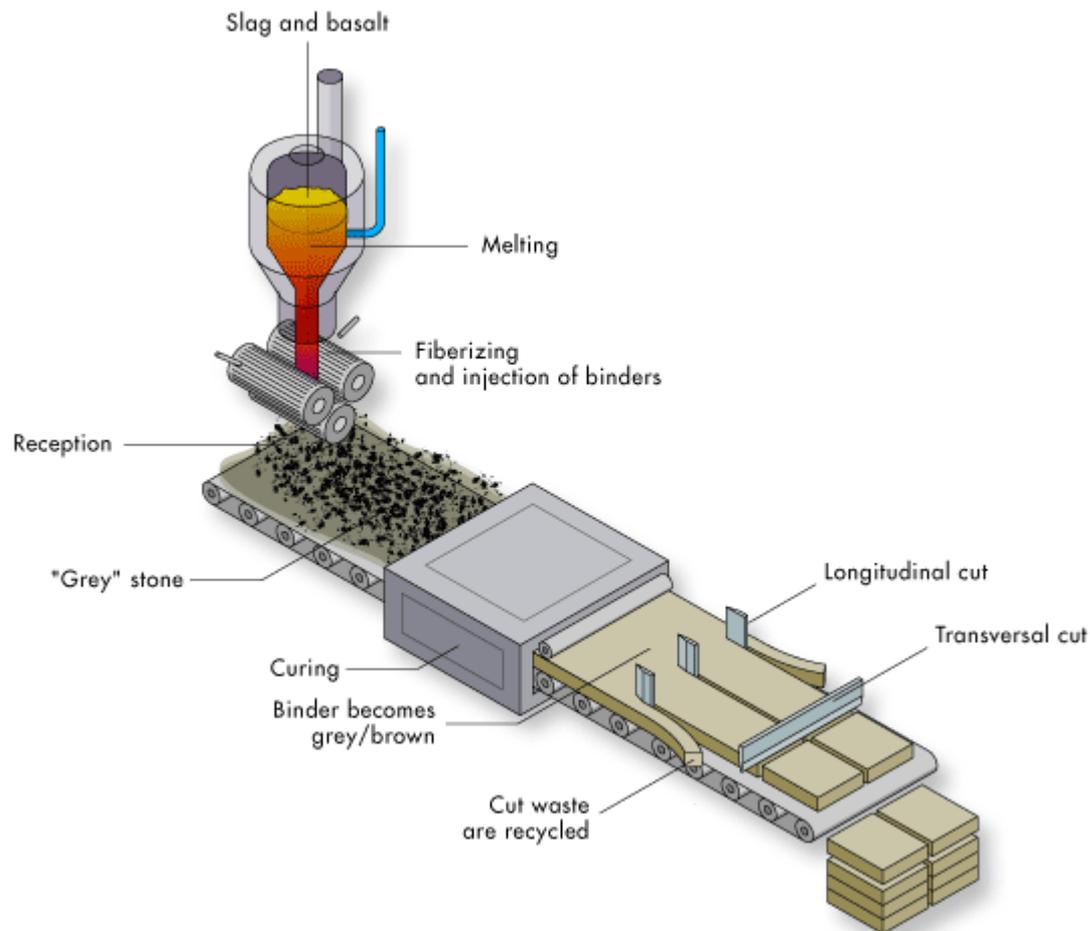
Prodotto NATURALE



Pele's Hair

Copyright © 2006 Calvin J. Hamilton

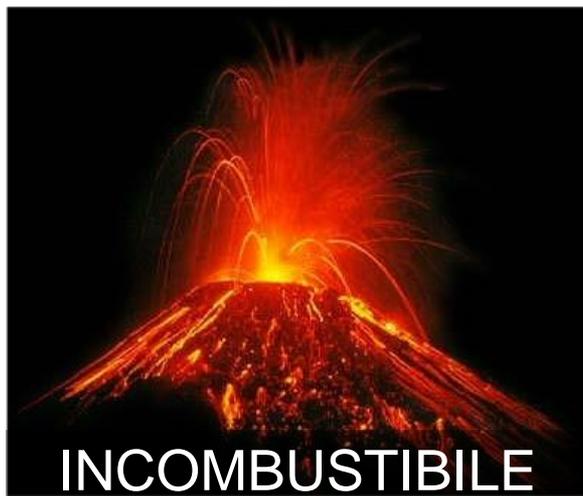
Processo produttivo



Processo produttivo



Caratteristiche fondamentali della lana di roccia



Caratteristiche fondamentali della lana di roccia



IDROREPELENTE

IMPUTRESCIBILE

INATTACCABILE DALLE MUFFE

CHIMICAMENTE INERTE

Prodotto SOSTENIBILE

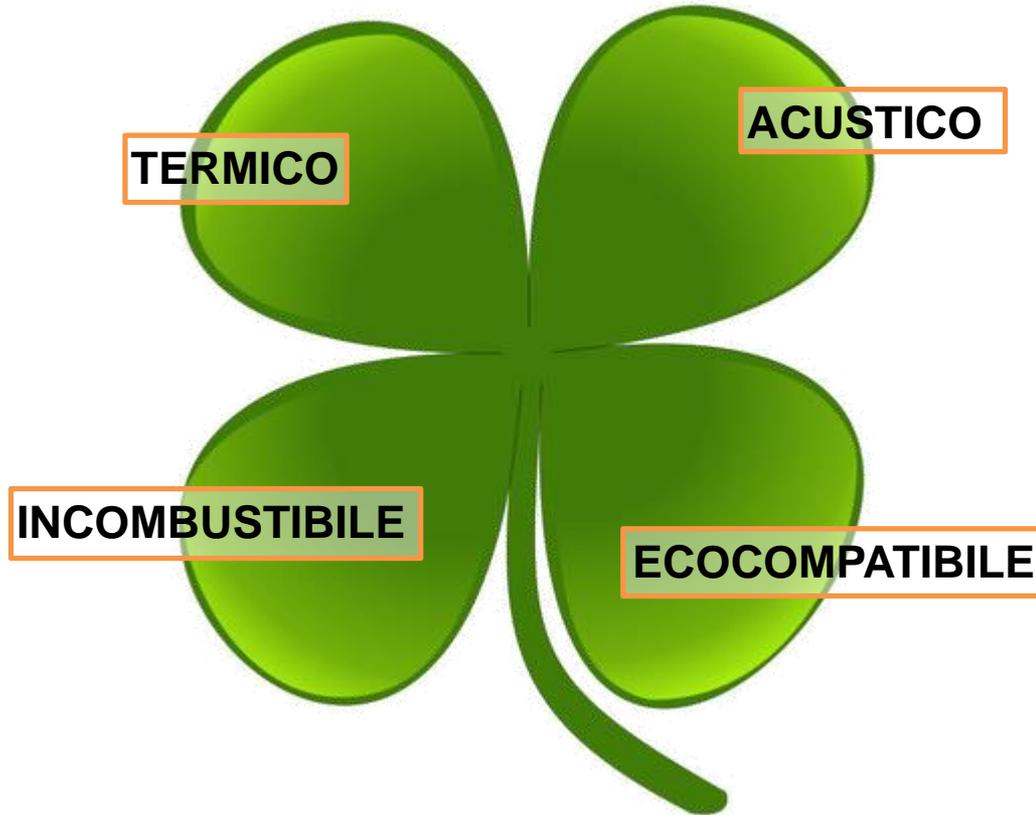
Inventory of Carbon & Energy (ICE)

<u>Insulation</u>	Energia incorporata
Cellular Glass	27,00
Cork	4,00
Fibreglass (Glasswool)	28,00
Flax (Insulation)	39,50
Paper wool	20,17
Polystyrene	88,60
Polyurethane	101,50
Rockwool	16,80
Woodwool (loose)	10,80
Woodwool (Board)	20,00
Wool (Recycled)	20,90



© University of Bath 2011

Qual è l'unico (o quasi) materiale che è:



Prodotto CERTIFICATO

Prodotti per la
protezione al fuoco



Monitoraggio continuo delle
prestazioni:
ispezioni periodiche dell'ente
certificatore in fabbrica

CE

Altri
isolanti



Test iniziale di tipo

Prodotti isolanti certificabili

- UNI EN 13162:2009 Prodotti di **lana minerale** (MW) ottenuti in fabbrica
- UNI EN 13163:2009 Prodotti di **polistirene espanso** ottenuti in fabbrica (EPS)
- UNI EN 13164:2009 Prodotti di **polistirene espanso estruso** ottenuti in fabbrica
- UNI EN 13165:2009 Prodotti di **poliuretano espanso rigido** (PUR) ottenuti in fabbrica
- UNI EN 13166:2009 Prodotti di **resine fenoliche espanse** (PF) ottenuti in fabbrica
- UNI EN 13167:2009 Prodotti di **vetro cellulare** (CG) ottenuti in fabbrica
- UNI EN 13168:2009 Prodotti di **lana di legno** (WW) ottenuti in fabbrica
- UNI EN 13170:2009 Prodotti di **sughero espanso** ottenuti in fabbrica (ICB)
- UNI EN 13171:2009 Prodotti di **fibre di legno** (WF) ottenuti in fabbrica

Stato del costruito in Italia

- il 70% degli edifici in Italia , pre-norme termiche

Che facciamo, rottamiamo?



Stato del costruito in Italia

- 836.000 edifici e oltre 2 milioni di abitazioni , sono stati costruiti dal 1946 al 1971 e si trovano in mediocre o pessimo stato di conservazione.



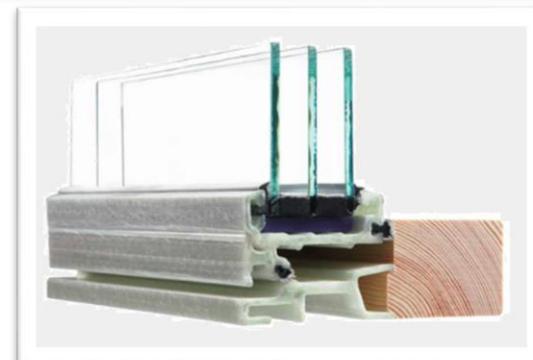
Una situazione che interessa il 10% delle famiglie!

La parola d'ordine è:

RIQUALIFICARE

In particolare agendo sull'INVOLUCRO

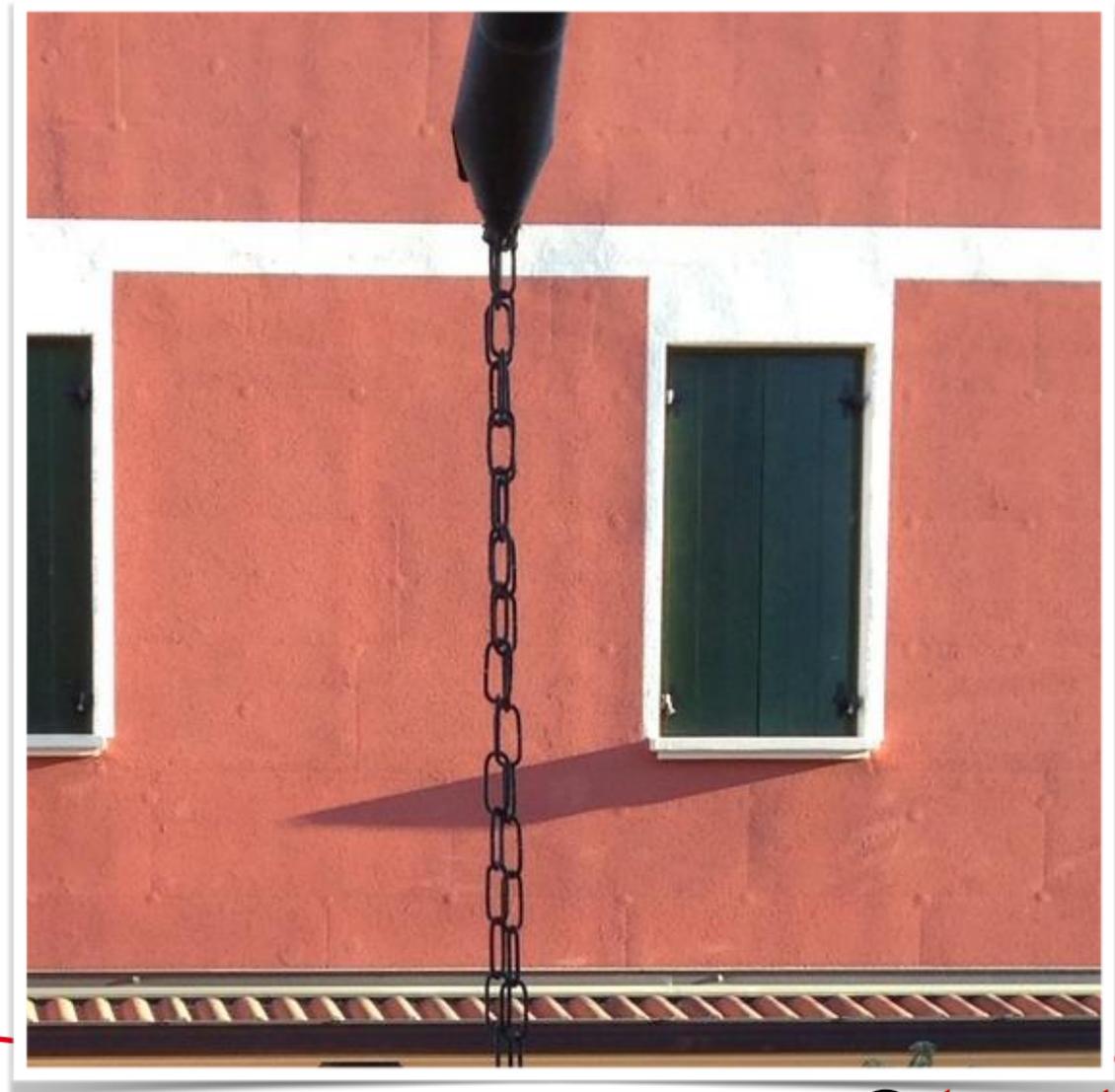
- **COPERTURA**
- **INFISSI**
- **PARETI PERIMETRALI**



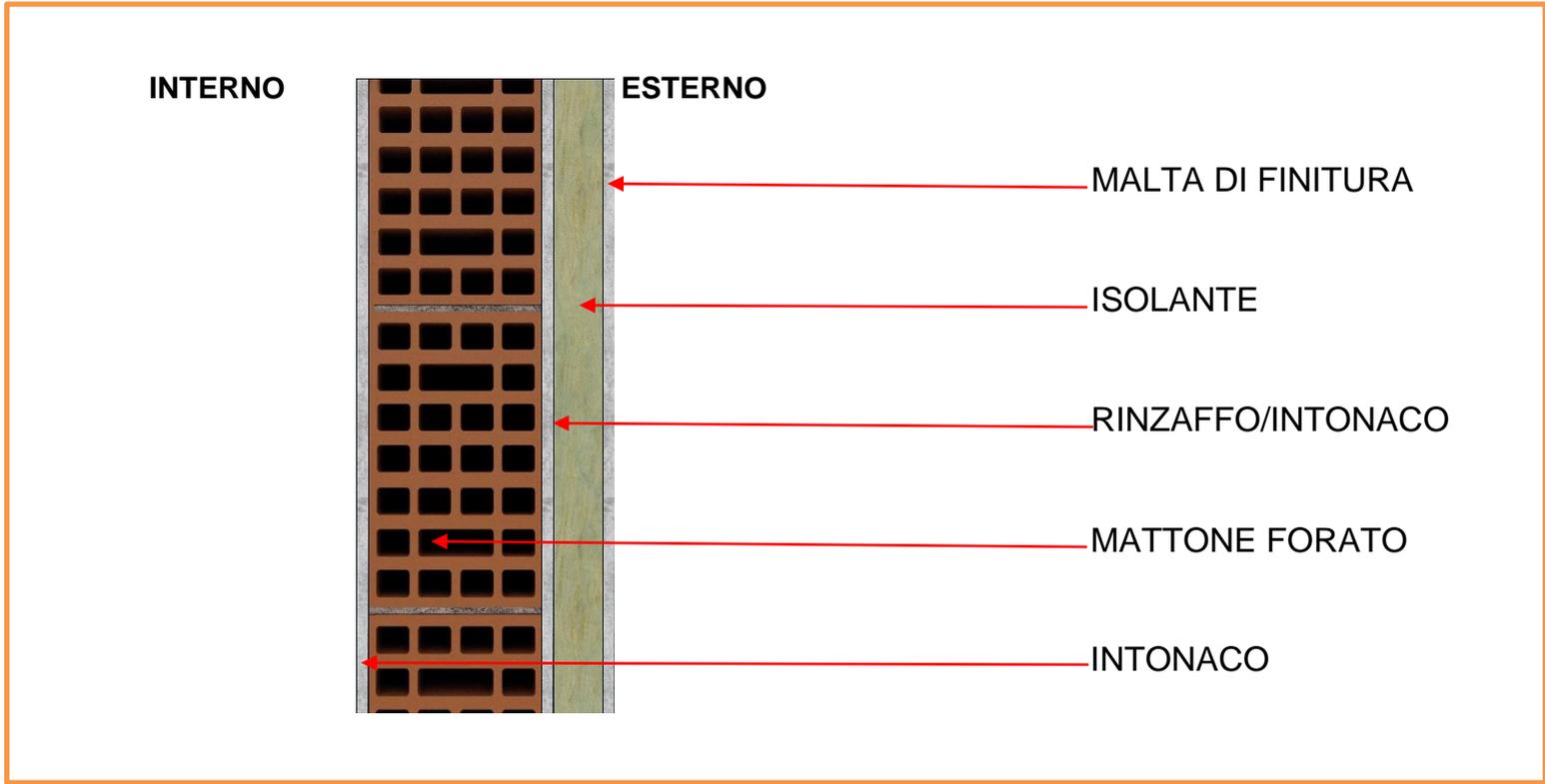
Pareti perimetrali –SISTEMA A CAPPOTTO



Posa del sistema a cappotto in lana di roccia



- Cappotto: stratigrafia



Pannello monodensità

- Densità (kg/m³): 135
- Conducibilità termica (W/m·K): 0,039
- Reazione al fuoco: Euroclasse A1
- Res. a compressione al 10% di def. (kPa): ≥ 40
- Res. a trazione perp. alle facce (kPa): ≥ 15
- Res. al passaggio del vapore: $\mu = 1$
- Ass. acqua a breve termine (kg/m³): ≤ 1,0
- Ass. acqua a lungo termine (kg/m³): ≤ 3,0
- **Dilatazione termica lineare (°C⁻¹): = 2x10⁻⁶**
- Stabilità all'umidità: nessuna alterazione



Pannello bidensità

- Densità (kg/m³): 90 circa (155/80)
- Conducibilità termica (W/m·K): 0,037
- Reazione al fuoco: Euroclasse A1
- Res. a compressione al 10% di def. (kPa): ≥ 20
- Res. a trazione perpendicolare alle facce
sp. 60 mm (kPa): ≥ 7,5
sp. ≥ 70 mm (kPa): ≥ 10
- Res. al passaggio del vapore: $\mu = 1$
- Ass. acqua a breve termine (kg/m³): ≤ 1,0
- Ass. acqua a lungo termine (kg/m³): ≤ 3,0
- **Dilatazione termica lineare (°C⁻¹): = 2x10⁻⁶**
- Stabilità all'umidità: nessuna alterazione



Vantaggi dell'isolamento a cappotto



- Elimina i ponti termici
- Protegge dal caldo e dal freddo
- Rende ottimali le condizioni termoigrometriche interne
 - risparmio energetico
 - salvaguarda dell'ambiente
 - risparmio economico
- Intervento senza recare disturbo agli abitanti



Per i capotti realizzati con qualunque materiale isolante

Vantaggi dell'isolamento a cappotto con isolante in lana minerale



- Elimina i ponti termici
 - Protegge dal caldo e dal freddo
 - Rende ottimali le condizioni termoigrometriche interne
 - risparmio energetico
 - salvaguarda dell'ambiente
 - risparmio economico
 - Intervento senza recare disturbo agli abitanti
- **Aumento della sicurezza in caso di incendio**
 - **Migliora l'isolamento acustico della parete**
 - **Grande traspirabilità della struttura**

- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia
 - Nel caso di **ristrutturazione**, **verificare lo stato di ammaloramento dell'intonaco** esistente al fine di valutare l'opportunità di eliminarlo completamente o in parte.
 - Nel caso di nuova costruzione, applicare alla parete in muratura un "**rinzaffo**" sul lato esterno, dove verrà posato il "sistema cappotto".
 - Accertare che le superfici del "rinzaffo" da coibentare siano completamente prive di tracce di umidità, polvere o grasso di qualunque natura. Tali superfici dovranno essere protette dalla pioggia battente e dalla radiazione solare diretta.

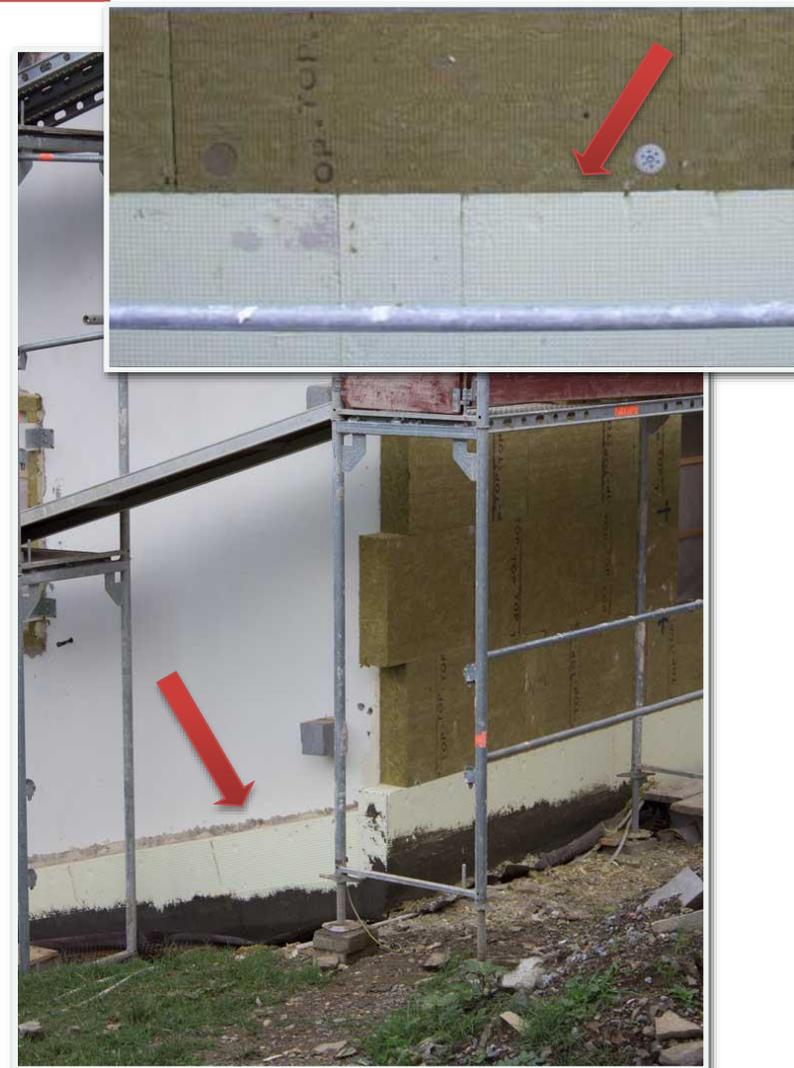


- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia

- Posare, perimetralmente al piano terra dell'edifici e alle pareti prospettanti balconi logge e terrazzi, il **profilo di base in alluminio**, fissati per mezzo di tasselli ad espansione con funzione di allineamento e contenimento del sistema isolante.
- Posare, in corrispondenza dei davanzali delle finestre un profilato pressopiegato fissato con tasselli ad espansione.



- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia



- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia



- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia
 - Realizzare l'isolamento termico mediante impiego di pannelli isolanti in lana di roccia, marcati CE secondo la norma EN 13162.
 - Ancorare i pannelli alle pareti con un idoneo adesivo cementizio (o similare), steso per cordoli e punti o a tutta superficie, avendo cura di non sporcare i fianchi dei pannelli con adesivo in eccesso.

Malte adesive espressamente concepite per sistemi a cappotto in lana minerale

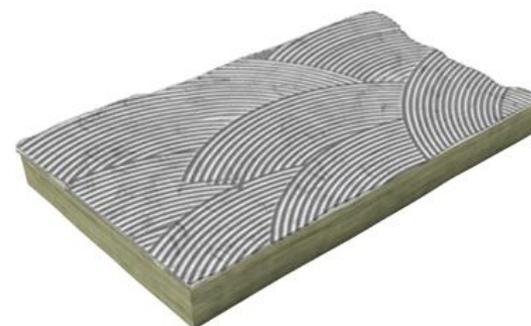


TRASPIRANTI

A CORDOLI E PUNTI
(superficie di supporto irregolare)



A TUTTA SUPERFICIE
(superficie supporto regolare)



- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia



- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia



- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia



- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia
- In aggiunta all'incollaggio, fissare meccanicamente i pannelli con tasselli ad espansione per cappotto. I tasselli devono preferibilmente essere del tipo "a vite" con anima metallica e devono avere una lunghezza sufficiente ad attraversare lo spessore dell'isolante e penetrare nella muratura retrostante fino a raggiungere uno strato meccanicamente "affidabile". I tasselli vanno applicati dopo l'indurimento della malta, in un numero variabile in funzione delle caratteristiche del supporto, dell'altezza dell'edificio e della ventosità. Si consiglia lo schema di tassellatura a "W" o a "T", che prevedono n° 3 tasselli a pannello, come illustrato negli schemi riportati in seguito.



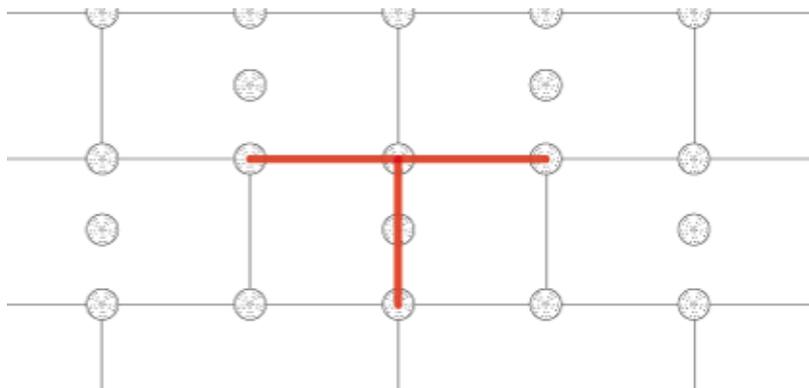
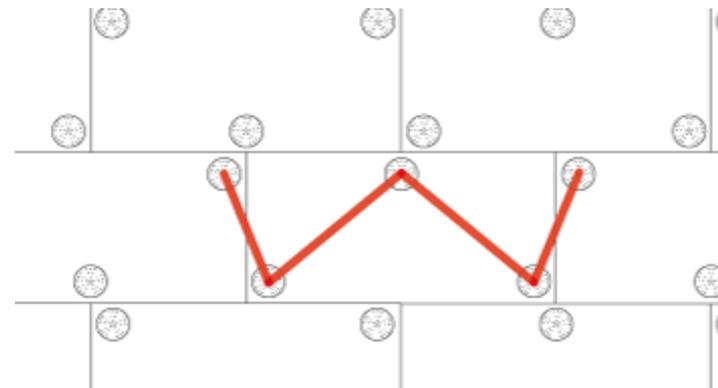
- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia



- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia



- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia
- Fissaggio meccanico

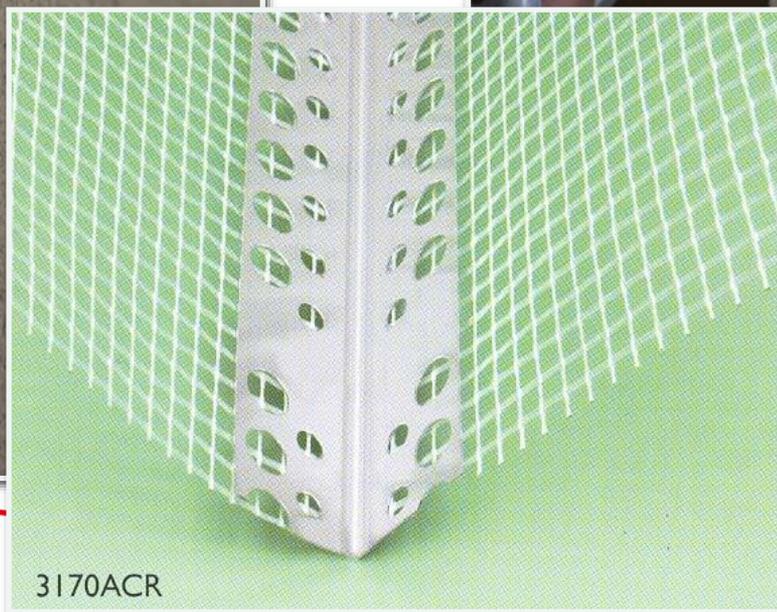
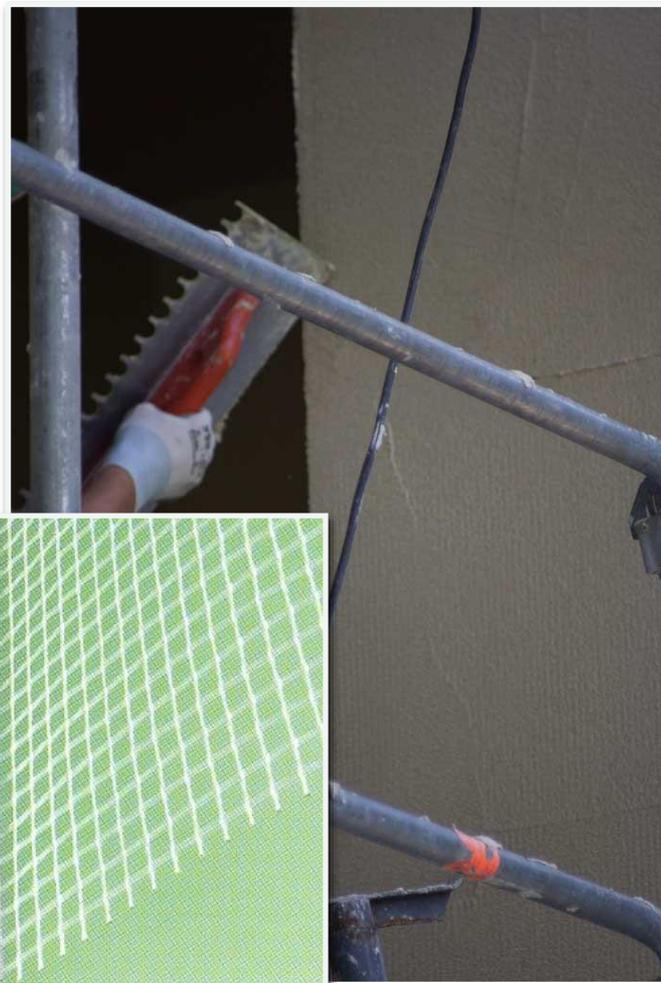
FISSAGGIO A "T"**FISSAGGIO A "W"**

3 TASSELLI IN PRESA SU OGNI PANNELLO

- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia
- Applicare il “primer” oppure lo strato di intonaco di compensazione



- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia



- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia
- Ad adesivo asciutto, rivestire i pannelli con un idoneo rasante inorganico, traspirante, in cui viene annegata e ricoperta totalmente una rete portaintonaco in fibra di vetro, con sovrapposizione di almeno 10 cm nelle zone correnti e di 15 cm negli spigoli precedentemente protetti con paraspigoli.

- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia



- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia



- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia



- Posa del sistema a cappotto in lana di roccia



- Perché scegliere la lana di roccia per l'isolamento a cappotto?

~~λ ?~~

Pannello monodensità

$$\lambda_D = 0,039 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

~~€ ?~~

Pannello bidensità

$$\lambda_D = 0,037 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

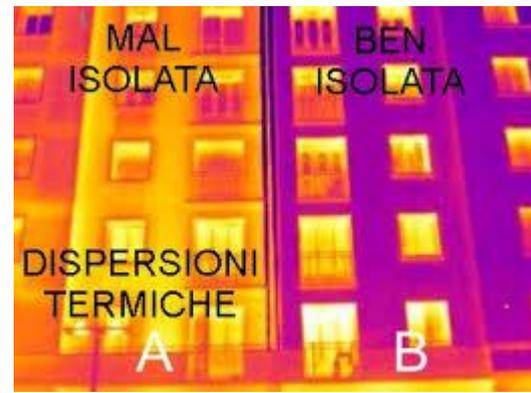
- Perché scegliere la lana di roccia per l'isolamento a cappotto?

- Fonoassorbenza → **ISOLAMENTO ACUSTICO**
- Incombustibilità → **MAGGIORE SICUREZZA IN CASO DI INCENDIO**
- Stabilità dimensionale → **GARANZIA DELL'INTEGRITA' DELLA FINITURA**
- Idrorepellenza → **NON TEME L'UMIDITA'**
- Traspirabilità → **EVITA PROBLEMI DI CONDENSA**
- Ecosostenibilità → **BILANCIO POSITIVO PER L'AMBIENTE**

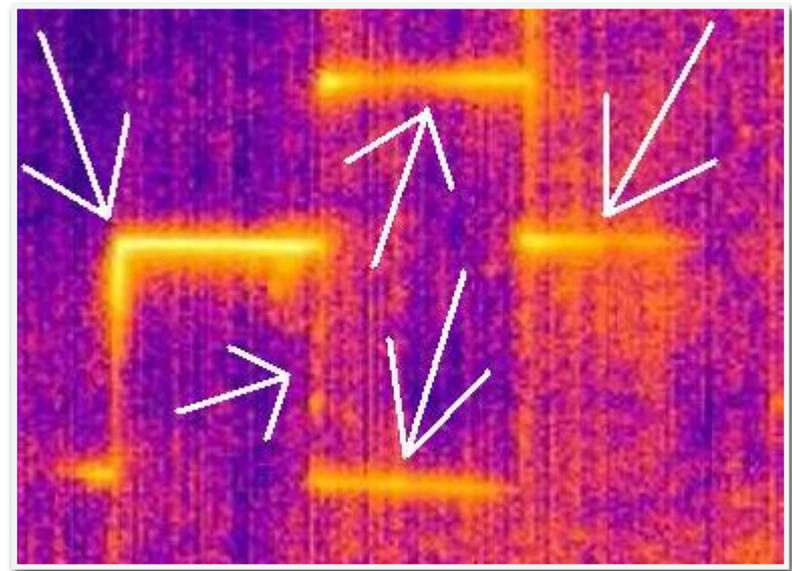
Errori



Errori



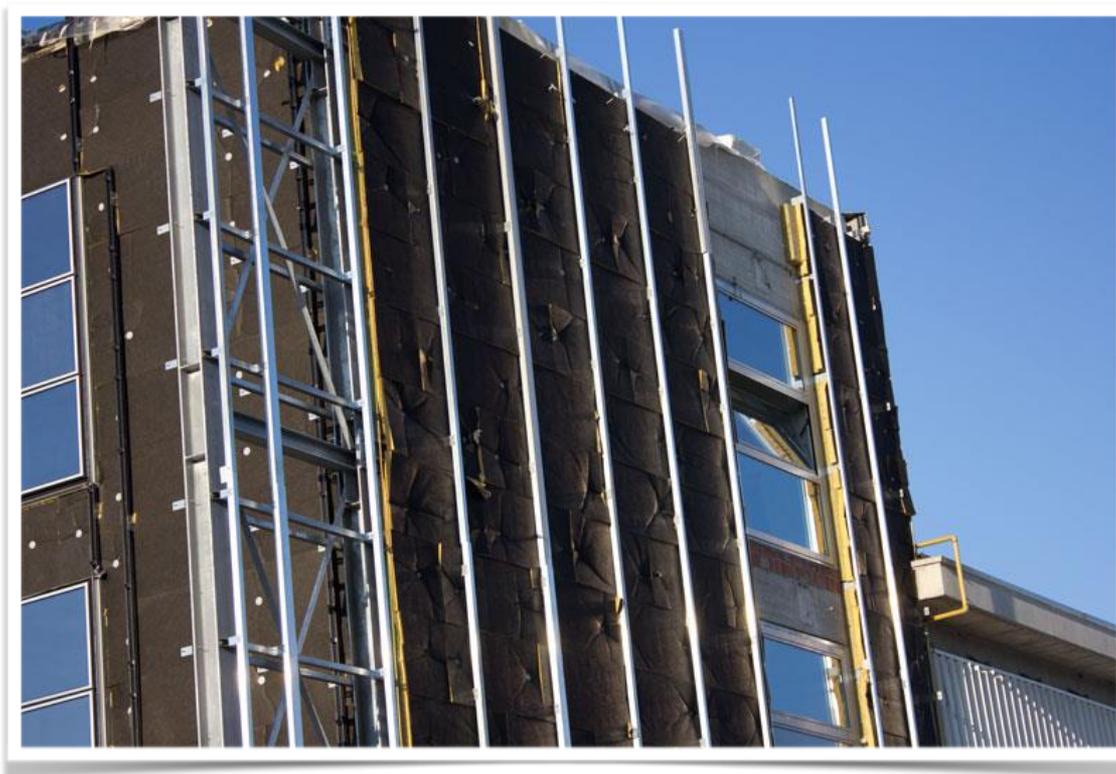
Errori



Errori



Pareti perimetrali – Facciata ventilata



Isolamento in facciata: le facciate ventilate



Isolamento in facciata: le facciate ventilate



50 kg/m³



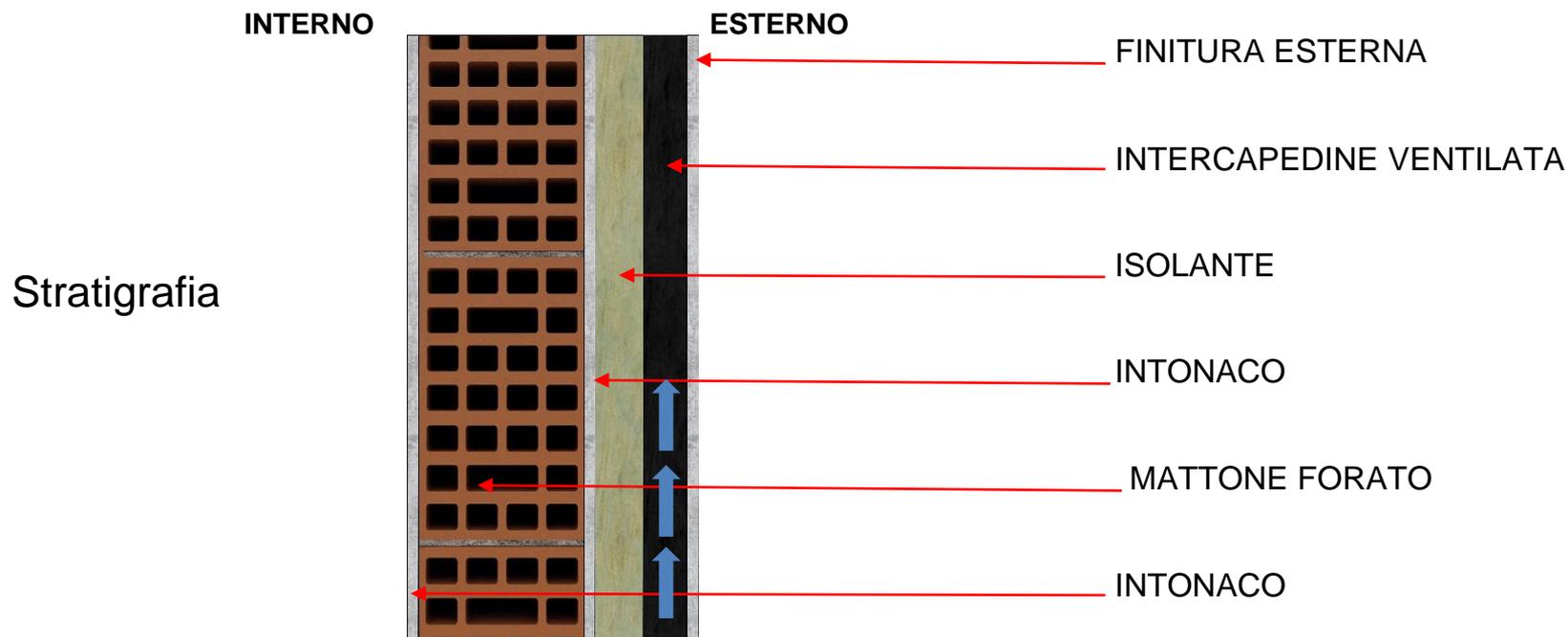
70 kg/m³



90 kg/m³

Facciate ventilate: componenti del sistema

Si ha quando tra gli strati che compongono la parete viene inserita un'intercapedine d'aria tra isolante e rivestimento esterno.



Facciate ventilate: vantaggi



- Elimina i ponti termici
- Rende ottimali le condizioni termoigrometriche interne
- Protegge dal caldo e dal freddo
 - risparmio energetico
 - salvaguarda dell'ambiente
 - risparmio economico
- Protezione della facciata



Per facciate ventilate realizzate con qualunque materiale isolante

Facciate ventilate: vantaggi con isolamento in lana di roccia

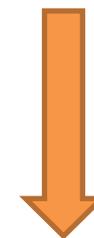


- Elimina i ponti termici
- Rende ottimali le condizioni termoigrometriche interne
- Protegge dal caldo e dal freddo
 - risparmio energetico
 - salvaguarda dell'ambiente
 - risparmio economico
- Protezione della facciata
- Intervento senza recare disturbo agli abitanti
- Aumento della sicurezza in caso di incendio
- Migliora l'isolamento acustico della parete
- Grande traspirabilità della struttura

Isolamento in facciata: importanza incombustibilità isolante

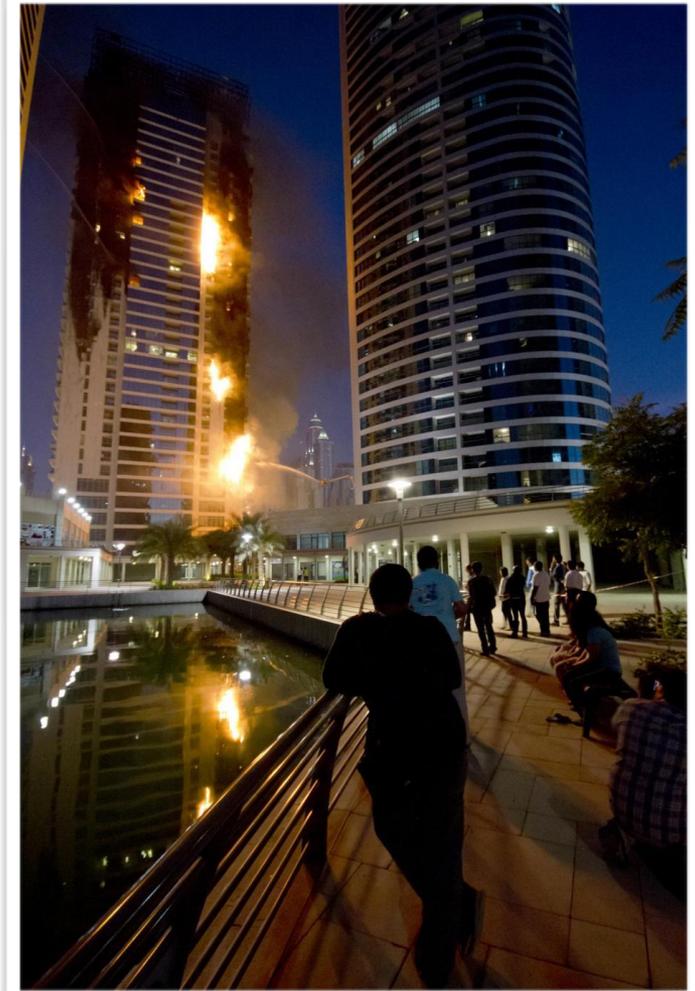


VENTILAZIONE



FAVORISCE LA PROPAGAZIONE
DEL FUOCO IN PRESENZA DI
MATERIALI COMBUSTIBILI

Isolamento in facciata: importanza incombustibilità isolante



Isolamento in facciata: importanza incombustibilità isolante



Isolamento in facciata: importanza incombustibilità isolante



Coperture a falda in legno ventilate



Estradosso ventilato con pannelli non sottoposti a carico



La soluzione tecnica dell'isolamento all'estradosso ventilato con pannelli non sottoposti a carico è la soluzione maggiormente adottata nella costruzione di solai in legno.

Le coperture in legno, per garantire un **isolamento acustico** appropriato nel rispetto delle moderne norme tecniche e legislative, **devono essere formate sempre da un doppio tavolato.**

La **parte esterna** di copertura dovrà essere, possibilmente, di **elevata massa superficiale**; per tale motivo sono consigliati nella maggior parte dei casi i manti di copertura in coppi, tegole in cotto o cemento, mentre vengono sconsigliate soluzioni leggere quali semplici guaine di bitume o lamiera in rame o alluminio.

Estradosso ventilato con pannelli non sottoposti a carico



L'intercapedine di ventilazione tra gli elementi di copertura e lo strato coibente sottostante deve avere lo **spessore costante** ed indicativamente dovrà essere di **5-6 cm**; si devono evitare listellature orizzontali o altro che possa frenare lo scorrimento del flusso d'aria.

L'utilizzo della ventilazione nelle coperture comporta considerevoli vantaggi in termini di efficienza energetica degli ambienti abitativi sia per quanto riguarda la stagione estiva che quella invernale.

Estradosso ventilato con pannelli non sottoposti a carico



Estradosso ventilato con pannelli non sottoposti a carico



Estradosso ventilato con pannelli non sottoposti a carico



80 kg/m³



100 kg/m³



70 kg/m³

Estradosso ventilato con singolo strato di pannelli sottoposto a carico



La soluzione con lo strato di materiale isolante applicato in continuo all'estradosso della copertura consente **la completa eliminazione dei ponti termici ed acustici**. Si tratta di un sistema che garantisce ottime prestazioni in termini di isolamento ma impone che **l'isolante sia in grado di sostenere in sicurezza il peso degli strati sovrastanti e dei carichi accidentali quali neve e vento**. I listelli della ventilazione poggiano infatti direttamente sul materiale isolante, che possiede caratteristiche meccaniche tali da garantire la calpestabilità in fase di messa in opera.

Estradosso ventilato con singolo strato di pannelli sottoposto a carico



**Solida
ENERGY PLUS**
(Euroclasse A1)

**135 kg/m³
50 kPa**



Solida HDP
(Euroclasse A1)

**150 kg/m³
50 kPa**

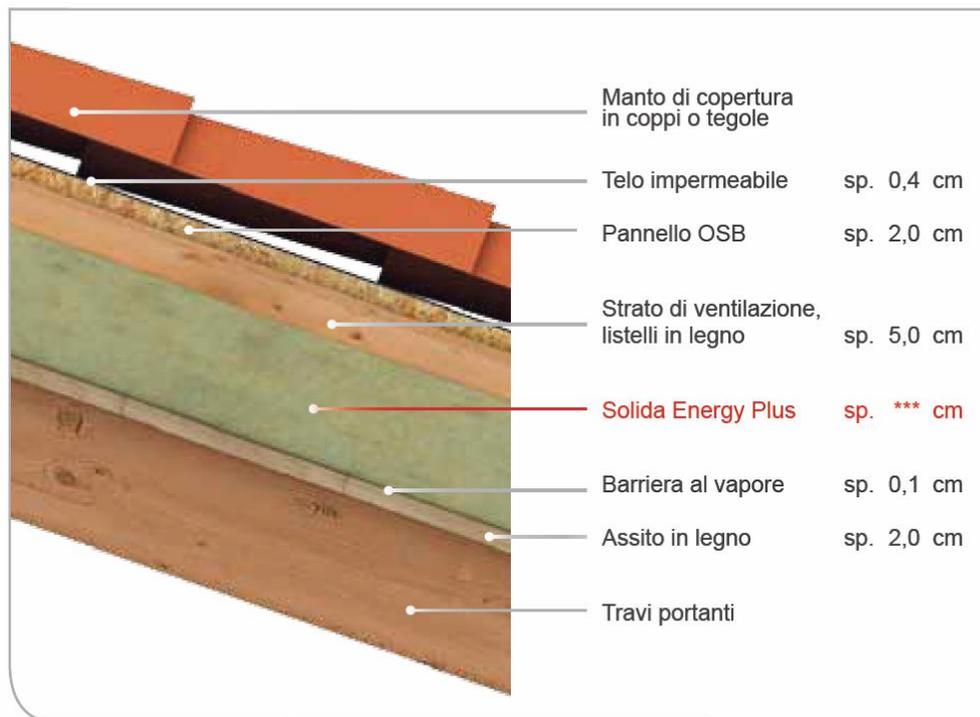


Solida DPP
(Euroclasse A1)

**165 kg/m³
70 kPa**

Prestazioni del Solida Energy Plus

Consideriamo una stratigrafia “tipo”



Prestazioni del Solida Energy Plus

Quali sono le prestazioni da considerare

U = trasmittanza termica; è il parametro che fornisce indicazioni sulle prestazioni di isolamento termico invernale dell'involucro dell'edificio.



Legenda: GG = gradi giorno

- **Zona A**
GG ≤ 600 (Lampedusa, Porto Empedocle)
- **Zona B**
601 ≤ GG ≤ 900 (Agrigento, Reggio Calabria, Messina, Trapani)
- **Zona C**
901 ≤ GG ≤ 1400 (Napoli, Imperia, Taranto, Cagliari)
- **Zona D**
1401 ≤ GG ≤ 2100 (Firenze, Foggia, Roma, Ancona, Oristano)
- **Zona E**
2101 ≤ GG ≤ 3000 (Aosta, Torino, Milano, Bologna, L'Aquila)
- **Zona F**
GG ≥ 3001 (Belluno, Cuneo)

Coperture (U limite in W/m²K)

Zona climatica	Dal 1/1/2010
A	0.38
B	0.38
C	0.38
D	0.32
E	0.30
F	0.29

Prestazioni del Solida Energy Plus

Quali sono le prestazioni da considerare

Y_{ie} = **trasmittanza termica periodica**; è il parametro a cui la normativa italiana affida il compito di indicare la capacità dell'involucro di un edificio di minimizzare i costi per il raffrescamento estivo



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

Isolamento termico – Yie

- Esempi di calcolo – Copertura in legno

Tipo di componente		Chiusura orizzontale su spazi esterni				
Stratigrafia (int-est)		s	ρ	c	λ	R
		[cm]	[kg/m ³]	[J/kg°C]	[W/m°C]	[m ² °C/W]
Strato liminare interno						0,17
I	Perline	2,0	450	2700	0,120	
II	Barriera al vapore	Non rilevante				
III	Solida HDP	8,0	150	1030	0,040	
IV	Solida HDP	6,0	150	1030	0,040	
V	Pannello OSB	2,0	650	1800	0,130	
VI	Guaina	Non rilevante				
VII	Manto in coppi	2,0	1800	1000	0,900	
Strato liminare esterno						0,04



Parametro	Modulo	Sfasamento
Ammetenza termica interna (Y_{ii})	1,810 W/(m ² K)	3,60 h
Ammetenza termica esterna (Y_{ee})	4,263 W/(m ² K)	4,61 h
Trasmittanza termica periodica (Y_{ie})	0,168 W/(m²K)	-6,84 h
Capacità termica areica interna (χ_i)	27,0 kJ/(m ² K)	
Capacità termica areica esterna (χ_e)	60,9 kJ/(m ² K)	
Resistenza termica (R)	4,053 (m ² K)/W	
Trasmittanza termica (U)	0,247 W/(m ² K)	
Fattore di attenuazione (f)	0,682	

Isolamento termico – Yie

- Esempi di calcolo – Copertura in laterocemento non isolata

Tipo di componente		Chiusura orizzontale su spazi esterni				
Stratigrafia (int-est)		s	ρ	c	λ	R
		[cm]	[kg/m ³]	[J/kg°C]	[W/m°C]	[m ² °C/W]
Strato liminare interno						0,17
I	Intonaco	1,5	1350	1000	0,900	
II	Solaio in laterizio	20,0	800	840		0,30
III	Cemento	6,0	2000	1000	1,160	
IV	Guaina	Non rilevante				
V	Coppi	2,0	1800	1000	0,900	
Strato liminare esterno						0,04



Parametro	Modulo	Sfasamento
Ammetenza termica interna (Y_{ii})	2,297 W/(m ² K)	1,48 h
Ammetenza termica esterna (Y_{ee})	8,793 W/(m ² K)	2,44 h
Trasmittanza termica periodica (Y_{ie})	0,442 W/(m²K)	-8,75 h
Capacità termica areica interna (χ_i)	37,1 kJ/(m ² K)	
Capacità termica areica esterna (χ_e)	126,9 kJ/(m ² K)	
Resistenza termica (R)	0,834 (m ² K)/W	
Trasmittanza termica (U)	1,199 W/(m ² K)	
Fattore di attenuazione (f)	0,368	

Isolamento termico – Yie

- Esempi di calcolo – Confronto

Legno - Isolato con 14 cm di lana di roccia

Parametro	Modulo	Sfasamento
Ammetenza termica interna (Y_{ii})	1,810 W/(m ² K)	3,60 h
Ammetenza termica esterna (Y_{ee})	4,263 W/(m ² K)	4,61 h
Trasmittanza termica periodica (Y_{ie})	0,168 W/(m²K)	-6,84 h
Capacità termica areica interna (χ_i)	27,0 kJ/(m ² K)	
Capacità termica areica esterna (χ_e)	60,9 kJ/(m ² K)	
Resistenza termica (R)	4,053 (m ² K)/W	
Trasmittanza termica (U)	0,247 W/(m ² K)	
Fattore di attenuazione (f)	0,682	

Laterocemento - Senza isolamento

Parametro	Modulo	Sfasamento
Ammetenza termica interna (Y_{ii})	2,297 W/(m ² K)	1,48 h
Ammetenza termica esterna (Y_{ee})	8,793 W/(m ² K)	2,44 h
Trasmittanza termica periodica (Y_{ie})	0,442 W/(m²K)	-8,75 h
Capacità termica areica interna (χ_i)	37,1 kJ/(m ² K)	
Capacità termica areica esterna (χ_e)	126,9 kJ/(m ² K)	
Resistenza termica (R)	0,834 (m ² K)/W	
Trasmittanza termica (U)	1,199 W/(m ² K)	
Fattore di attenuazione (f)	0,368	

