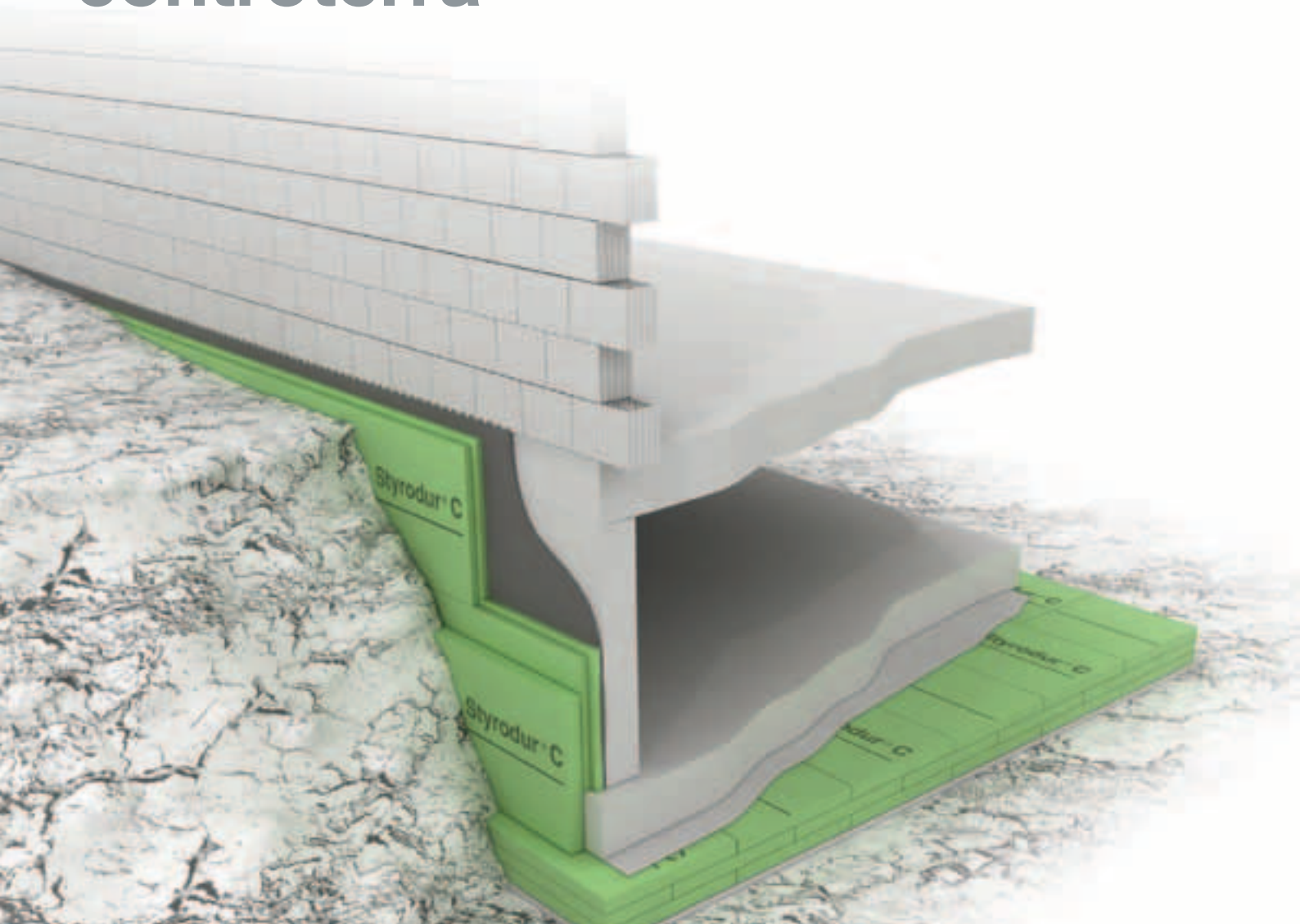
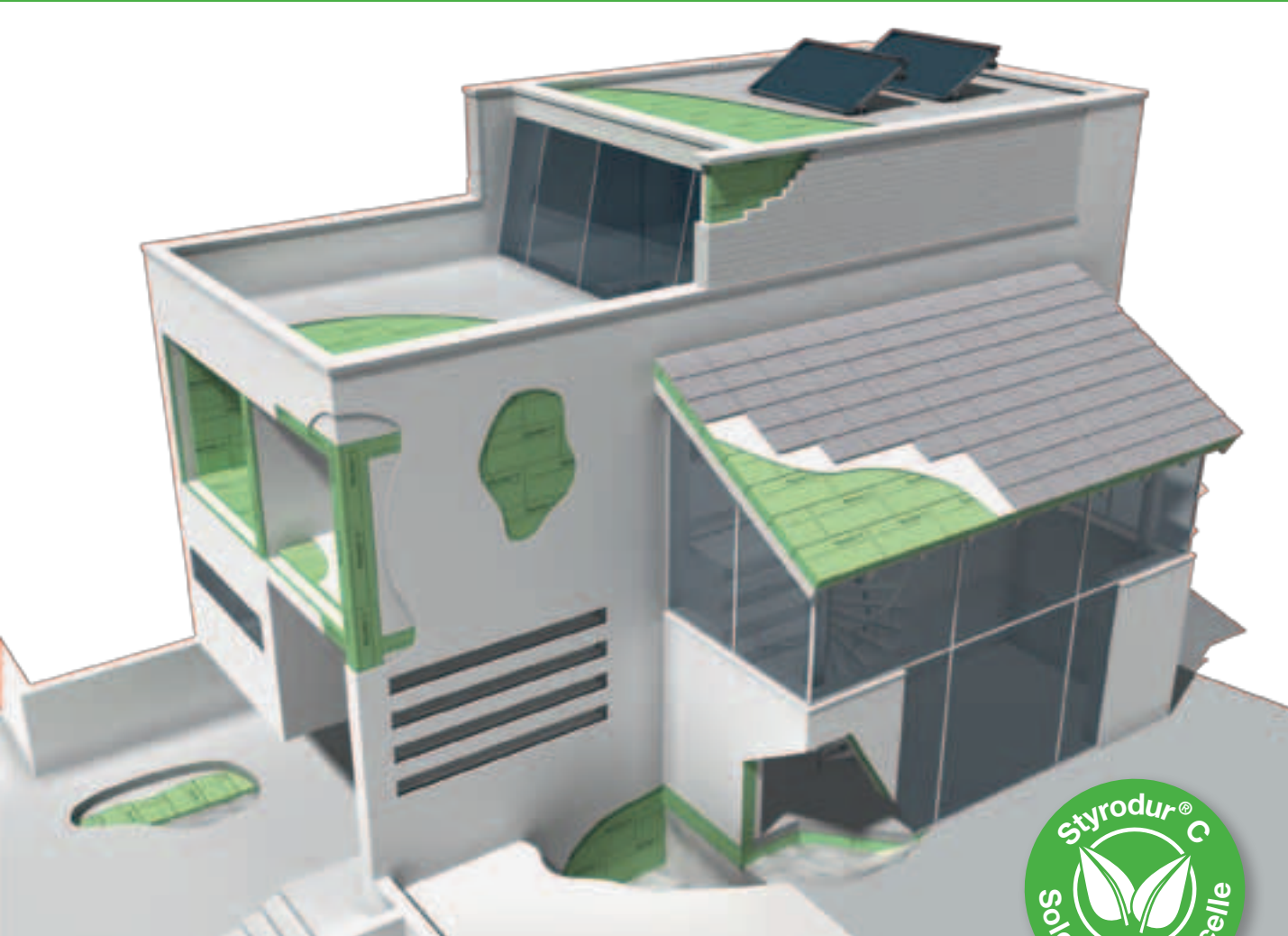


Isolamento perimetrale controterra



1	Styrodur® C	3
2	L'isolamento perimetrale	4
3	Vantaggi dell'isolamento perimetrale	5
3.1	Buoni motivi per scegliere una cantina	6
4	Istruzioni per l'uso	6
4.1	Strato termoisolante	7
4.2	Isolamento perimetrale alle pareti	7
4.3	Raccordi/Terminali	8
4.4	Isolamento dello zoccolo	9
4.5	Installazione nella cassaforma	10
4.6	Isolamento perimetrale del pavimento	11
4.7	Isolamento perimetrale in elementi portanti	12
4.8	Drenaggio	14
4.9	Isolamento perimetrale in zone con acqua in pressione	14
4.10	Riempimento degli scavi di fondazione	15
4.11	Risanamento energetico del perimetro: la protezione antigelo	15
4.12	La casa passiva	15
5	Consigli per la progettazione	16
5.1	Dimensionamento tecnico dell'isolamento termico	16
5.2	Dimensionamento tecnico della protezione contro l'umidità	18
5.3	Selezione dei tipi di Styrodur C in base alla profondità di installazione	18
6	Dati tecnici Styrodur C	19



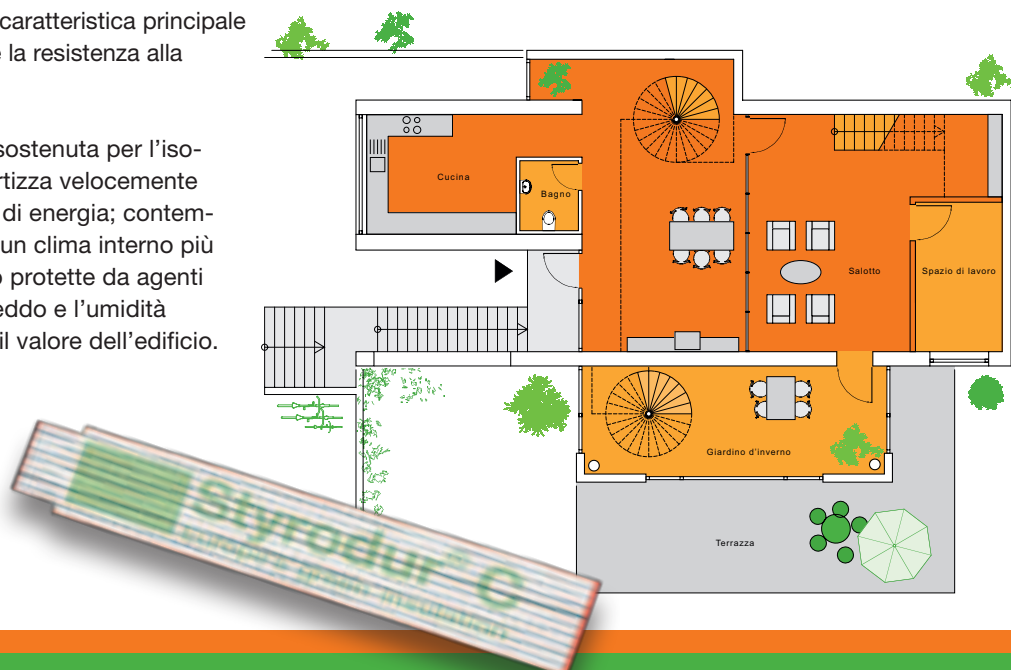
1. Styrodur® C

Styrodur® C è l'isolante termico di colore verde prodotto da BASF. È il polistirene espanso estruso che non utilizza FCKW, HFCKW e HFKW come gas espandenti e contribuisce in modo significativo, come materiale termoisolante, alla riduzione delle emissioni di CO₂.

Grazie all'alta resistenza a compressione, al basso assorbimento d'acqua e alla propria longevità e imputrescibilità, Styrodur C è diventato il sinonimo di XPS in tutta Europa. La caratteristica principale dei vari tipi di Styrodur C è la resistenza alla compressione.

Con Styrodur C la spesa sostenuta per l'isolamento termico si ammortizza velocemente grazie al consumo ridotto di energia; contemporaneamente la casa ha un clima interno più salubre e le strutture sono protette da agenti esterni come il caldo, il freddo e l'umidità aumentando la durata ed il valore dell'edificio.

Styrodur C viene prodotto secondo i requisiti della norma europea UNI EN 13164 e, per il suo comportamento in caso di incendio, è inserito nella classe europea E secondo UNI EN 13501-1. La sua qualità viene monitorata dal F.I.W. di Monaco ed è omologata dal D.I.B.t. con il numero Z-23.15-1481.



2. L'isolamento perimetrale

Il termine "isolamento perimetrale" indica le superfici costruttive esterne a contatto col terreno e isolate termicamente, come ad esempio le pareti (Fig. 1) e i pavimenti (Fig. 2) delle cantine.

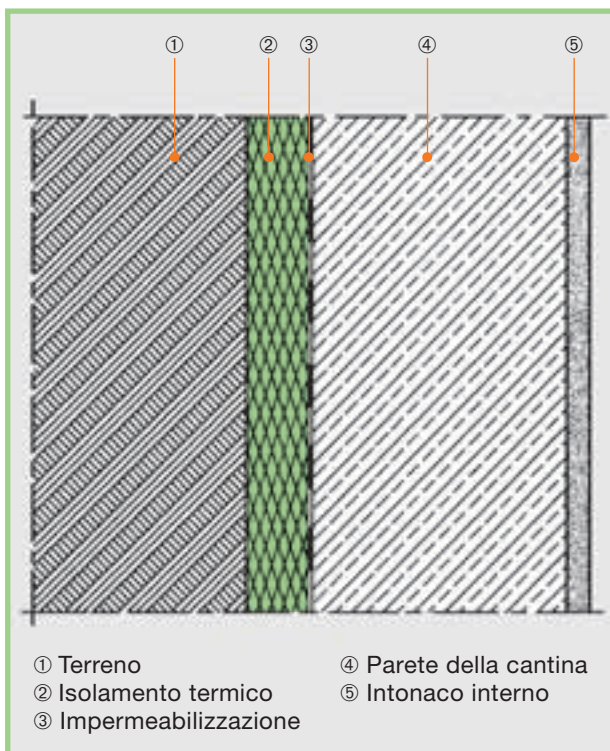


Fig. 1: Parete di cantina con strato termoisolante esterno, a contatto con il terreno.

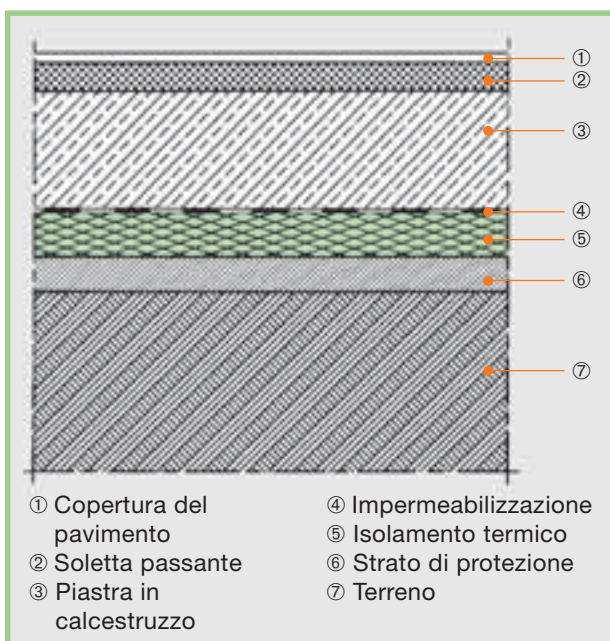


Fig. 2: Copertura inferiore non portante con strato termoisolante sottostante, a contatto con il terreno, nell'applicazione esemplificativa per isolamento del pavimento (senza acqua in pressione temporaneamente o a lungo).

La caratteristica principale dell'isolamento perimetrale è rappresentata dalla sistemazione dello strato termoisolante sul lato esterno dell'elemento strutturale al di sopra dell'impermeabilizzazione dell'edificio.

Poiché l'isolante termico utilizzato per il perimetro è soggetto a una sollecitazione estremamente forte dovuta al continuo contatto con il suolo, alle acque piovane, alla spinta del terreno e ai carichi mobili, i materiali idonei devono offrire prestazioni ottimali di:

- Impermeabilità
- Elevata resistenza alla compressione
- Imputrescibilità e, quindi, una buona e solida capacità di isolamento termico.

Styrodur® C presenta questo insieme di caratteristiche, rivelandosi una soluzione perfetta per l'isolamento perimetrale.

Isolamento perimetrale a norma

La norma DIN 4108-2 definisce "perimetrali" i sistemi di isolamento termico le cui lastre di isolante sono realizzate, ad esempio, in polistirene estruso, in base alla disposizione della norma EN 13 164, e non sono sempre immerse in acqua. L'isolamento perimetrale realizzato con Styrodur C è, quindi, a norma se posizionato al di sopra del livello della falda freatica.

Isolamento perimetrale nella falda freatica

Styrodur C è omologato da anni dall'Istituto Tedesco di tecnica Edilizia (DIBt) di Berlino (Omologaz. n. Z-23.5-223) per l'isolamento perimetrale nelle aree con acqua stagnante o in pressione. Inoltre, le lastre di Styrodur C possono essere immerse nella falda freatica al massimo fino a 3,50 m.

Isolamento perimetrale sotto a piastre di fondazione nella falda freatica

In base all'omologazione del DIBt, numero Z-23.34-1325, Styrodur C può essere utilizzato anche sotto a piastre di fondazione portanti, qualora queste siano immerse a una profondità massima di 3,50 m nella falda freatica.

Gli interventi di isolamento perimetrale contribuiscono a ridurre la dispersione termica anche nei piani inferiori degli edifici e creano, inoltre, un clima più salubre nella cantina. Le temperature più elevate delle superfici interne di pareti e pavimenti impediscono la formazione di condensa nei locali. In questo modo, si evita che si formi la muffa tipica dei locali sotterranei.

L'utente può quindi approfittare dei seguenti vantaggi:

- Miglioramento del clima nella cantina/nello scantinato.
- Aumento delle temperature sulla superficie interna delle pareti della cantina.
- Assenza di condensa sul lato interno delle pareti e del pavimento della cantina.
- Recupero di spazio interno.
- Maggiore qualità dell'edificio.
- Risparmio sui costi relativi al consumo energetico, grazie all'isolamento termico.
- Realizzazione dell'isolamento senza ponti termici.
- Protezione dell'impermeabilizzazione.

3. Vantaggi dell'isolamento perimetrale

L'impiego di Styrodur® C per l'isolamento perimetrale comporta molteplici vantaggi:

- Elevata resistenza alla compressione
- Nessuna necessità di realizzare ulteriori strati protettivi
- Nessuna limitazione della profondità di installazione
- Nessuna disposizione sulla distanza per i veicoli circolanti nelle vicinanze
- Valore U complessivo dello strato isolante spesso soli 12 cm < 0,32 W/(m²·K)
- Nessun aumento di ΔU
- Assorbimento di acqua praticamente nullo
- Nessun peggioramento della conduttività termica, poiché l'umidità praticamente non aumenta
- Styrodur C è una soluzione collaudata da oltre trenta anni e omologata dall'Ente Tedesco di vigilanza sulle costruzioni specificamente per l'area della falda acquifera
- Durata comprovata
- Vantaggi di lavorazione, poiché Styrodur C non deve essere compresso in bitumi per la realizzazione dell'isolamento del pavimento e non necessita di ulteriori strati protettivi per l'isolamento delle pareti
- Nessuna necessità di adottare misure di protezione particolari nelle aree soggette al gelo
- Nessuna necessità di drenaggio con terreni non coesivi
- Semplice fissaggio con colla, con sei punti di incollaggio per lastra; le lastre e i bordi devono essere incollati sull'intera superficie solo nell'area freatica e i giunti delle lastre devono essere stuccati
- Con Styrodur 2800 C con superficie gofrata è possibile isolare anche lo zoccolo
- La superficie gofrata di Styrodur 2800 C semplifica l'intonacatura dello zoccolo
- In base all'Omologazione del DIBt numero Z-23.34-1325, Styrodur C può essere posato anche sotto a piastre di fondazione portanti, immerse fino a una profondità massima di 3,50 m nella falda freatica.

Le seguenti informazioni e istruzioni per la posa e gli esempi realizzativi hanno l'intento di semplificare la progettazione e la posa di Styrodur C.

Avvertenza:

Se Styrodur C viene utilizzato sotto i rivestimenti, come guaine per tetti, fogli o strati protettivi, è possibile che alle temperature estive si surriscaldi eccessivamente a causa dell'assorbimento dei raggi solari, provocando la deformazione delle lastre.

3.1 Buoni motivi per scegliere una cantina

Lo scantinato riduce i costi di costruzione

I piani sotterranei hanno un costo a metro quadrato molto basso. Con una progettazione intelligente la superficie utilizzabile aumenta, alleggerendo il finanziamento dell'abitazione, perché:

- Se una porzione della superficie guadagnata viene utilizzata come superficie abitabile, i limiti previsti possono essere sfruttati al meglio.
- La realizzazione di pendii o di uno scantinato rialzato consentono di creare un appartamento indipendente accluso, che si ripaga da solo.

Dal punto di vista economico, la realizzazione della cantina aumenta il valore di mercato dell'immobile.



Fig. 3: Isolamento perimetrale con Styrodur® C.



Fig. 4: Particolare dell'intervento di isolamento con Styrodur C.

A favore della cantina giocano anche motivi di carattere tecnico. Senza il piano sotterraneo sussistono evidenti svantaggi dal punto di vista edilizio.

Ad esempio:

- la posa e la manutenzione delle condutture è più costosa;
- l'insonorizzazione in case a schiera e bifamiliari è inferiore;
- i terreni coesivi sotto le fondamenta possono seccarsi e ritirarsi e la soletta può sprofondare causando la formazione di crepe nelle pareti;
- le piccole porzioni di terreno non vengono sfruttate affatto.

Riserva di spazio in casa propria

Un piano sotterraneo progettato in modo intelligente può essere sfruttato come:

- silenziosa camera da letto,
- ufficio e laboratorio,
- ampia superficie di gioco,
- sauna,
- ripostiglio
- spazi per ricevimenti.

Il comfort abitativo è garantito dai materiali e dagli elementi edilizi moderni, che consentono un'impermeabilizzazione efficace, un buon isolamento termico, offrendo al contempo aria e luce in abbondanza.

4. Istruzioni per l'uso

Durante l'estrusione delle lastre di Styrodur® C, sulle superfici si forma una pelle di estrusione liscia e compatta.

Per una migliore aderenza di malta adesiva, intonaco, malte particolari, ecc., ad esempio sullo zoccolo, le superfici devono essere ruvide. Styrodur 2800 C dispone di una superficie termicamente gofrata (effetto wafer), che la rende adatta per l'applicazione di intonaco e calcestruzzo.

La corretta realizzazione dell'impermeabilizzazione dell'edificio è il presupposto per la posa di Styrodur® C nell'isolamento perimetrale. A seconda del tasso di umidità si distinguono diversi carichi per l'impermeabilizzazione delle cantine ai sensi della norma DIN 18195. In caso di superfici in calcestruzzo impermeabile, non è necessario realizzare ulteriori impermeabilizzazioni.

4.1 Strato termoisolante

Le lastre in Styrodur C vengono posate perfettamente accostate e allineate sia nel caso di superfici orizzontali che verticali (**Fig. 5**). Per evitare la formazione di ponti termici sono particolarmente adatte le lastre battentate. Lo strato isolante serve a conservare il calore della costruzione. In questo modo, si protegge anche l'impermeabilizzazione.



Fig. 5: Posa delle lastre di Styrodur® C allineate.

4.2 Isolamento perimetrale alle pareti

Le pareti interrato possono essere realizzate in calcestruzzo, in calcestruzzo impermeabile oppure in muratura intonacata. Gli elementi non impermeabili devono essere impermeabilizzati in base ai dettami della relativa disposizione DIN 18195. Tale operazione deve essere commisurata al tasso di umidità presente.

L'isolamento perimetrale non sostituisce l'impermeabilizzazione dell'edificio. Le pareti realizzate in calcestruzzo impermeabile possono essere isolate senza ulteriori trattamenti. Fino al riempimento degli scavi di fondazione, le lastre di Styrodur C devono essere fissate in modo che non scivolino o si spostino. Ciò accade di norma al momento dell'incollaggio alle pareti impermeabilizzate. Inoltre, le lastre isolanti posizionate a terra devono disporre di una solida superficie di sostegno (ad esempio, la sporgenza delle fondamenta) (**Fig. 6**).

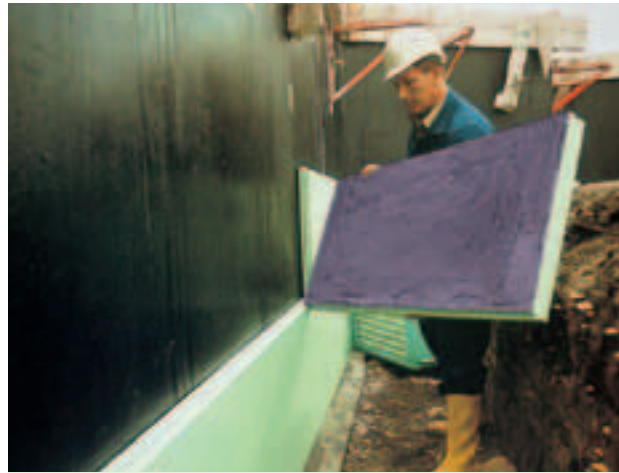


Fig. 6: Applicazione delle lastre di Styrodur C sulla parete esterna della cantina.

L'incollaggio sul calcestruzzo impermeabile è una soluzione temporanea, che permette di immobilizzare le lastre fino al riempimento degli scavi di fondazione. Durante l'incollaggio delle lastre isolanti è necessario fissare gli strati anti-scivolamento o simili, incollando, ad esempio, ampie superfici, in modo che al momento dell'utilizzo del terreno di riempimento non venga danneggiata l'impermeabilizzazione. Le caratteristiche chimiche e fisiche delle impermeabilizzazioni e dei collanti devono essere compatibili e adatte alla relativa applicazione.

Per le impermeabilizzazioni su basi o guaine bituminose sono adatti anche gli adesivi a due componenti senza solvente a base di cemento-bitume, o gli adesivi reattivi sempre senza solvente.

Occorre evitare di comprimere le lastre isolanti nell'impermeabilizzazione bituminosa non ancora secca per le seguenti ragioni:

- Gli spostamenti possono causare l'allentamento di porzioni di impermeabilizzazione. L'impermeabilità non viene quindi più garantita.
- La sostanza utilizzata di frequente a base di bitumi a freddo per la realizzazione dell'impermeabilizzazione può contenere percentuali di solvente, nocive per l'isolante. In caso di impermeabilizzazioni bituminose a freddo si raccomanda un periodo di essiccazione di una settimana, prima di applicare le lastre isolanti.

Per il calcestruzzo impermeabile sono adatti anche gli adesivi in dispersione per l'edilizia.

Per suggerimenti sugli adesivi più adatti, rivolgersi al rivenditore specializzato o al produttore.

4.3 Raccordi/Terminali

I pannelli di Styrodur® C devono essere fissati a terra (Fig. 7), ad esempio sul punto iniziale inferiore dell'isolamento perimetrale, in modo che non scivolino durante i lavori di montaggio.

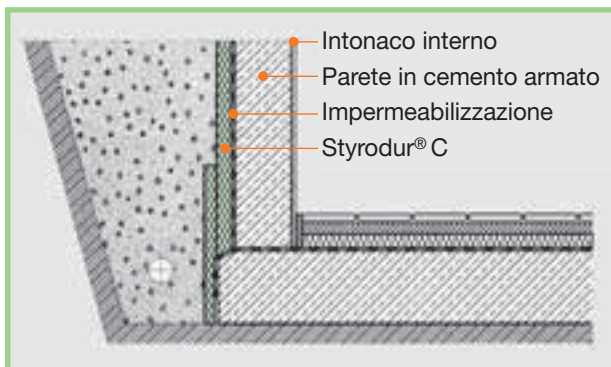


Fig. 7: Posizione a terra dell'isolamento perimetrale. Il pannello di Styrodur® C appoggia sulle fondamenta.

Anche per le finestre, l'isolamento deve essere realizzato senza la formazione di ponti termici (Fig. 8). È, pertanto, necessario isolare anche gli architravi e gli intradossi delle finestre. I lucernari devono essere realizzati in modo che l'isolamento perimetrale non venga interrotto e non si formino ponti termici.

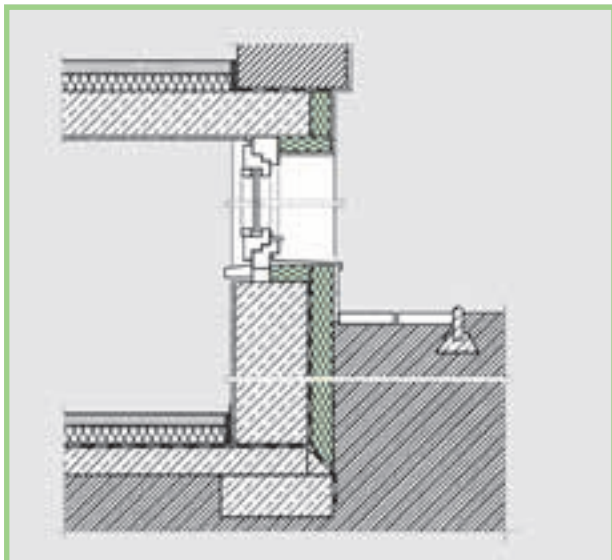


Fig. 8: Isolamento privo di ponti termici sulle finestre.

Le Fig. 9 e 10 riportano esempi di realizzazione di lucernari prefabbricati in calcestruzzo e plastica.

È opportuno realizzare il lucernario separatamente dall'edificio. In questo modo, si evita la formazione di ponti termici e la larghezza del lucernario può variare, se, come illustrato nella Fig. 9, viene realizzato con componenti prefabbricati in calcestruzzo, trasferito su un letto di ghiaia e appoggiato all'isolamento perimetrale.

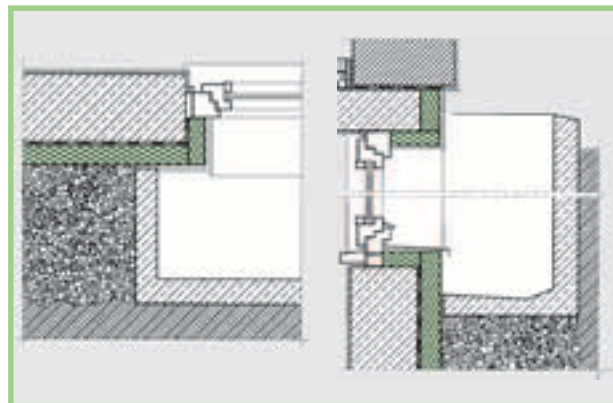


Fig. 9: Raccordo privo di ponti termici su un lucernario in calcestruzzo.

Una buona soluzione è anche realizzare un lucernario in materiale plastico, collegato tramite delle viti attraverso l'isolante alla parete della cantina (Fig. 10).

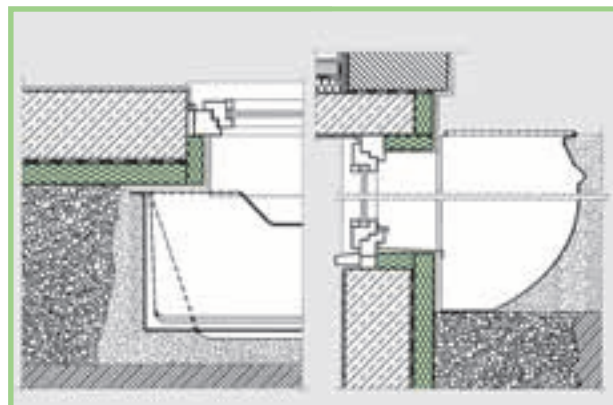


Fig. 10: Raccordo privo di ponti termici di un lucernario in plastica.

4.4 Isolamento dello zoccolo

Anche lo zoccolo della cantina, tra il bordo superiore del terreno e il muro sporgente isolato termicamente (Fig. 11) o la parte collegata all'isolamento termico esterno (Fig. 12), deve essere isolata. Al di sopra del terreno, è necessario utilizzare Styrodur® 2800 C con superficie gofrata termicamente, se si prevede di intonacarla.

Nello zoccolo le lastre vengono incollate con adesivo sulla parete esterna. A seconda della durezza dell'adesivo, ogni lastra di Styrodur 2800 C deve essere fissata con quattro tasselli piatti. Ogni tassello deve avere un diametro di minimo 60 mm.

I tipi di Styrodur C con pelle di estrusione non sono adatti all'intonacatura.

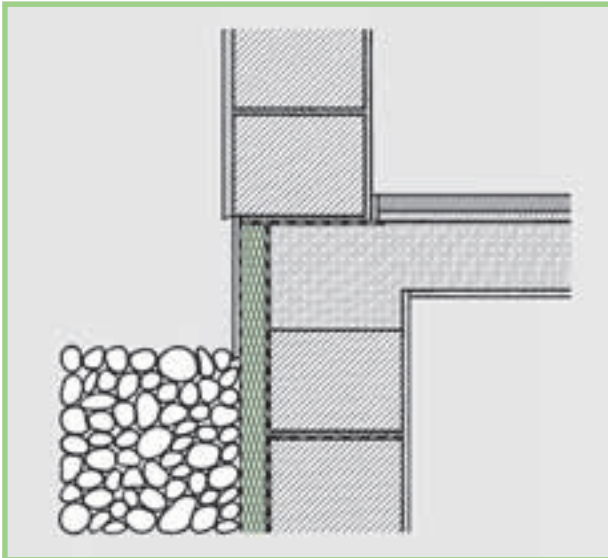


Fig. 11: Zoccolo, isolamento perimetrale con muro isolato termicamente.

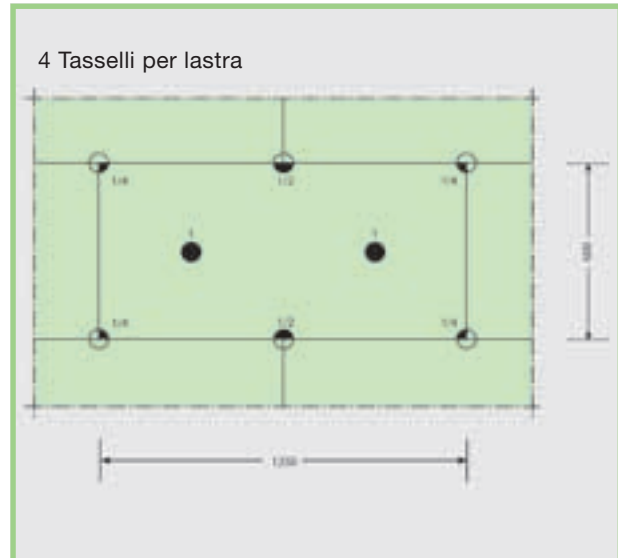


Fig. 13: Numero (4 per lastra) e disposizione dei tasselli per il fissaggio delle lastre di Styrodur® 2800 C nello zoccolo (dimensioni in mm).

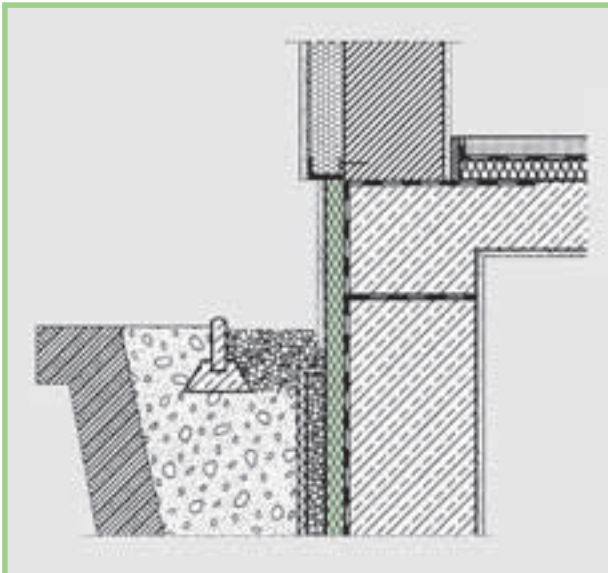


Fig. 12: Zoccolo, isolamento perimetrale con collegamento all'isolamento termico esterno.

4.5 Installazione nella cassaforma

Per la realizzazione di piani interrati in calcestruzzo impermeabile, l'isolamento perimetrale può essere integrato direttamente nella cassaforma e ricoperto con il calcestruzzo. Questa applicazione non è possibile se si utilizza calcestruzzo standard, poiché non assicura la necessaria funzione di impermeabilizzazione. Per l'applicazione del calcestruzzo è adatto solo Styrodur® 2800 C con superficie gofrata termicamente (**Fig. 14**), che garantisce ad esso un'eccellente aderenza.

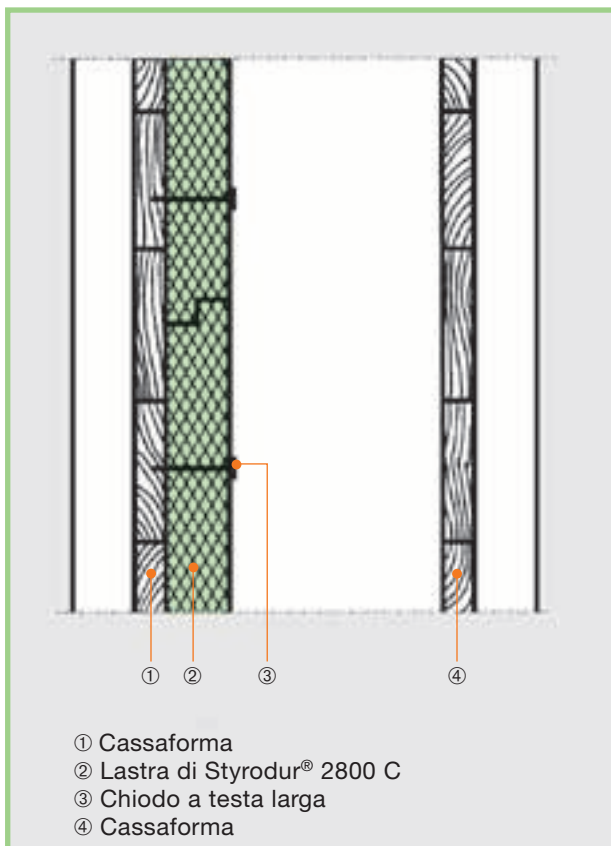


Fig. 14: Installazione nella cassaforma e fissaggio con chiodi a testa larga delle lastre di Styrodur® 2800 C.

Le lastre vengono inserite direttamente nella cassaforma. In caso di cassaforma in legno, le lastre di Styrodur 2800 C possono essere fissate ai singoli elementi utilizzando i chiodi a testa larga. In caso di cassaforma in acciaio, invece, è necessario assicurarsi tramite altri idonei metodi di fissaggio che le lastre isolanti non si spostino o non si stacchino durante la gettata del calcestruzzo né durante la compressione. Per quanto riguarda il trattamento successivo, è necessario attenersi alla norma DIN 1045-3 per la preparazione e il disarmo del calcestruzzo.

Per la realizzazione di fondamenti continue lineari, le lastre di Styrodur 2800 C possono essere utilizzate anche come cassaforma a perdere. Se le fondamenti sono armate, tra l'isolamento e l'armatura è necessario utilizzare degli spessori piatti.



Fig. 15: Cassaforma con Styrodur 2800 C.



Fig. 16: Lastre di Styrodur 2800 C installate nella cassaforma.

4.6 Isolamento perimetrale del pavimento

Il sottofondo, su cui vengono appoggiate le lastre di Styrodur® C, deve essere sufficientemente piano nel caso di isolamento perimetrale orizzontale e sufficientemente stabile per il relativo utilizzo. Per il carico consentito del terreno di fondazione vale la norma DIN 1054 "Terreno di fondazione – Carico ammesso del terreno di fondazione". Ciò vale sia per i terreni naturali che per quelli riportati. Anche in caso di roccia la superficie di appoggio delle lastre di Styrodur C deve essere realizzata in modo che aderiscano perfettamente. È, perciò, necessario prevedere uno strato di compensazione in calcestruzzo (Fig. 17).

Inoltre, deve essere steso e livellato un sottofondo in calcestruzzo. Per l'impermeabilizzazione contro l'umidità, attenersi alla norma DIN 18 195 "Impermeabilizzazioni di opere di costruzione". Se l'impermeabilizzazione contro l'umidità viene realizzata al di sotto della soletta (Fig. 17), tenere presente quanto segue: non è possibile utilizzare una guaina bituminosa, con giunti da incollare con bitume caldo, direttamente sullo strato di Styrodur C, poiché questo materiale può fondersi.

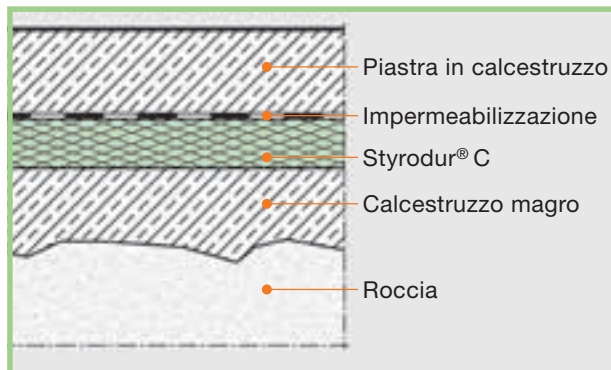


Fig. 17: Strato di compensazione in calcestruzzo magro per terreno di fondazione roccioso.



Fig. 18: Strato di protezione in calcestruzzo magro per la posa dell'isolamento del pavimento.

Non è consigliabile realizzare l'incollaggio con bitume a freddo contenente solvente, poiché quest'ultimo è in grado di sciogliere lo Styrodur C. Come materiale di impermeabilizzazione è possibile utilizzare guaine che possono essere saldate a caldo o a gas caldo. Particolarmente adatte sono le guaine impermeabilizzanti a base di ECB (bitumi di copolimero d'etilene). Le guaine impermeabilizzanti in PVC, contenenti sostanze plastificanti, non possono essere utilizzate in abbinamento con Styrodur C.

Se l'impermeabilizzazione contro l'umidità viene realizzata al di sotto della soletta in calcestruzzo (Fig. 17), si deve osservare quanto segue: tra Styrodur C e la soletta è necessario posare un foglio di PE; in questo modo, si evita che il calcestruzzo penetri tra i giunti delle lastre di Styrodur C durante la gettata.

Per il puntellamento dell'armatura in acciaio sottostante e sovrastante, montata separatamente, è necessario utilizzare degli spessori, composti da intrecci in acciaio appositamente modellati, componenti prefabbricati in calcestruzzo o elementi in materiale sintetico. L'armatura viene posata sugli spessori (Fig. 19 e 20), senza contatto con il foglio di PE. Il pericolo di perforazione del foglio è minimo.

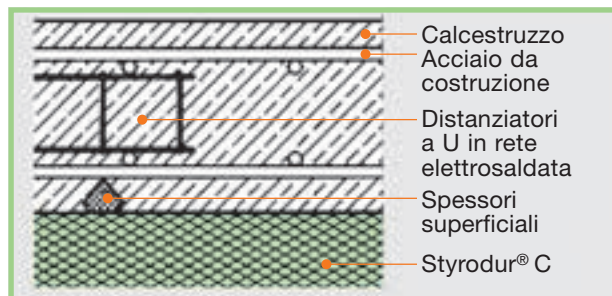


Fig. 19: Spessore superficiale calpestabile in fibrocemento per l'armatura inferiore e intreccio di sostegno in acciaio per l'armatura superiore della soletta.

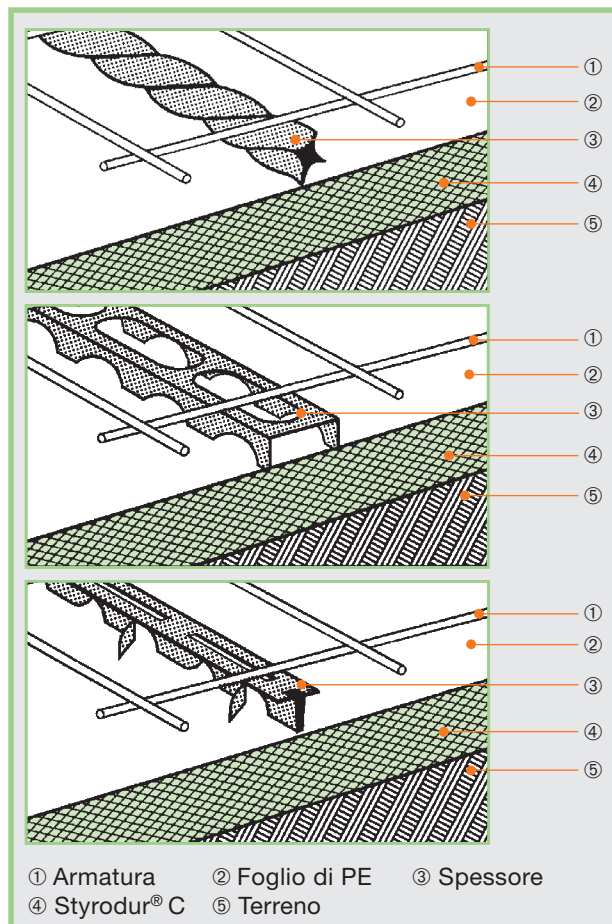


Fig. 20: Spessore in materiale sintetico calpestabile per l'armatura orizzontale. L'altezza del profilo indica quella della copertura in calcestruzzo.

4.7 Isolamento perimetrale in elementi portanti

Le fondamenta possono essere isolate termicamente con le lastre Styrodur® C, le quali, anche con fondazioni piane, impediscono al gelo di penetrare sotto le fondamenta in caso di edifici riscaldati (Fig. 21, 22 e 23).

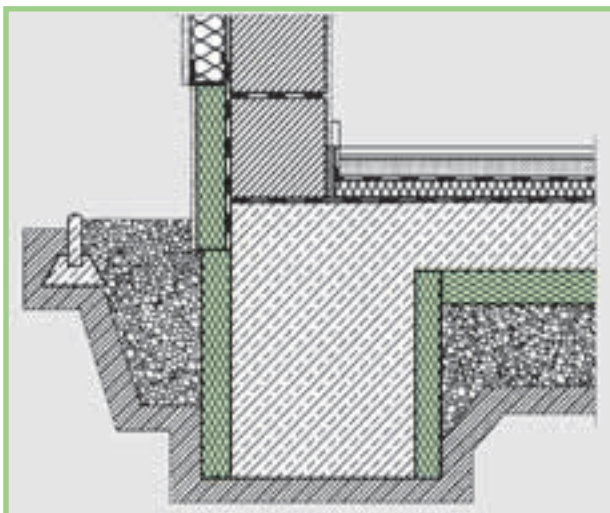


Fig. 21: Isolamento delle fondamenta e raccordo al sistema isolante a cappotto esterno.

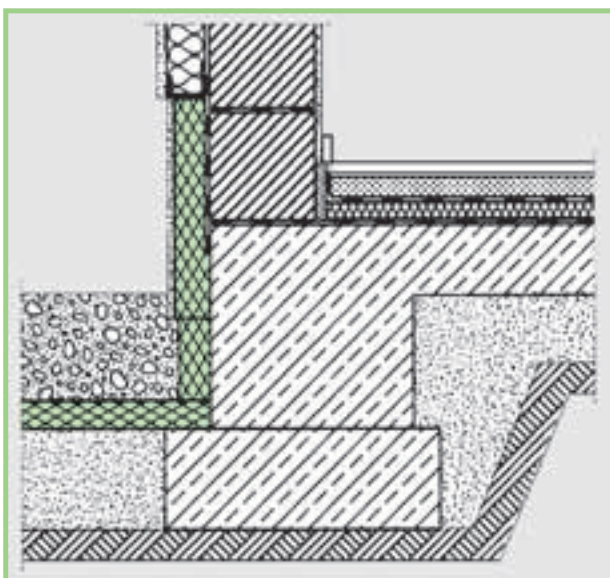


Fig. 22: Possibilità di isolamento delle fondamenta contro il gelo.

Styrodur C può essere utilizzato anche come isolante termico resistente ai carichi sotto le piastre di fondazione. In questa posizione, Styrodur C soddisfa tutti i requisiti di isolamento termico: eccellente resistenza alla compressione, imputrescibilità, ridotto assorbimento d'acqua.

Styrodur C viene utilizzato come isolante termico sotto le piastre di fondazione portanti in base all'omologazione Z-23.34-1325 ed è realizzato in base alle più recenti disposizioni in ambito tecnologico. Per il dimensionamento e la realizzazione dell'isolamento termico a protezione delle fondamenta contro l'insorgenza di gelo è necessario attenersi alla relativa norma DIN EN ISO 13 793.

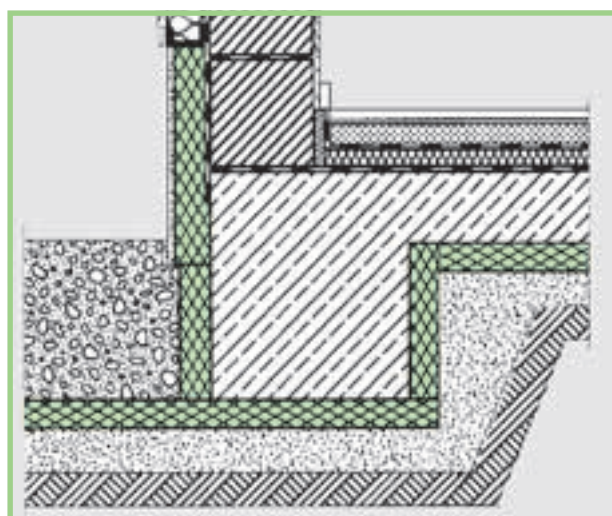


Fig. 23: Le lastre Styrodur® C possono essere utilizzate, dopo controllo del carico sovrastante, anche sotto elementi strutturali portanti.

Nel campo della costruzione di edifici abitativi e commerciali, si sta imponendo in modo esponenziale l'utilizzo di piastre per fondamenti in cemento armato come elementi strutturali di fondazione. Per evitare la formazione di ponti termici è opportuno posare Styrodur® C su tutta la superficie sotto alle piastre di fondazione.

A queste viene collegato direttamente e senza ponti termici l'isolamento perimetrale della parete della cantina. In questo modo, si ottiene il vantaggio che la cantina o la soletta dell'edificio si trovano completamente circondate dall'isolante. Per l'utilizzo di Styrodur C come isolante termico resistente ai carichi sotto alle piastre di fondazione è necessario osservare i seguenti punti:

- Posare un solo strato di Styrodur C
- Posare le lastre di Styrodur C allineate senza giunti incrociati
- Styrodur C può essere immerso fino a 3,5 m di profondità nella falda acquifera.

Styrodur C viene posato su una sottofondazione (ad esempio, cemento B5) o su uno strato di sabbia ghiaiosa livellato e notevolmente compattato. Il terreno deve essere sufficientemente piano per garantire una perfetta aderenza delle lastre. Sopra lo strato isolante in Styrodur C deve essere sistemato uno strato protettivo, ad esempio un foglio di PE, che impedisce l'infiltrazione di calcestruzzo nei giunti tra le lastre di Styrodur C durante la fase di getto e di presa della piastra di fondazione.

Requisiti statici

Il carico statico può agire solo perpendicolarmente rispetto al piano delle lastre di Styrodur C. L'isolante non deve essere sottoposto a sollecitazioni di taglio. Le sollecitazioni a compressione consentite sono:

- Styrodur 3035 CS - σ cert. = 0,13 N/mm²
- Styrodur 4000 CS - σ cert. = 0,18 N/mm²
- Styrodur 5000 CS - σ cert. = 0,25 N/mm²

Dal punto di vista fisico, è necessario prevedere, in base al clima ambientale pianificato, la realizzazione di una barriera vapore da posare sul lato caldo, ovvero quello superiore di Styrodur C. In questo modo, si interrompe la diffusione del vapore acqueo dall'interno dell'edificio verso il terreno e la formazione di condensa nell'isolante.

Tabella 1: Requisiti di resistenza alla compressione dell'isolante termico per l'applicazione sotto fondazione.

Proprietà	Unità	Styrodur® 3035 CS	Styrodur® 4000 CS	Styrodur® 5000 CS
σ_D Resistenza alla pressione o sollecitazione a compressione con schiacciamento del 10% in base alla norma DIN EN 826	kPa	300	500	700
σ_K Modulo di elasticità a compressione di breve durata in base alla norma DIN EN 826	N/mm ²	20	30	40
$\sigma_{D,50}$ Sollecitazione permanente a compressione ammessa in base alla norma DIN EN 1606 (schiacciamento < 2%, 50 anni)	kPa	130	180	250
σ_L Modulo di elasticità a compressione di lunga durata in base alla norma DIN EN 1606 (durata sollecitazione 50 anni)	N/mm ²	6,5	9	12,5
K_L Costante di sottofondo Winkler a 50 anni (in funzione dello spessore della lastra)	50 mm	0,13	0,18	0,25
	60 mm	0,11	0,15	0,21
	80 mm	0,08	0,11	0,16
	100 mm	0,07	0,09	0,13
	120 mm	0,05	0,08	-
$\sigma_{cert.}$ Sollecitazione permanente a compressione ammessa sotto le piastre di fondazione portanti ¹⁾	kPa	130	180	250
C_{dyn} Rigidità dinamica in base alla norma DIN EN 29 052 con lastre di spessore:	50 mm	320	340	360
	60 mm	260	280	300
	80 mm	190	210	230
	100 mm	150	170	190
	120 mm	130	150	-

¹⁾ Attenersi all'omologazione Z-23.34-1325 dell'Istituto Tedesco di Tecnica Edilizia (DIBt)

4.8 Drenaggio

Per proteggere l'isolamento perimetrale non è necessario alcun drenaggio. In presenza di particolari caratteristiche del suolo (ad esempio, in prossimità di terreni poco permeabili all'acqua) o di una particolare ubicazione dell'edificio (per esempio in pendenza) si rendono necessarie ulteriori misure di drenaggio per assicurare l'isolamento termico e deviare l'acqua di superficie e di infiltrazione. In questo caso, secondo la DIN 4095 "Drenaggio per la protezione delle opere edili" deve essere realizzato un sistema di drenaggio globale, che comprende il drenaggio superficiale di pareti, tubi di drenaggio, strato di ghiaia, telo filtrante, pozzetti di ispezione ed un allacciamento alla rete fognaria o alla fossa di scolo. La posa di lastre di drenaggio isolanti da sola non è sufficiente.

L'esecuzione di questi sistemi di drenaggio è illustrata alla Fig. 24.



Fig. 24: Struttura di un isolamento perimetrale combinato con un drenaggio.

4.9 Isolamento perimetrale in zone con acqua in pressione

Le lastre di Styrodur® C, secondo l'omologazione DIBt Z-23.5-223, possono essere utilizzate anche in acqua permanentemente o a lungo in pressione (falda acquifera), anche se le lastre isolanti Styrodur C possono essere immerse al massimo ad una profondità di 3,5 m nella falda acquifera. L'impermeabilizzazione della costruzione deve essere realizzata a regola d'arte (vedi DIN 18195, Parte 6 "Impermeabilizzazioni contro l'acqua in pressione dall'esterno e acqua d'infiltrazione in pressione, dimensionamento e realizzazione").

Le lastre di Styrodur C devono essere allineate sull'elemento strutturale da isolare e ben fissate, ovvero deve essere applicato un collante su tutte le lastre ed i loro spigoli (Fig. 25). Per questo è necessario un collante adatto ad applicazioni soggette ad acqua in pressione. Dopo avere sistemato le lastre Styrodur C, si deve provvedere a riempire i giunti tra le lastre per evitare l'infiltrazione dell'acqua in pressione. La verifica della spinta idrostatica è completata quando:

- tutte le superfici delle lastre Styrodur C sono incollate all'elemento strutturale,
- il livello di acqua sotterranea arriva fino a 1 m sotto il bordo superiore del terreno in presenza di un pannello isolante con uno spessore di massimo 120 mm,
- il livello di acqua sotterranea arriva fino a 0,5 m sotto il bordo superiore del terreno in presenza di un pannello isolante con uno spessore di massimo 80 mm e
- si adottano misure costruttive preventive per il controllo della spinta idrostatica. L'esecuzione degli zoccoli rappresentati nella Fig. 11 e 12 garantiscono tale controllo.

Nel sistema di costruzione "Vasca bianca" (calcestruzzo impermeabile all'acqua) non occorre nessuna ulteriore protezione dalla spinta idrostatica e il livello della falda acquifera può arrivare fino al bordo superiore del terreno. Styrodur C può essere utilizzato in terreni permeabili all'acqua o in falde acquifere senza il bisogno di ricorrere a lastre drenanti. Nelle falde acquifere è necessario un incollaggio su tutta la superficie.



Fig. 25: Incollaggio su tutta la superficie delle lastre di Styrodur® C e degli spigoli nonché stuccatura dei giunti tra le lastre nella zona della falda acquifera.

4.10 Riempimento degli scavi di fondazione

Per il perfetto riempimento degli scavi di fondazione non è necessario applicare alle lastre Styrodur® C nessun altro rivestimento protettivo. Isolati danni di lieve entità non compromettono la funzionalità dell'isolamento perimetrale. È necessario verificare che durante il riempimento ed eventuali assestamenti non si producano delle sollecitazioni di taglio pericolose per l'impermeabilizzazione dell'edificio, dovute ai movimenti del terreno (incollaggio su grandi superfici delle lastre isolanti, stabile superficie di contatto alla base, strati antifrizione e simili).



Fig. 26: Riempimento a strati dello scavo di fondazione e costipazione meccanica.

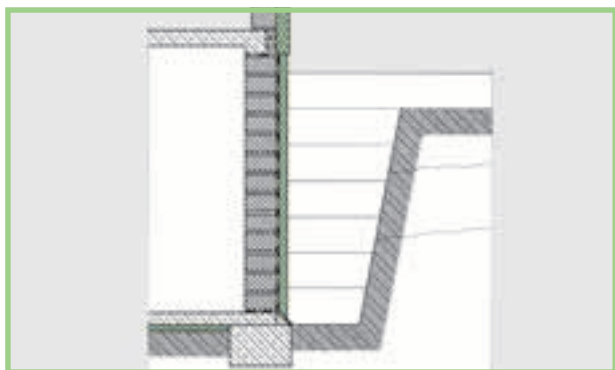


Fig. 27: Riempimento a strati dello scavo di fondazione.

4.11 Risanamento energetico del perimetro: la protezione antigelo

Nella pratica, attualmente sono sempre di più gli edifici senza cantina che vengono costruiti su fondazioni costituite da piastre invece che su fondazioni continue lineari, senza che sia garantita la protezione dal gelo della fondazione.

Qui sussiste il rischio che durante i mesi invernali, sotto la piastra, si registrino temperature inferiori a 0°C, che causano la formazione di lenti di ghiaccio e, in base alla natura del terreno, comportano sollevamenti dovuti al gelo con conseguenti danni alla struttura dell'edificio.

Grazie all'applicazione successiva di un cosiddetto sistema antigelo è possibile impedire la penetrazione del gelo al di sotto della piastra di fondo. Per sistema antigelo s'intende la posa di un isolamento termico orizzontale alla profondità di circa 30 cm intorno all'edificio. In presenza di pavimentazione sovrastante, la profondità può essere ridotta a 20 cm.

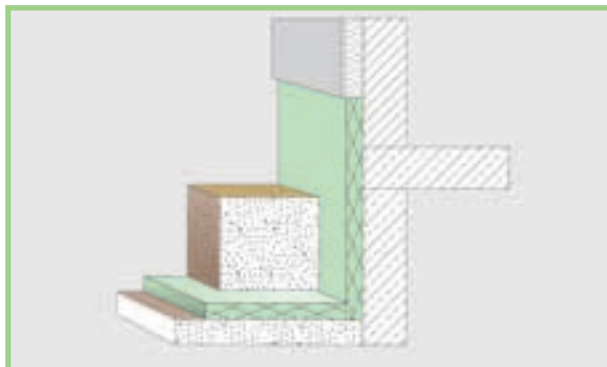


Fig. 28: Il sistema antigelo viene posato al di sotto della linea di gelo nel terreno

4.12 La casa passiva

In accordo con l'Omologazione dell'ente di vigilanza sulle costruzioni Z-23.34-1325 è necessario posare le lastre in materiale espanso estruso in un unico strato e limitare lo spessore a 120 mm. Per un futuro isolamento termico particolarmente orientato al risparmio energetico, come quello già da anni applicato nelle case passive, sono necessari spessori maggiori degli strati isolanti. La regola d'arte indica, e trova conferma in numerose omologazioni in singoli casi da parte degli enti di vigilanza sulle costruzioni a livello nazionale, che in caso di isolamento termico soggetto a carico, Styrodur C deve essere posato in più strati se la posa delle lastre avviene su un fondo sufficientemente piano (ad esempio su calcestruzzo B5). Si esclude l'infiltrazione di acqua tra i diversi strati di lastre e lo spostamento delle singole lastre grazie al carico prodotto dalla piastra di fondazione e dall'edificio. Le lastre in materiale espanso estruso devono ricevere solo sollecitazioni perpendicolari al piano della lastra. Non sono ammesse sollecitazioni di taglio. Durante la posa delle lastre termoisolanti si devono evitare giunti incrociati e disporre uno strato protettivo, ad esempio un foglio di PE.



Fig. 29: Posa di lastre Styrodur® C durante la costruzione di una casa passiva.

5. Consigli per la progettazione

5.1 Dimensionamento tecnico dell'isolamento termico

Il dimensionamento dello spessore dell'isolante in applicazioni controterra dipende dall'utilizzo che viene fatto del volume interrato oggetto della progettazione. La recente normativa nazionale (D. Lgs. 192/05 e D. Lgs. 311/06) infatti distingue tra strutture che separano i volumi riscaldati (siano essi dall'esterno o da ambienti non riscaldati) da tutte le strutture.

In questo secondo caso la normativa impone il limite di $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ (vedi allegato I comma 7) della trasmittanza termica, pertanto, a titolo esemplificativo, se si considera una parete in calcestruzzo di spessore 25 cm per rientrare nel valore di $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ occorrono almeno 3 cm di Styrodur® C.

In tutti gli altri casi il valore da raggiungere è determinato dalla normativa stessa in base al tipo di intervento, al tipo di struttura (parete verticale o struttura orizzontale) ed alla zona climatica di appartenenza del fabbricato (vedi allegato C **tabelle 2 e 3** di seguito riportate). Più nel dettaglio, in caso di nuove costruzioni, ristrutturazioni integrali di fabbricati con superficie utile maggiore di 1.000 m^2 , demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria di fabbricati con superficie utile maggiore di 1.000 m^2 , aumenti di volume di fabbricati con ampliamento superiore al 20% del volume esistente, il limite di

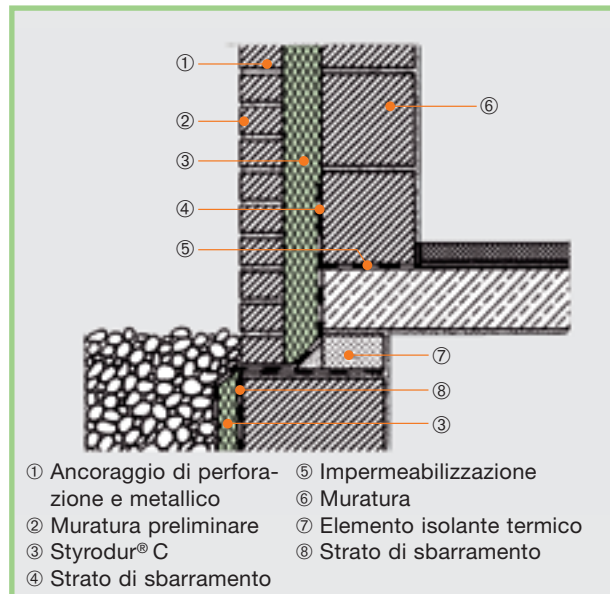


Fig. 30: Allacciamento dell'isolamento perimetrale all'opera in muratura.

trasmittanza deve essere verificato congiuntamente al fabbisogno di energia primaria. In tutti gli altri interventi, si effettua solo una verifica prestazionale del valore della trasmittanza termica in base ai valori in tabella.

Si segnala che l'attuale legge finanziaria (legge n° 244 del 24 dicembre 2007) proroga fino al 2010 i precedenti incentivi previsti per interventi mirati a migliorare

Tabella 2: Valori limite della trasmittanza termica U (espressa in $\text{W/m}^2\text{K}$) delle strutture opache orizzontali di pavimento.

Zona climatica	Dal 1 gennaio 2006 U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Dal 1 gennaio 2008 U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Dal 1 gennaio 2010 U ($\text{W/m}^2\text{K}$)
A	0,80	0,74	0,65
B	0,60	0,55	0,49
C	0,55	0,49	0,42
D	0,46	0,41	0,36
E	0,43	0,38	0,33
F	0,41	0,36	0,32

Tabella 3: Valori limite della trasmittanza termica U (espressa in $\text{W/m}^2\text{K}$) delle strutture opache verticali.

Zona climatica	Dal 1 gennaio 2006 U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Dal 1 gennaio 2008 U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Dal 1 gennaio 2010 U ($\text{W/m}^2\text{K}$)
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,40
D	0,50	0,40	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

l'efficienza energetica degli edifici. A tal fine lo scorso 11 marzo 2008 è stato pubblicato un Decreto Ministeriale contenente i valori di trasmittanza da rispettare per accedere a tali incentivi (vedi tabelle 2 e 3).

Prima di concludere si fa presente che è buona regola realizzare un isolamento perimetrale anche negli scantinati non riscaldati.

Infatti, in caso di cambiamento della destinazione d'uso di una cantina, è possibile realizzare in un secondo tempo un isolamento esterno solo con interventi complessi e costi elevati, per cui rimane fattibile solo un isolamento interno. Per i locali con pareti esterne a contatto con il terreno in estate può sussistere il pericolo di formazione di condensa sulle superfici interne delle pareti esterne a causa della ventilazione delle stanze fredde con aria caldo-umida proveniente dall'esterno. La temperatura di condensazione dell'aria estiva umida e calda può essere maggiore di quella delle superfici interne delle pareti della cantina e in questo caso la condensa ricade sulla superficie interna della parete esterna. Questa situazione può provocare la formazione di muffa e di odori sgradevoli. Grazie ad un buon isolamento termico della parete si può ottenere anche un miglioramento tecnico della protezione contro l'umidità.

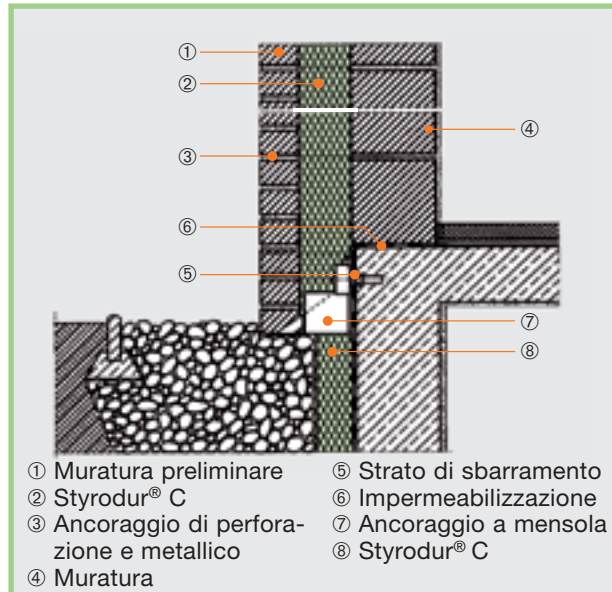


Fig. 31: Collegamento dell'isolamento perimetrale alla muratura con isolamento in intercapedine e ancoraggio a mensola.

Tabella 4: Spessori minimi necessari di Styrodur® C per rientrare nei limiti previsti dalla normativa nelle varie zone climatiche di una parete controterra: stratigrafia di esempio.

	Spess [cm]	λ [W/m·K]
Intonaco interno	1,50	0,90
Setto in CIs	25	1,91
Impermeabilizzazione bituminosa	0,8	0,26
Styrodur® C	variabile	variabile in funzione dello spessore
Terreno		

Tabella 5: Spessori minimi necessari di Styrodur C per rientrare nei limiti previsti dalla normativa nelle varie zone climatiche di una parete controterra: risultati di calcolo***.

Zona Climatica	Unità di misura	Non Isolato	Limiti 2008	Limiti 2010*	Limiti finanziaria 2010
A	Spess [cm]	-	4	5	6
	U [W/m ² ·K]	3,24	0,67	0,56	0,56**
B	Spess [cm]	-	6	6	8
	U [W/m ² ·K]	3,24	0,48	0,48**	0,40
C	Spess [cm]	-	8	8	10
	U [W/m ² ·K]	3,24	0,40	0,40**	0,34
D	Spess [cm]	-	8	10	12
	U [W/m ² ·K]	3,24	0,40**	0,34	0,29
E	Spess [cm]	-	10	10	14
	U [W/m ² ·K]	3,24	0,34	0,34**	0,25
F	Spess [cm]	-	10	12	14
	U [W/m ² ·K]	3,24	0,34	0,29	0,25

* I limiti 2010 sono gli stessi previsti dalla finanziaria per ottenere gli incentivi fiscali fino al 31.12.2009.

** In questi casi il valore della trasmittanza è uguale al valore limite di normativa, pertanto si consiglia uno spessore superiore.

*** Il calcolo non tiene conto dell'eventuale correzione dei ponti termici: qualora se ne tenesse conto gli spessori dovranno essere riverificati.

5.2 Dimensionamento tecnico della protezione contro l'umidità

L'impiego di Styrodur® C installato esternamente per l'isolamento perimetrale, rappresenta una soluzione costruttiva funzionale per la diffusione del vapore acqueo, poiché la resistenza alla diffusione di vapore acqueo dei diversi strati diminuisce verso l'esterno. D'altra parte la resistenza termica dei diversi strati aumenta verso l'esterno. La posa di uno strato di isolante termico esterno risulta essere vantaggiosa anche rispetto alla protezione dalla condensa degli elementi strutturali

esterni delle cantine. Questo sistema permette di aumentare le temperature delle superfici sul lato interno della parete rispetto agli elementi strutturali non isolati e contribuisce ad ottenere un miglior comfort abitativo.

Il pericolo di formazione di condensa sulla superficie interna delle pareti è ridotto. Dalla **tabella 5 e 6** si deduce che nel caso di un isolamento perimetrale con un valore totale $U \leq 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nella zona libera della parete si presenta una formazione di condensa sulla superficie solo con un livello di umidità atmosferica superiore al 90 %.

Tabella 6: Eliminazione della condensa sulle pareti della cantina a una temperatura ambiente di 20 °C

Umidità atmosferica relativa [%]	Spessore consigliato dello strato isolante [mm] per pose con temperature esterne di	
	- 10 °C	- 15 °C
60	20	30
70	30	40
80	50	60
90	100	120

5.3 Selezione dei tipi in base alla profondità di installazione

Con profondità di installazione maggiori aumenta la pressione del terreno sulle lastre isolanti. Grazie all'elevata resistenza a compressione permanente di Styrodur C, l'omologazione dell'ente di vigilanza sulle costruzioni non contiene nessuna limitazione in riferimento alla profondità

di installazione. In caso di profondità maggiori, tuttavia, si consigliano i tipi di Styrodur C con maggiore resistenza alla compressione.

Nella **tabella 7** sono elencate le profondità di installazione ammesse per i diversi tipi di Styrodur C. Si riferiscono al caso di carico più critico vale a dire "spinta della terra a riposo nel caso di sabbia limosa".

Tabella 7: Resistenze alla compressione permanente e massime profondità di installazione dei diversi tipi di Styrodur® C

Tipo di Styrodur® C	3035 CS	4000 CS	5000 CS
Sollecitazione permanente a compressione per 50 anni con 23 °C, kPa Schiacciamento $\leq 2 \%$	130	180	250
Massima profondità di installazione [m]	12	17	24

Avvertenze:

Le informazioni contenute in questa brochure si basano sulle conoscenze acquisite ed esperienze maturate fino ad oggi e si riferiscono esclusivamente al nostro prodotto e alle sue caratteristiche al momento della stampa della brochure stessa. Le presenti informazioni non forniscono alcuna garanzia ai fini giuridici, né stabiliscono la qualità del prodotto concordata in sede contrattuale. Durante l'applicazione vanno sempre prese in considerazione le condizioni specifiche di utilizzo, in particolare da un punto di vista fisico, tecnico e giuridico. Tutti i disegni tecnici sono esempi che rappresentano un principio e che vanno adattati al caso specifico.

8. Dati tecnici Styrodur® C

Proprietà	Unità ¹⁾ di misura	Codifica secondo EN 13164	2500 C	2500 CNL	2800 C	2800 CS	3035 CS	3035 CN	4000 CS	5000 CS	Norma
Finitura perimetrale											
Superficie			liscia	liscia	goffrata	goffrata	liscia	liscia	liscia	liscia	
Lunghezza x larghezza	mm		1250 x 600	2850 x 615 ⁵⁾	1250 x 600	1265 x 615	1265 x 615	2515 x 615 ²⁾	1265 x 615	1265 x 615	
Densità	kg/m ³		28	28	30	30	33	30	35	45	UNI EN 1602
Conduttività termica λ_D [W/(m·K)]			λ_D	λ_D	λ_D	λ_D	λ_D	λ_D	λ_D	λ_D	UNI EN 13164
Resistenza termica R_D [m ² ·K/W]			R_D	R_D	R_D	R_D	R_D	R_D	R_D	R_D	
Spessori											
20 mm			0,030	0,65	–	–	0,030	0,65	–	–	
30 mm			0,031	1,00	0,031	1,00	0,031	1,00	0,031	1,00	
40 mm			0,032	1,25	0,032	1,25	0,032	1,25	0,032	1,25	
50 mm			0,033	1,55	0,033	1,55	0,033	1,55	0,033	1,55	
60 mm			0,034	1,80	0,034	1,80	–	–	0,034	1,80	
80 mm			0,035	2,35	0,035	2,35	–	–	0,035	2,35	
100 mm			0,037	2,80	–	–	0,037	2,80	0,037	2,80	
120 mm			0,038	3,30	–	–	0,038	3,30	–	–	
140 mm			–	–	–	–	–	0,038	3,70	–	
160 mm			–	–	–	–	–	0,038	4,20	–	
180 mm			–	–	–	–	–	0,040	4,55	–	
200mm			–	–	–	–	–	0,042	4,60	–	
Resistenza a compressione con schiacciamento del 10% (kPa)		CS(10V)	200	200	200	250	300	250	500	700	UNI EN 826
Resistenza a compressione dopo 50 anni con schiacciamento \leq 2% (kPa)		CC (2/1,5/50)	80	80	80	100	130	100	180	250	UNI EN 1606
Certificazione di resistenza a compressione sotto fondazioni (kPa)	$\sigma_{cons.}$	–	–	–	–	–	130 ³⁾	–	180	250	DIBt Z-23.34- 1325
	f_{cd}	–	–	–	–	–	185	–	255	355	
Aderenza al calcestruzzo	kPa	TR 200	–	–	> 200	> 200	–	–	–	–	UNI EN 1607
Resistenza al taglio	kPa	SS	> 300	> 300	> 300	> 300	> 300	> 300	> 300	> 300	UNI EN 12090
Modulo elastico a compressione (kPa)	Breve termine E	CM	10.000	10.000	15.000	15.000	20.000	15.000	30.000	40.000	UNI EN 826
	Lungo termine E_{50}		–	–	–	–	5.000	–	10.000	14.000	
Stabilità dim. 70 °C 90 % um. rel.	%	DS(TH)	\leq 5 %	\leq 5 %	\leq 5 %	\leq 5 %	\leq 5 %	\leq 5 %	\leq 5 %	\leq 5 %	UNI EN 1604
Comportamento alla deformazione: carico 40 kPa; 70 °C	%	DLT(2)5	\leq 5 %	\leq 5 %	\leq 5 %	\leq 5 %	\leq 5 %	\leq 5 %	\leq 5 %	\leq 5 %	UNI EN 1605
Coeff. di dilatazione termica lineare:	Longitudinale	–	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	DIN 53752
	Trasversale	–	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
Reazione al fuoco ⁴⁾	Classe	–	E	E	E	E	E	E	E	E	UNI EN 13501-1
Assorbimento d'acqua per immersione	Vol.-%	WL(T)0,7	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	UNI EN 12087
Assorbimento di umidità per diffusione e condensazione	Vol.-%	WD(V)3	\leq 3	\leq 3	\leq 5	\leq 5	\leq 3	\leq 3	\leq 3	\leq 3	UNI EN 12088
Resistenza alla diff. del vapore acqueo (in funzione dello spessore)		MU	200 – 100	150 – 100	200 – 80	150 – 80	150 – 50	150 – 100	150 – 80	150 – 100	UNI EN 12086
Comportamento al gelo (300 alternanze gelo/disgelo)	Vol.-%	FT2	\leq 1	\leq 1	\leq 1	\leq 1	\leq 1	\leq 1	\leq 1	\leq 1	UNI EN 12091
Temperatura limite di utilizzo	°C	–	75	75	75	75	75	75	75	75	UNI EN 14706
Media celle chiuse	%	CV	95	95	95	95	95	95	95	95	ISO 4590

¹⁾ N/mm² = 1 Mpa = 1.000 kPa ²⁾ Spessori 30 e 40 mm: 2510 x 610 mm ³⁾ Per posa multistrato: 100 kPa ⁴⁾ Materiale da costruzione classe DIN 4102-B1

⁵⁾ Per spessori 30 e 40 mm: 2850 x 610 mm

Per informazioni aggiornate sulle specifiche tecniche è possibile consultare anche la nostra home page Internet alla pagina www.styrodur.com nella sezione „Download“.

Informazioni su Styrodur® C

■ Brochure: Europe's Green Insulation

■ Applicazioni

Isolamento perimetrale controterra
Isolamento termico in applicazioni sotto carico
Isolamento termico delle pareti
Isolamento termico dei soffitti
Isolamento termico dei tetti

■ Tematiche speciali

Ristrutturazione e risanamento
Isolamento termico di impianti biogas
La casa passiva
Isolamento termico dei pavimenti con impianti di riscaldamento radiante
Styrodur® 2500 CNS – Isolamento termico dei pavimenti con impianti di riscaldamento radiante

■ Dati tecnici

Applicazioni raccomandate e dati tecnici
Dati tecnici e consigli per il dimensionamento
Certificazioni

■ Stabilità chimica

■ Video: L'Europa isola in verde

■ Styrodur® C: Documentazione per la progettazione

■ Styrodur C: Documentazione per la progettazione su CD-Rom

■ Sito Web: www.styrodur.com

Distributore unico per l'Italia:

BASF Italia srl

Via Montesanto 46
42021 Bibbiano (RE)
Italia

www.styrodur.com
styrodur@basf.com

Ambrotecno Italia srl

Via G. Di Vittorio 2/4 – Z.I. Terrafino
50053 Empoli (FI) – Italia
Tel. 0571 94611 – Fax 0571 9461300

info@ambrotecno.it
www.ambrotecno.it