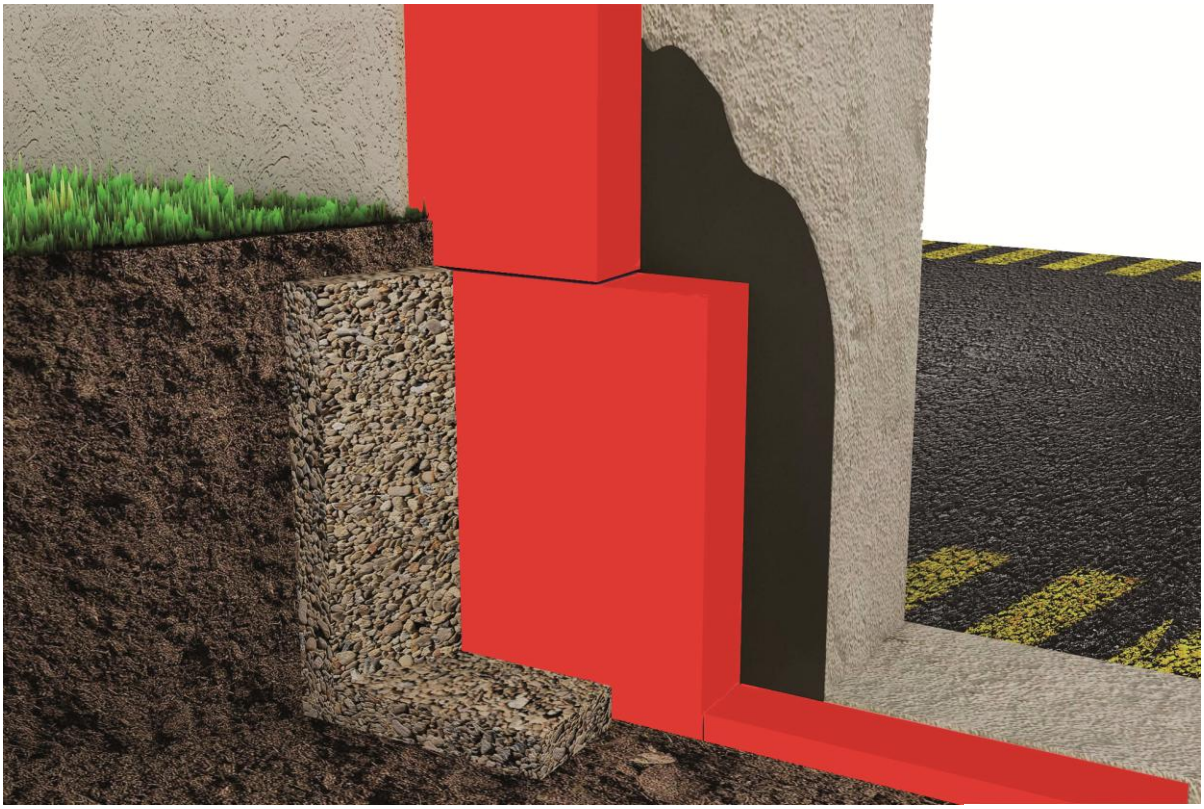
ANIT
Associazione
Nazionale
per l'Isolamento
Termico e acustico

XPS- Polistirene Espanso Estruso

MANUALE ANIT DI APPROFONDIMENTO TECNICO

settembre 2017



REALIZZATA DAL GRUPPO DI LAVORO ANIT-XPS

Tutti i diritti sono riservati.
Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di ANIT.

I MANUALI ANIT

ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, pubblica periodicamente **GUIDE** e **MANUALI** di chiarimento sull'efficienza energetica e l'isolamento acustico degli edifici. Gli argomenti trattati riguardano la normativa di riferimento, le tecnologie costruttive, le indicazioni di posa e molto altro.

Le **GUIDE** analizzano le leggi e le norme del settore e sono riservate ai Soci.

I **MANUALI** invece, caratterizzati da un taglio più pratico e realizzati in collaborazione con le Aziende ANIT, sono scaricabili gratuitamente dal sito www.anit.it

I vari temi sono approfonditi nei **LIBRI** della collana editoriale ANIT "L'isolamento termico e acustico".

STRUMENTI PER I SOCI

I soci ricevono

Costante aggiornamento sulle norme in vigore con le GUIDE ANIT

I Software ANIT per calcolare tutti i parametri energetici, igrotermici e acustici degli edifici

Servizio di chiarimento tecnico da parte dello Staff ANIT

La rivista specializzata Neo-Eubios

I servizi e la quota di iscrizione variano in base alla categoria di associato (Individuale, Azienda, Onorario)
I Soci Individuali possono accedere alla qualifica "**Socio Individuale Più**" per ottenere servizi avanzati
Per informazioni: **www.anit.it**

MANUALE ANIT REALIZZATO IN COLLABORAZIONE CON IL GRUPPO DI LAVORO XPS

Tutti i diritti sono riservati

Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di ANIT.
I contenuti sono curati dallo Staff ANIT e sono aggiornati alla data in copertina.
Le informazioni riportate sono da ritenersi comunque indicative ed è sempre necessario riferirsi anche a eventuali documenti ufficiali. Sul sito www.anit.it sono disponibili i testi di legge.
Si raccomanda di verificare sul sito ANIT l'eventuale presenza di versioni più aggiornate di questo documento.

Le informazioni riportate sono da ritenersi comunque indicative ed è sempre necessario riferirsi anche a eventuali documenti ufficiali. Sul sito www.anit.it sono disponibili i testi di legge. Si raccomanda di **verificare sul sito www.anit.it l'eventuale presenza di versioni più aggiornate di questo documento.**

INDICE

0 PREMESSA 3

1 Polistirene espanso estruso 4

1.1 Dal materiale al prodotto 4

1.2 Prestazioni e marcatura CE 6

1.3 Caratteristiche tecniche indicative 9

1.4 Perché utilizzare prodotti in XPS 12

2 Efficienza, sostenibilità e sicurezza 13

2.1 Efficienza energetica nel rispetto del DM 26 giugno 2015 13

2.2 Sostenibilità ambientale 14

2.3 Reazione al fuoco 14

3 Applicazione principali 15

3.1 Isolamento della copertura 15

3.2 Isolamento a cappotto 17

3.3 Isolamento contro-terra 19

4 Falsi miti e domande ricorrenti sull'XPS 21

5 CONTATTI 23

0 PREMESSA

Alcune azienda ANIT hanno dimostrato la volontà di realizzare un gruppo di lavoro che analizzi , faccia ricerca e promuova la corretta applicazione del polistirene espanso estruso.

Il presente documento nasce quindi per aiutare i professionisti nella valutazione delle prestazioni e corretta applicazione di questo materiale. L'XPS spesso viene confuso con il polistirene espanso sinterizzato e questa confusione può creare errori progettuali notevoli. Infatti i due materiali hanno prestazioni e peculiarità che vanno valutate in funzione degli ambiti di applicazione specifica.

Come di consueto alla teoria si accompagna la proposta di soluzioni tecniche grazie alla collaborazione delle aziende che fanno parte del gruppo di lavoro che sono Ediltec Srl, Soprema Srl e Ursa Italia Srl .

Scopo del presente documento è spiegare in maniera sintetica quali siano i prodotti di base e come vengono lavorati, quale sia la corretta commercializzazione del materiale nonchè descrivere gli ambiti di applicazione principali dell'XPS in funzione delle sue caratteristiche.

Verranno analizzati alcuni sistemi edilizi sia dal punto di vista progettuale che delle criticità legate al rispetto dei limiti di legge del DM 26 giugno 2015 tra cui: il problema estivo sulle coperture e il problema delle verifiche termo igrometriche.

E' quindi un manuale dedicato ai professionisti che si occupano trasversalmente della progettazione, direzione lavori e gestione di edifici.

Le immagini e gli schemi riportati di seguito sono esempi di applicazione ricavati dalle schede tecniche delle Aziende che hanno collaborato alla presente guida e che fanno parte del gruppo di lavoro ANIT-XPS.

1 Polistirene espanso estruso

1.1 Dal materiale al prodotto

Cristalli di postirene prima dell'espansione ed estrusione

Pannelli rigidi in XPS

Processo Produttivo

Le materie prime utilizzate nel processo di produzione sono il polistirene, sotto forma di granulato vergine e riciclato (in percentuale variabile), diversi additivi e gas espandente.
Il polistirene viene stoccato in silos a grande capacità e, attraverso il sistema di alimentazione, viene prelevato continuamente e mescolato al resto degli additivi.
I principali additivi sono costituiti da:
- agenti nucleanti, che servono a garantire che la struttura delle celle interne del materiale sia il più regolare e piccola possibile;
- ritardanti di fiamma, che consentono di limitare la propagazione delle fiamme nel prodotto finale migliorandone la reazione al fuoco;
- eventuali coloranti, che danno al prodotto finale un colore caratteristico.
La miscela di polistirene e additivi viene immessa nell'estrusore, macchina costituita da una camicia riscaldata al cui interno gira una vite senza fine.
Con l'aumento della temperatura e della pressione, la miscela all'interno dell'estrusore si fonde in una massa fluida che fuoriesce dalla macchina, scorrendo continuamente. In questa fase del processo viene aggiunto l'agente schiumogeno, che viene mescolato uniformemente alle altre materie prime.
All'uscita dall'estrusore, il passaggio repentino alla pressione atmosferica produce la gassificazione dell'agente schiumogeno (gas espandente), consentendo la formazione della schiuma e assorbendo la temperatura del polistirene, raffreddandolo e solidificandolo.
La sezione d'uscita dall'estrusore determina la sezione della striscia continua di polistirene estruso.
Prima di poter essere lavorati, i pannelli devono raggiungere la temperatura ambiente e il gas che si trova al loro interno deve stabilizzarsi. I pannelli vengono poi trasferiti su un altro nastro trasportatore per continuare il processo di fresatura e imballaggio.
Conclusa la fase di fresatura, i pannelli vengono impilati in pacchi e le confezioni vengono avvolte in una pellicola di plastica dalle macchine per imballaggio pronti per lo stoccaggio e la distribuzione.

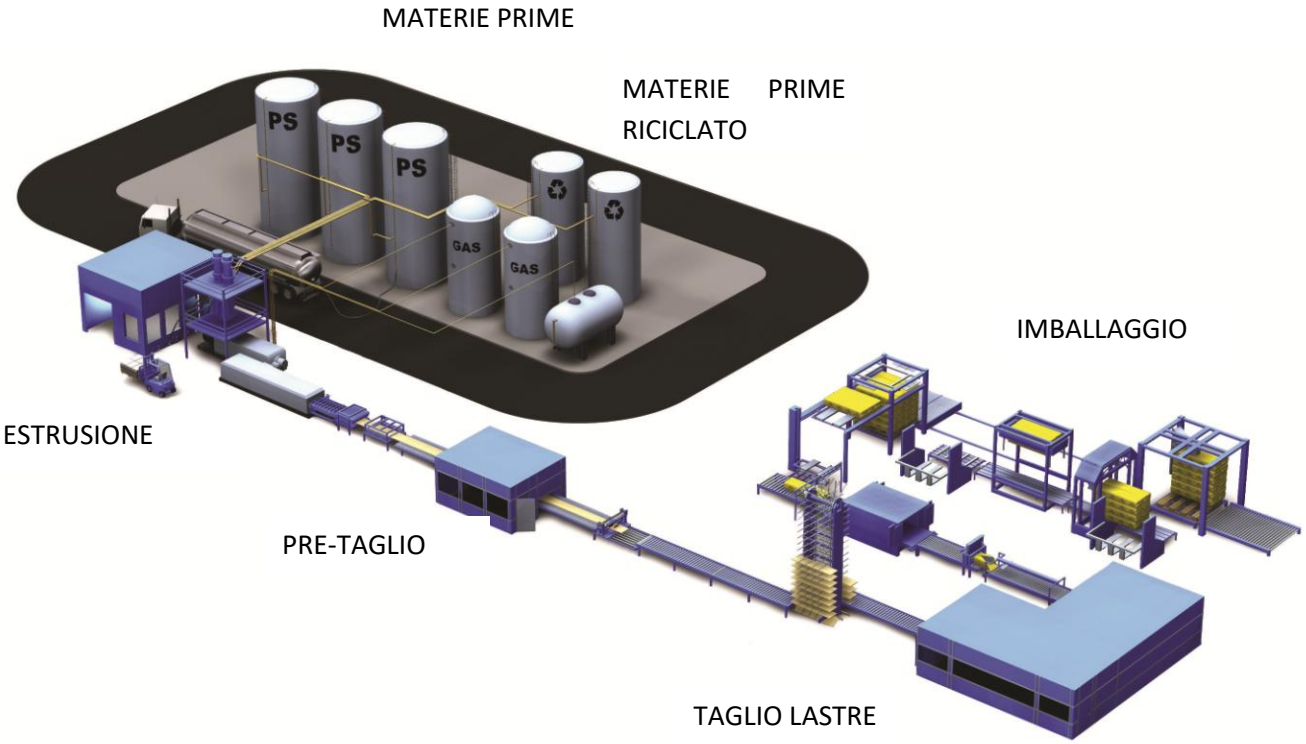


Figura 1: *stabilimento e processo produttivo*

Come si trova in commercio

Il polistirene espanso estruso si può trovare in commercio sotto forma di pannelli con o senza pelle; "la pelle" è costituita da un addensamento superficiale del materiale ed ha un aspetto liscio e compatto. I pannelli senza pelle sono ottenuti fresando tali superfici per renderle maggiormente compatibili con collanti, calcestruzzo, malte ecc. I pannelli si possono trovare sul mercato in diverse colorazioni e varie finiture superficiali: lisci, ruvidi, waferati e con scanalature.
Le lastre possono essere utilizzate sia da sole che accoppiate con altri materiali quali cartongesso, pannelli di legno, laminati plastici o metallici, etc.
Non va fatta confusione tra polistirene espanso estruso XPS e polistirene espanso sinterizzato EPS, le differenze sono sostanziali per processo produttivo, proprietà e applicazioni specifiche.

Applicazioni principali

L' XPS è particolarmente adatto all'isolamento termico di strutture, anche particolarmente sollecitate, in cui è richiesta un'elevata resistenza meccanica. Inoltre, la sua impermeabiltà all'acqua assicura un'ottima tenuta in presenza di umidità o infiltrazioni d'acqua. Nell'isolamento termico di solai, pareti, coperture piane e inclinate, si dimostra assolutamente affidabile e duraturo. Trova particolare applicazione nel tetto rovescio, sistema che prevede la posa dell'isolante sopra il manto impermeabile. Inoltre può essere facilmente tagliato e sagomato in funzione delle varie esigenze applicative.

1.2 Prestazioni e marcatura CE

I materiali proposti al mercato con proprietà di isolamento termico, in quanto prodotti da costruzione e stabilmente presenti all'interno dell'involucro edilizio, rientrano nella casistica delle regole previste dall'Unione europea per la commercializzazione dei prodotti da costruzione. Queste regole prescrivono che al fine della tutela del consumatore e della corretta circolazione in territorio comunitario delle merci (con l'eliminazione o la riduzione delle barriere tecniche) i prodotti da costruzione debbano indicare in modo uniforme, univoco e standardizzato le caratteristiche per le quali vengono venduti nel mercato dell'edilizia.
Ad oggi è in vigore il Regolamento 305/11, che ha sostituito la Direttiva 89/106 come documento europeo di riferimento sulla commercializzazione dei Prodotti da Costruzione.
Nella realizzazione dell'edificio devono essere garantiti i seguenti requisiti: resistenza meccanica e stabilità, sicurezza in caso di incendio, igiene salute e ambiente, sicurezza nell'impiego, protezione acustica e risparmio energetico ed isolamento termico, uso sostenibile delle risorse naturali. L'attuazione del rispetto dei requisiti è concretizzata per mezzo delle norme di prodotto armonizzate che stabiliscono come ogni prodotto deve garantire il rispetto dei requisiti. La norma di prodotto per l'XPS è la UNI EN 13164 "Isolanti termici per edilizia – Prodotti di polistirene espanso estruso ottenuti in fabbrica– Specificazione".

Tra le novità più importanti del Regolamento 305/2011 l'introduzione della "dichiarazione di Prestazione" che sostituisce la "Dichiarazione di conformità" prevista dalla precedente Direttiva 89/106. La Dichiarazione di Prestazione (DoP) è il documento che riporta le prestazioni del prodotto da costruzione, valutate in base alla norma armonizzata di riferimento per quel prodotto. La DoP è obbligatoria quando un prodotto è coperto da una norma europea armonizzata o da una valutazione tecnica europea (ETA) rilasciata per quel prodotto.
Si ricorda inoltre che nel Regolamento 305/2011 all' articolo 4, parlando di dichiarazione di prestazione, è sottolineato il fatto che "quando un prodotto da costruzione rientra nell'ambito di applicazione di una norma armonizzata o è conforme a una valutazione tecnica europea rilasciata per il prodotto in questione, le informazioni, sotto qualsiasi forma, sulla sua prestazione in relazione alle caratteristiche essenziali, come definite nella specifica tecnica armonizzata applicabile, possono essere fornite solo se comprese e specificate nella dichiarazione di prestazione, eccetto nei casi in cui (..) non è stata redatta alcuna dichiarazione di prestazione."

Conduttività termica dichiarata e di progetto

Nella marcatura CE dei materiali isolanti è presente il valore di conduttività dichiarata λ_D calcolato a partire dal $\lambda_{90/90}$ con le dovute approssimazioni previste.
Il valore $\lambda_{90/90}$ è rappresentativo del 90% della produzione con una confidenza del 90%.
In accordo con le norme di prodotto e le norme di riferimento per la valutazione della conduttività termica in laboratorio, per esempio la norma UNI EN 12667, i prodotti isolanti vengono testati a 10 °C di temperatura media, cioè con una differenza applicata alle facce dei campioni di $\Delta T = 20°C$.

Il progettista prima di procedere con i calcoli per le verifiche termiche deve conoscere (o poter ipotizzare) le condizioni di esercizio del materiale e confrontarle con quelle utilizzate per la misura del valore di conduttività termica fornito dal produttore. Se le condizioni di temperatura e umidità sono differenti deve modificare il valore dichiarato e trasformarlo in valore di progetto.

La conduttività termica infatti è sensibile al cambiamento di temperatura e umidità.

La norma UNI EN ISO 10456 indica le modalità per passare da un valore λ_1 calcolato in condizioni T_1 a un valore di λ_2 valutato in condizioni T_2 attraverso il fattore temperatura F_t :

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot F_t \qquad F_t = e^{ft\cdot(T_2 - T_1)}$$

dove:

F_t è il fattore di temperatura;
f_t è il coefficiente di conversione della temperatura [1/K].

Allo stesso modo indica anche le modalità per passare da un valore λ_1 a λ_2 per differenti condizioni di umidità attraverso il fattore temperatura F_m :

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot F_m$$

Il coefficiente F_m si può valutare secondo le seguenti formule:

$$F_m = e^{f_u\cdot(u_2 - u_1)}$$
$$F_m = e^{f_\psi\cdot(\psi_2 - \psi_1)}$$

dove:
F_m è il fattore d'umidità;
f_u è il coefficiente di conversione dell'umidità valutato con riferimento alla massa;
f_ψ è il coefficiente di conversione dell'umidità valutato con riferimento alla volume;

I valori di f_t - f_u - f_ψ sono suggeriti per varie tipologie di materiale in maniera tabellare nella norma europea.

Tali valori sono validi per temperature medie tra 0°C e 30°C.

Esempio di correzione in funzione della temperatura

Si consideri un pannello di XPS con λ_1= 0,035 W/mK valutato in condizioni di prova di T_{1media} = 10°C (condizione di laboratorio), posizionato come isolamento dall'esterno in condizioni climatiche estive per il quale il materiale isolante lavora in una condizione media T_{2media}= 26°C (condizione operativa).

Dalla tabella A3 (Appendice A. UNI EN ISO 10456:2008) ricavo che il fattore correttivo f_t =0,0035 1/K

$F_t = e^{ft\cdot(T_2 - T_1)}$ = 1,0576

$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot F_t$ = 0,037 W/Mk

Si ricorda che le condizioni operative sono a discrezione del progettista in funzione dell'applicazione specifica.

Scheda marcatura CE e DOP

Norma di prodotto:
UNI EN 13164 "Isolanti termici per edilizia – Prodotti di polistirene estruso (XPS) ottenuti in fabbrica – Specificazione**"**

Codice di designazione (esempio):
XPS - EN 13164 – T2 – DS(70,90) – DLT(2)5 – CS(10/Y)300 – CC(2/1,5/50)100 – WD(V)3 – WL(T)0,7 – MU150 – FTCD2

Descrizione del codice di designazione (esempio):

Descrizione del simbolo	**Simbolo**	**Livello o classe**	**Valore corrispondente**
Polistirene espanso estruso (da e**X**truded **P**oly**S**tyrene foam)	**XPS**		
Numero della norma armonizzata di prodotto	EN 13164		
Tolleranza sullo spessore	Ti	2	-1,5mm ÷ 1,5 mm
Stabilità dimensionale in specifiche condizioni (70°C, 90% u.r., 48 h)	DS(70,90)		≤ 5%
Deformazione in specifiche condizioni di carico e temperatura (70°C, 168 h)	DLT(i)5	2	≤ 5% con carico 40 kPa
Resistenza alla compressione al 10% deform.	CS(10/Y)i	300	≥ 300 kPa
Scorrimento viscoso a compressione (creep) dopo 50 anni, con deformazione max al 2%	CC(2/1,5/50)i	100	100 kPa
Assorbimento d'acqua a lungo periodo per diffusione	WD(V)i	3	≤ 3%
Assorbimento d'acqua a lungo periodo per immersione totale	WL(T)i	0,7	≤ 0,7%
Fattore di resistenza alla diffusione del vapor d'acqua	MUi	150	≥ 150
Resistenza al gelo-disgelo dopo assorbimento d'acqua per diffusione (assorbimento addizionale)	FTCDi	2	≤ 2%

Esempio ETICHETTA CE

CE	Marcatura CE, rappresentata dal simbolo "CE"
1234 / 7456	Numero identificativo del/degli istituto/i notificato/i
AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050	Nome e indirizzo registrato del produttore, o marchio identificativo
15	Ultime due cifre dell'anno in cui è stata apposta la marcatura CE per la prima volta
0123 – DoP – 2013/10/07	Numero di riferimento della DoP
EN 13164:2012+A1:2015	N° della norma europea applicata, come indicato nella GUUE
ABCD Roofboard	Codice di identificazione unico del prodotto-tipo
Isolamento termico per l'edilizia	Usi previsti del prodotto come previsto dalla norma europea applicata
R_D 2,95 m^2K/W	Resistenza termica
λ_D 0,034 W/(m·K)	
d_N 100 mm	
T T2	Tolleranza sullo spessore
RtF E	Reazione al fuoco – Euroclasse
DS(70,90); DLT(2)5	Durabilità della resistenza termica a seguito di calore, intemperie, invecchiamento/ degrado
FTCD2	
CS(10\Y)300	Resistenza alla compressione
CC(2\1,5\50)100	Durabilità della resistenza a compressione a seguito di invecchiamento/degrado
WL(T)0,7; WD(V)3	Permeabilità all'acqua
MU150	Permeabilità al vapor d'acqua
XPS-EN13164-T2-CS(10\Y)300-CC(2\1,5\50)100-WL(T)0,7-WD(V)3-FTCD2-DS(70,90)-DLT(2)5-MU150	Codice di designazione (secondo la clausola 6 per le caratteristiche rilevanti in accordo alla Tabella ZA.1)
	Livello o classe di prestazione dichiarata

1.3 Caratteristiche tecniche indicative

In fase di progettazione preliminare o esecutiva è indispensabile conoscere le norme di riferimento e le indicazioni corrette per la scelta delle prestazioni dei materiali da inserire nel calcoli per il rispetto dei requisiti di legge.
Le norme di riferimento sono la UNI 10351:2015 e la UNI EN ISO 10456:2008.

La norma nazionale introduce il metodo di scelta dei valori di conduttività termica, resistenza al passaggio del vapore e calore specifico.
I prodotti in XPS sono soggetti a marcatura CE in quanto sotto norma armonizzata ormai dal 2003, quindi rispetto ad altri materiali da costruzione generici o isolanti di cui non vige l'obbligo di marcatura CE, è sicuramente più semplice capire l'iter di valutazione delle prestazioni.

La UNI EN ISO 10456 propone dei valori di resistenza al passaggio del vapore e calore specifico per tutti i materiali da costruzione compresi i materiali isolanti, mentre per la conduttività dei materiali isolanti la norma europea non fornisce indicazioni. La UNI 10351 riporta due tabelle di valori prestazionali: il prospetto A1 che riporta le caratteristiche della vecchia UNI 10351:1994 e il prospetto 2 invece che propone dei valori di conduttività per i materiali isolanti attualmente presenti sul mercato e quindi riconducibili a un conduttività dichiarata reale.
La scelta di uno o l'altro valore è funzione dell'epoca di installazione del materiale.

La tabella di seguito riporta il percorso per i materiali isolanti:

	Data di installazione		**λ (W/mK)**	**μ**	**c (J/kgK)**
Materiali già installati	Ante obbligo di marcatura CE		Prospetto A1- UNI 10351/2015	Prospetto A1- UNI 10351/2015	UNI EN ISO 10456/2008
	Post obbligo marcatura CE o marcatura volontaria	Etichetta CE disponibile	Valore marcatura CE	Valore marcatura CE	UNI EN ISO 10456/2008
		Etichetta CE non disponibile	Prospetto 2- UNI 10351/2015	UNI EN ISO 10456/2008	UNI EN ISO 10456/2008
Materiali di nuova installazione	Post obbligo marcatura CE o marcatura volontaria	Prodotto commerciale già scelto	Valore marcatura CE	Valore marcatura CE	UNI EN ISO 10456/2008
		Materiale scelto ma non prodotto commerciale	Prospetto 2- UNI 10351/2015	UNI EN ISO 10456/2008	UNI EN ISO 10456/2008

I dati per i prodotti in XPS sono riportati nella tabella di seguito.

Descrizione	Simbolo	Unità di misura	Fonti		
			UNI EN ISO 10456/2008	Prospetto 2- UNI 10351/2015	Prospetto A1- UNI 10351/2015
conduttività termica	λ	W/mK	-	0.034-0.038	0.034–0.041
coefficiente di conversione per effetto della temperatura	f_T	1/K	0.0035-0.0046	-	-
coefficiente di conversione per effetto dell'umidità	f_ψ	-	2.5[1]	-	-
densità	ρ	kg/m³	20-65	-	30-50
capacità termica specifica	c	J/kgK	1450	-	-
fattore di resistenza al vapore (DRY/ WET)	μ	-	150/150	-	83/303
coefficiente di permeabilità al vapore acqueo	δ	kg/msPa 10^{-12}	calcolare	-	0.6-2.2

Reazione al fuoco

euroclasse di reazione al fuoco	E

Altre caratteristiche da fonti varie

valore di resistenza a compressione al 10% di deformazione	kPa	200-700
coefficiente di dilatazione termica lineare	1/°C	0.06-0.08
Scorrimento viscoso a compressione al 2% di deformazione in 50 anni (creep)	kPa	100-250
Coefficiente di assorbimento per diffusione	%	≤ 1- ≤ 5
coefficiente di assorbimento per immersione		≤ 0,7 - ≤1,5

[1] Il valore è impiegabile per contenuti di umidità nel materiale inferiori al 10% del volume.

1.4 Perché utilizzare prodotti in XPS

Nessun altro materiale isolante in commercio combina tutte le seguenti caratteristiche: elevato isolamento termico, eccezionale resistenza meccanica, mantenimento delle prestazioni nel tempo, traspirabilità, scarsissimo assorbimento d'acqua.
E' la particolare struttura a celle chiuse della sua schiuma che permette al polistirene estruso di non assorbire acqua e di mantenere quindi inalterate le performance nel tempo. Per poter essere definito XPS, la percentuale di celle chiuse deve essere elevatissima: almeno il 95%. Inoltre, la possibilità di utilizzare una parte di polistirene riciclato, in percentuale variabile, durante il processo produttivo, contribuisce a garantire la sostenibilità ambientale del prodotto.

L'unione di tutte queste qualità conferisce al polistirene estruso una versatilità applicativa unica.
Grazie alla sua duttilità trova applicazione in coperture piane, a falde, tetti parcheggio, terrazzi, isolamento perimetrale, sotto platea di fondazione, parete intercapedine, parete a cappotto esterno, isolamento dall'interno accoppiato con cartongesso, piani pilotis, solai interpiano, isolamento di pilastri e soglie per l'eliminazione dei ponti termici, ristrutturazione di ambienti umidi.
Per alcune di queste applicazioni, poi, essendo richieste elevate performance di resistenza meccanica, il polistirene estruso è praticamente insostituibile.
Come materiale è scelto da molti addetti ai lavori grazie alla leggerezza nella movimentazione, all'estrema lavorabilità con semplici attrezzi da cantiere, alla possibilità di essere stoccato all'aperto finanche esposto alle intemperie. Questi sono alcuni dei motivi che hanno portato il polistirene estruso XPS ad essere uno dei più diffusi ed apprezzati isolanti termici.

Le principali applicazioni del polistirene estruso riguardano:

- Isolamento per tetti piani
- Isolamento di tetti a falda
- Isolamento di parete dall'esterno
- Isolamento in intercapedine
- Isolamento contro terra e sottofondazioni
- Isolamento solai e pavimenti
- Elementi prefabbricati e pannelli sandwich

Nel capitolo 3 vengono analizzate alcune delle tipologie di utilizzo più diffuse.

2 Efficienza, sostenibilità e sicurezza

2.1 Efficienza energetica nel rispetto del DM 26 giugno 2015

Il DM 26 giugno 2015, decreto attuativo delle Legge 90/13 sull'efficienza energetica in edilizia, prevede che vengano rispettati diversi requisiti sull'involucro opaco in funzione dei vari ambiti di applicazione. Tra le prescrizioni principali ovviamente si segnala il rispetto delle trasmittanze limite per edifici esistenti, le verifiche termo igrometriche e le verifiche delle prestazioni estive.

Di seguito riportiamo la buona prassi di verifica e progettazione che i professionisti dovrebbero avere utilizzando pannelli in XPS.

- Verifiche termo igrometriche in copertura

Nella progettazione di una copertura bisogna sempre fare molta attenzione all'ordine degli strati e alle loro caratteristiche. Infatti essendo indispensabile uno strato di protezione all'acqua che spesso è anche impermeabile al vapore, risulta necessario prevedere e valutare nella maniera idonea la barriera al vapore da posizionare nel lato caldo dell'isolante.
Con l'XPS la progettazione risulta meno complessa in quanto, non essendo indispensabile lo strato impermeabile esterno, ci si deve occupare solo dell'eventuale barriera al vapore interna, stando attenti alla regola per cui gli strati dall'interno verso l'esterno devono avere una resistenza al passaggio del vapore decrescente.

- Verifiche estive

Il parametro di riferimento per la valutazione dell'efficacia estiva delle strutture opache è la trasmittanza termica periodica Yie. Tale parametro si calcola tenendo conto di: densità, spessore, calore specifico e conduttività termica. La prestazione estiva quindi può essere raggiunta anche con strutture leggere costituite da materiali con buoni valori di conduttività termica e calore specifico.
In quest'ottica è possibile considerare soluzioni combinate tra materiali con elevata resistenza termica e materiali con elevato calore specifico e non esclusivamente soluzioni particolarmente massive.

- Verifiche contro terra: norme e metodi di riferimento

La realizzazione di elementi contro terra verticali o orizzontali presuppone una corretta progettazione dei manti impermeabili e di protezione della struttura principale.
L'utilizzo di materiali isolanti non idonei comporta non solo il possibile degrado della struttura ma anche e soprattutto la perdita del potere coibente. Infatti per diversi prodotti da costruzione il contatto con l'acqua riduce in maniera temporanea o permanente le prestazioni principali tra cui l'isolamento termico. Per questo motivo la principale prestazione richiesta ai materiali isolanti a contatto con il terreno è la resistenza all'umidità e all'acqua. Grazie alle sue caratteristiche l'XPS è il materiale ideale per questo tipo di applicazione.

Si ricorda che per la valutazione delle dispersioni contro terra la norma di riferimento è la UNI EN 13370 che considera nella valutazione della resistenza termica globale il sistema struttura terreno. Risulta quindi fondamentale la progettazione e la valutazione di tutti i materiali e degli spessori di isolamento.

2.2 Sostenibilità ambientale

L'XPS è tra i materiali isolanti più prestazionali con un valore di conduttività tra i più bassi in assoluto. L'isolamento termico è sicuramente il più importante aspetto per la riduzione delle emissioni inquinanti in edilizia e quindi di riduzione dei consumi energetici. Come tale questa caratteristica diventa fondamentale nella valutazione della sostenibilità. L'energia utilizzata e le emissioni di CO_2 generate durante la produzione del materiale sono di gran lunga compensate (più di 100 volte) dall'energia e dalle emissioni risparmiate durante il tempo di servizio dell'XPS installato.
L'XPS è riciclabile al 100%, non è pericoloso per la salute e per l'ambiente e la maggior parte degli scarti di produzione vengono riciclati nello stesso processo.

Questi aspetti positivi vengono ben descritti nella dichiarazione di sostenibilità (EPD) che Exiba (Associazione europea dei produttori di XPS) ha pubblicato per i prodotti principali.

Si segnala inoltre che a partire dal 21 agosto 2015 il ritardante di fiamma HBCD (esabromociclododecano) non può essere più utilizzato nella schiuma isolante: tale sostanza risulta infatti iscritta nell'elenco delle sostanze vietate o soggette a restrizione secondo il REACH (Regolamento Europeo 1907/2006) ed il successivo Regolamento (UE) n° 143/2011. Per questo motivo tutti i prodotti in XPS con caratteristiche di autoestinguenza disponibili sul mercato devono contenere additivi antifiamma di nuova generazione.

2.3 Reazione al fuoco

Per soddisfare le richieste della normativa antincendio nella maggior parte dei paesi europei i pannelli di XPS vengono prodotti in euroclasse E in base alla EN 13501-1. Questa proprietà viene raggiunta grazie a materiali ritardanti di fiamma incorporati nella matrice polimerica. Infatti l'XPS è un materiale plastico combustibile che se opportunamente addittivato risulta non facilmente infiammabile.

Se installati e usati in maniera idonea i prodotti in polistirene estruso non rappresentano quindi un aumento del rischio di incendio.

Si segnala che da aprile 2016 è entrato in vigore il nuovo regolamento delegato UE 2016/364 della Commissione del 10 luglio 2015 relativo alla classificazione della prestazione dei prodotti da costruzione in relazione alla reazione al fuoco a norma del regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio.

3 Applicazione principali

Le principali caratteristiche che identificano l'XPS, al di fuori dagli aspetti di isolamento termico, sono l'ottima resistenza meccanica e l'impermeabilità all'acqua. Da queste caratteristiche è possibile dedurre quali siano le principali applicazioni di questi prodotti: strati di copertura pedonabili o carrabili, primo strato dell'isolamento a cappotto, isolamento contro terra nonché isolamento in destinazioni d'uso particolarmente umide.

3.1 Isolamento della copertura

TETTO ROVESCIO

Si intendono quelle coperture in cui lo strato isolante è posto sopra il manto impermeabile.

In questo modo il pannello isolante fornisce una protezione al manto che non è sottoposto a sollecitazioni meccaniche e a shock termici che potrebbero danneggiarlo.

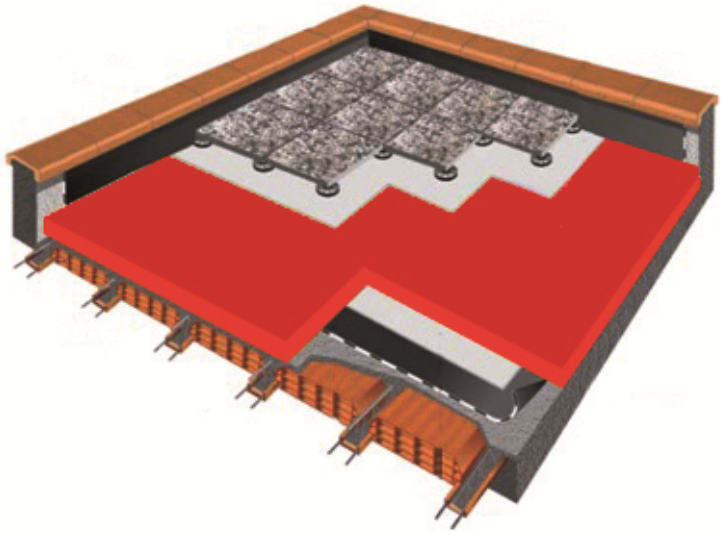
Inoltre lo strato impermeabile posto nella parte calda della copertura, funge da barriera al vapore evitando qualsiasi rischio di formazioni di condensa interstiziale come previsto dal recente D.M. 26 giugno 2015.

Per la posizione più esterna del materiale isolante è necessario che i pannelli, soprattutto nel caso di coperture piane non pedonabili, si comportino bene in presenza di acqua e forti sbalzi termici.

La forte resistenza ai cicli di gelo e disgelo e all'assorbimento d'acqua permette all'XPS di essere il materiale più idoneo per questo tipo di applicazione.

Questa tecnologia viene indicata anche per i tetti giardino. Il coibente in XPS, posato a secco sopra il manto impermeabile, non assorbe acqua né per immersione né per diffusione mantenendo invariate le sue caratteristiche fisiche anche in presenza di umidità.

Esempi di tetti rovesci

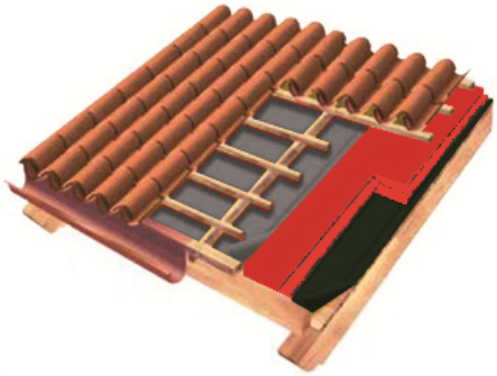


TETTO CALDO

Si intendono quelle coperture dove lo strato isolante è posizionato al di sotto del manto impermeabile. In queste applicazioni è necessario uno strato di barriera al vapore interno con maggiore resistenza al passaggio del vapore rispetto al manto impermeabile esterno. Questo strato può non essere presente solo se il manto impermeabile esterno è anche traspirante e quindi permeabile al vapore ma impermeabile all'acqua.

In questa applicazione risulta indispensabile una corretta indagine termo igrometrica. Infatti se il manto impermeabile esterno fosse più resistente al passaggio del vapore rispetto alla barriera interna si creerebbe una "gabbia " al vapore passante dal primo strato. Questo, fermandosi nella parte fredda del materiale isolante, potrebbe facilmente condensare. Il fenomeno della condensazione interstiziale è strettamente legato al possibile degrado dei materiali con conseguente riduzione delle prestazioni. L'XPS presenta il vantaggio di essere molto resistente all'assorbimento d'acqua e quindi anche al vapore eventualmente condensato presente tra gli strati della struttura.

Esempi di tetto caldo



Nel caso dei TETTI PIANI risulta altresì importante la resistenza meccanica. Tetti pedonabili o carrabili necessitano di questa proprietà e quindi vengono spesso realizzati con XPS come coibente.

3.2 Isolamento pavimentazioni industriali

In questo tipo di applicazione vengono prediletti isolanti che presentino una elevata resistenza meccanica, dal momento che sono soggetti ad intense sollecitazioni di tipo statico e dinamico, dovute alla presenza di strutture interne agli edifici (impianti, merci pesanti stoccate ecc.) ed al transito di mezzi (di trasporto, carrelli elevatori e mezzi per la movimentazione merci).
L'isolante viene posto al di sopra della membrana di impermeabilizzazione. Questa soluzione prevede la collocazione di una pavimentazione in calcestruzzo adeguatamente dimensionata ed armata per il tipo di carico previsto.

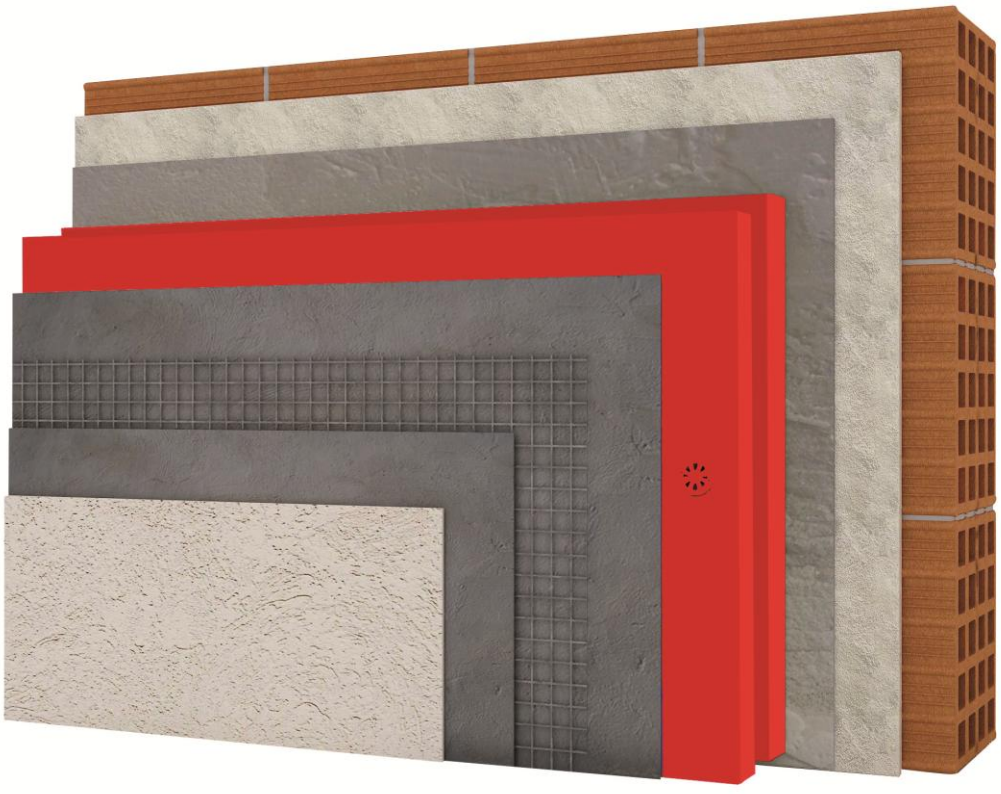
La corretta progettazione dell'isolamento dei pavimenti, di edifici residenziali e industriali, coinvolge un insieme di fattori quali la resistenza termica e meccanica dell'isolante, lo spessore del massetto, la quantità di armatura ed i carichi ammissibili. L'isolante posato su un solaio può sopportare carichi permanenti di massetti e tramezze e carichi accidentali variabili a seconda della destinazione d'uso di un edificio.
Diventa necessario quindi utilizzare dei materiali coibenti che presentino tante caratteristiche contemporaneamente: elevata resistenza meccanica a compressione, buon isolamento termico e facilità di lavorazione. Per rispondere a tutte queste esigenze, con un unico prodotto, si può fare affidamento sui pannelli in polistirene espanso estruso.

3.3 Isolamento a cappotto

Per la posa dell'isolamento a cappotto dall'esterno la prima fascia da terra viene di norma realizzata in estruso proprio per le sue proprietà di resistenza agli urti e scarso assorbimento d'acqua.

Cappotti completamente in XPS si realizzano soprattutto laddove viene richiesta una buona resistenza meccanica.

Spesso nei sistemi di isolamento a cappotto si parla di materiali traspiranti e vengono esclusi alcuni materiali perché non considerati tali. La traspirabilità delle strutture è una caratteristica fondamentale per mantenere il buon funzionamento dell'involucro edilizio. Essa è effettivamente molto utile per smaltire eventuale acqua di costruzione residua o piccoli accumuli di condensa all'interno della struttura. È sbagliato però aspettarsi che attraverso la sola traspirabilità dell'involucro opaco si possa garantire il corretto numero di ricambi d'aria all'interno di un ambiente confinato. Infatti anche l'involucro più traspirante avrà una capacità di regolazione delle condizioni igrometriche circa cento volte inferiore rispetto alla possibilità offerta da una corretta ventilazione dei locali. Quindi laddove viene richiesta una caratteristica di impermeabilità e di alta resistenza meccanica pensare di escludere materiali isolanti sintetici per la loro caratteristiche di traspirabilità è un errore madornale, in quanto i requisiti meccanico, termico e di protezione dall'acqua sono sicuramente prioritari e più incisivi.

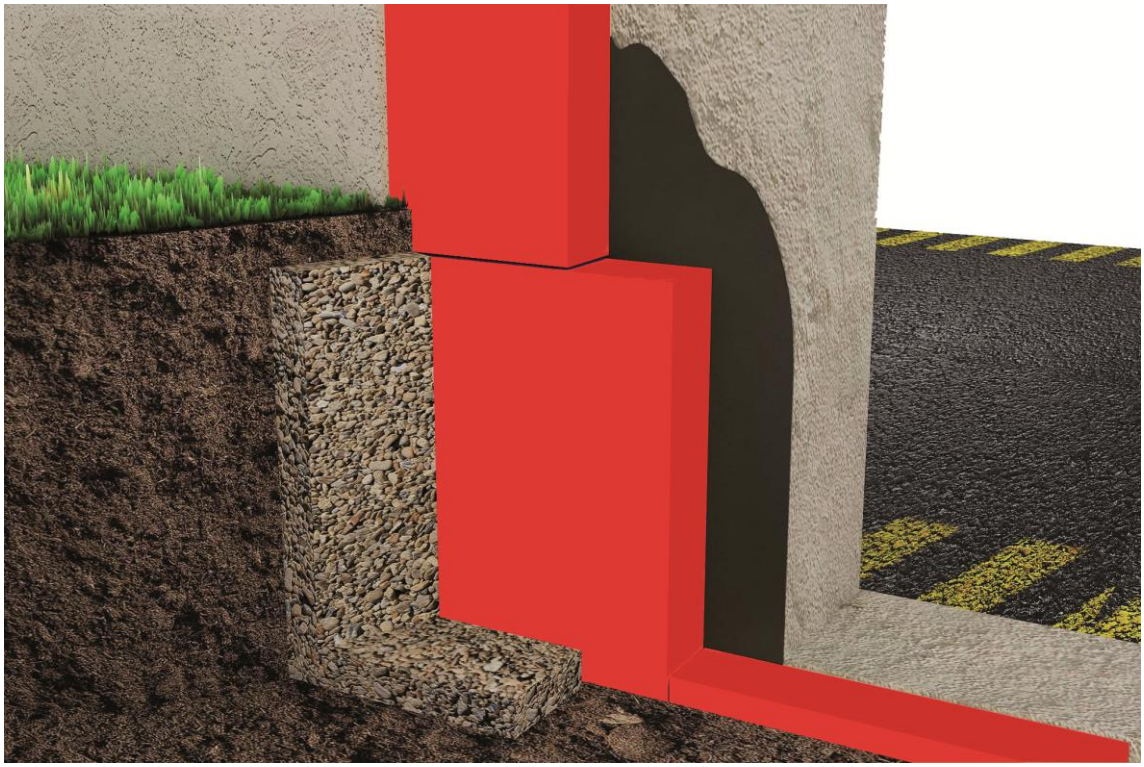


3.4 Isolamento contro-terra e sottofondazioni

Nella progettazione delle pareti e dei nodi contro terra risulta indispensabile valutare molto bene le caratteristiche dei materiali che vengono a contatto con il terreno .
Tali materiali devono essere resistenti all'umidità, avere una buona stabilità dimensionale e resistenza meccanica.
Per isolamento controterra si intende l'applicazione di materiale isolante tra il terreno e le pareti o i pavimenti, siano questi strutturali o meno, di locali interrati. In questo tipo di contesto, l'isolante deve sopportare la spinta del terreno e viene a trovarsi a diretto contatto con umidità e, in alcuni casi, acqua di falda, a volte anche in condizioni climatiche molto rigide.

Nell'isolamento sottofondazione l'isolante riveste esternamente gli elementi strutturali di fondazione. I carichi cui viene sottoposto il coibente in questo tipo di applicazione sono molto importanti, poiché deve sopportare il peso dell'edificio nel suo complesso. La caratteristica essenziale che deve presentare quindi il materiale isolante è una elevata resistenza meccanica nel tempo, definita tecnicamente come "resistenza allo scorrimento viscoso" o, in inglese, "creep".

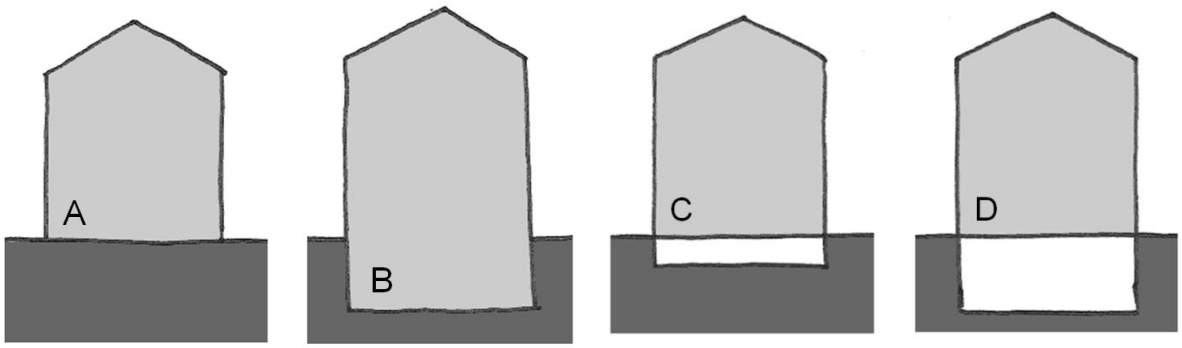
L'XPS con le sue ottime prestazioni isolanti, il basso assorbimento d'acqua sia per immersione che per diffusione, la sua elevata resistenza meccanica nel tempo e ai cicli di gelo e disgelo è sicuramente il materiale isolante tra i più idonei e quindi più utilizzati per questo tipo di applicazione.



Dispersioni attraverso il terreno

Il coefficiente di scambio termico attraverso il terreno prende il nome di H_g (dove g sta per *ground*) e si calcola secondo la norma UNI EN ISO 13370. Le dispersioni secondo il modello di calcolo non sono verso il terreno ma "attraverso" il terreno.

La procedura di calcolo per la valutazione delle dispersioni attraverso il terreno comprende le casistiche individuate dalle seguenti immagini:



Pavimento controterra | *Piano interrato riscaldato* | *Pavimento su intercapedine* | *Pavimento su piano interrato non riscaldato*

Figura 2: *Schematizzazione delle modalità di scambio tra l'edificio e l'ambiente terreno in accordo con UNI EN ISO 13370.*

L'approccio al calcolo è il medesimo degli altri coefficienti di scambio termico: il terreno e la zona non riscaldata interrata riducono le dispersioni che si avrebbero se il solaio di pavimento dell'ambiente riscaldato fosse direttamente a contatto con l'esterno.

Per edifici esistenti anche il rapporto con il terreno può essere valutato per mezzo di fattori di correzione tabellati:

Ambiente confinante	$b_{tr.U}$
Pavimento controterra	0.45
Parete controterra	0.45
Solette sospese (solette sopra vespaio)	0.80

Tabella *Valori dei fattori di correzione impiegabile per edifici esistenti. [Fonte: UNI/TS 11300–1, paragrafo 11.2, prospetto 7].*

Il metodo di calcolo del coefficiente di trasmissione di calore attraverso il terreno L_s è descritto dalla norma UNI EN ISO 13370. La norma fornisce procedure che tengono conto della natura tridimensionale del flusso termico e che sono adatte per la valutazione dei coefficienti di scambio termico e dei flussi termici per la maggior parte delle situazioni.

4 Falsi miti e domande ricorrenti sull'XPS

Di seguito vengono riportate alcune domande tipiche che vengono proposte ai produttori di polistirene espanso estruso.

1. E' vero che l'isolamento termico risulta troppo costoso ed è più conveniente sostituire l'impianto termico in quanto posso ottenere risultati migliori in termini di risparmio di energia sin dal primo giorno?

Gli studi dimostrano che le misure di isolamento fanno risparmiare molto di più e hanno una convenienza energetica dal primo giorno perché le dispersioni si riducono subito così come le emissioni.

---

2. L'XPS è nocivo per l'ambiente?

Il materiale è riciclabile al 100% e l'energia utilizzata e le emissioni di CO_2 generate durante la produzione del materiale sono di gran lunga compensate (più di 100 volte) dall'energia e dalle emissioni risparmiate durante il tempo di servizio dell'XPS installato.

---

3. L'utilizzo dell'XPS alimenta l' effetto serra?

No, l'XPS non contiene più gas CFC o HCFC. Nella maggior parte di casi il gas di espansione nel processo industriale è la CO_2 che ha il minor effetto serra possibile, centinaia di volte inferiore rispetto ai gas di vecchia generazione.

Inoltre, i risparmi di CO_2 ottenuti durante la durata in servizio dei pannelli di XPS compensano di gran lunga le eventuali emissioni di CO_2 che si verificano durante la sua fabbricazione e installazione.

---

4. La resistenza a compressione è importante per i materiali in copertura?

Si perché il peso degli operai al lavoro sul tetto e particolari carichi di neve potrebbero compromettere la stabilità dimensionale del prodotto e di conseguenza la perdita dell'equilibrio nel pacchetto di copertura. Su coperture con tegole o altri pesi distribuiti può essere molto importante anche il creep a 50 anni.

---

5. In copertura è sempre necessaria un'elevata massa?

La NTC (Norme tecniche per le costruzioni) al punto 7.2.2 recita:" massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%)". Ciò significa che la massa della copertura dipende dalla tipologia della costruzione in esame. Inoltre, un'eccessiva massa in copertura può essere pericolosa in zone sismiche.

7. La classe di reazione al fuoco del polistirene estruso è inadeguata e l'utilizzo può essere pericoloso in caso di incendio?

E' sbagliato aspettarsi che un buon isolante termico vada anche a costituire una barriera per il fuoco. Non è un materiale a vista e la sua funzione è diversa. Proviamo poi a pensare quanti oggetti che compongono le nostre case finirebbero per bruciare prima e meglio di un isolante usato in intercapedine o in copertura. Mobili in legno, tende, divani, coperte… le stesse travi a vista di un tetto in legno.

---

8. I valori di conducibilità termica del polistirene estruso peggiorano al crescere dello spessore?

Questo era vero con i prodotti di vecchia generazione. Grazie però a nuove tecnologie produttive questo limite è stato superato. Si trovano infatti in commercio XPS dagli elevati spessori con lambda migliorati perché realizzati in multistrato termosaldato. Questo risolve anche i problemi legati alla posa in opera di più strati di materiale.

---

9. Il polistirene può essere mangiato da topi, uccelli, etc. ?

No, essendo un derivato da idrocarburi naturali non costituisce nutrimento per alcun essere vivente, compresi i microrganismi. In qualche caso può capitare che piccoli roditori o uccelli cerchino di ricavarsi il proprio nido. E' quindi importante posare correttamente scossaline laterali e accessori per la ventilazione in modo da impedirne l'accesso.

DOMANDE RICORRENTI

10. Con cosa è possibile incollare i pannelli?

I pannelli possono essere trattati fondamentalmente con tutti gli adesivi idonei al polistirene. Tra questi, ad esempio, guaine adesive applicate a freddo, adesivi poliuretanici ed adesivi a base di cemento. In generale, occorrerà usare adesivi privi di solventi. Occorrerà sempre attenersi ai consigli del produttore dell'adesivo.

11. Con cosa si tagliano o si profilano i pannelli?

I pannelli isolanti possono essere tagliati, al fine di dar loro una forma, con "cutter", seghetti a mano, elettrici, radiali ed anche con filo caldo.

12. Fino a quale temperatura il pannello XPS conserva la sua forma?

La temperatura massima in servizio permanente è di 75°C. Con temperature superiori possono verificarsi deformazioni permanenti: è consigliato quindi non coprire con protezioni scure i pannelli durante le calde giornate estive.

13. Il polistirene può essere immagazzinato all'esterno?

Non ci sono controindicazioni in merito. Chiaramente i prodotti in polistirene, essendo manufatti leggeri, richiedono un po' di riguardo. Il materiale prodotto viene stoccato utilizzando una pellicola protettiva resistente agli UV per evitare la formazione della patina giallastra che si può creare sulle superfici esposte al sole.

5 CONTATTI

- **ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico**
  http://www.anit.it
  info@anit.it

- **GRUPPO XPS**
  http://www.anit.it/gdl-xps/

- **EDILTEC SRL**
  http://www.ediltec.com
  info@ediltec.com

- **SOPREMA**
  http://www.soprema.it
  info.insulation@soprema.it

- **URSA ITALIA SRL**
  http://www.ursa.it
  ursa.italia@ursa.com