

azero

EdicomEdizioni

FONDAZIONI E PONTI TERMICI

IMPIANTI: la ventilazione meccanica controllata in una casa passiva



Materiali e prodotti
per l'isolamento



La direttiva europea
20/20/20



Alto Adige: prima casa
passiva certificata



Costruire in legno
in classe Oro Plus



Svizzera: una casa
Minergie-P Eco

ISSN 2239-9445



Trimestrale - anno I - n° 01 ottobre 2011
Registrazione Trib. Gorizia n. 03/2011 del 29.7.2011
Poste italiane S.p.A.
Spedizione in a.p. D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46)
art. 1, comma 1 NE/UD
Euro 15,00

01

04

prospettive

- VERSO EDIFICI A ENERGIA ZERO O QUASI | 04
Gaia Bollini
- SPOT PROGETTI | 08

10

argomenti

- PASSIVHAUS_INTERVISTA A WOLFGANG FEIST | 10

14

progetti

- UN INVOLUCRO SOLARE SENZA BARRIERE ENERGETICHE | 14
casa bifamiliare a Vipiteno
- SOLARE PASSIVO E ATTIVO PER UN EDIFICIO A ZERO EMISSIONI | 22
casa unifamiliare a Fagnano Olona
- ECOLOGIA URBANA E TECNOLOGIE PER IL COMFORT ABITATIVO | 32
casa trifamiliare a Berna
- GLI SPAZI DELL'ARCHITETTURA PER IL RISPARMIO ENERGETICO | 38
casa unifamiliare a Ebeltoft



focus on

44

- 44 | CASE A ZERO ENERGIA. SONO POSSIBILI?
Gionata Sancisi

involucro

52

- 52 | ANALISI E IPOTESI RISOLUTIVE DEI PONTI TERMICI. PARTIAMO DALLE FONDAZIONI
Maria Elisabetta Ripamonti
- 60 | PRODOTTI_PONTI TERMICI

impianti

68

- 68 | VENTILAZIONE DEGLI EDIFICI. COME GARANTIRE AMBIENTI SALUBRI E CONTENIMENTO DEI CONSUMI ENERGETICI
Valentina Raisa
- 76 | SISTEMI_VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

approfondimenti

82

- 82 | DETTAGLI DI CANTIERE: NATURRESIDENCE DAHOAM

innovAzione

86

- 86 | MODEL HOME 2020. UN MODELLO RESIDENZIALE PER IL FUTURO

Maria Elisabetta Ripamonti
architetto, Presidente OAPPC di Lecco

ANALISI E IPOTESI RISOLUTIVE DEI PONTI TERMICI

Partiamo dalle fondazioni

Soluzioni e nuovi materiali per isolare le fondazioni e realizzare edifici a bassissimo consumo energetico senza perdite di calore. Come scegliere l'isolamento adatto e non precludere la strada alla realizzazione di una casa passiva.

L'attenzione alla riduzione dei consumi e delle emissioni in atmosfera, i temi riguardanti l'energia, la sua produzione, conservazione e risparmio sono sempre più d'attualità.

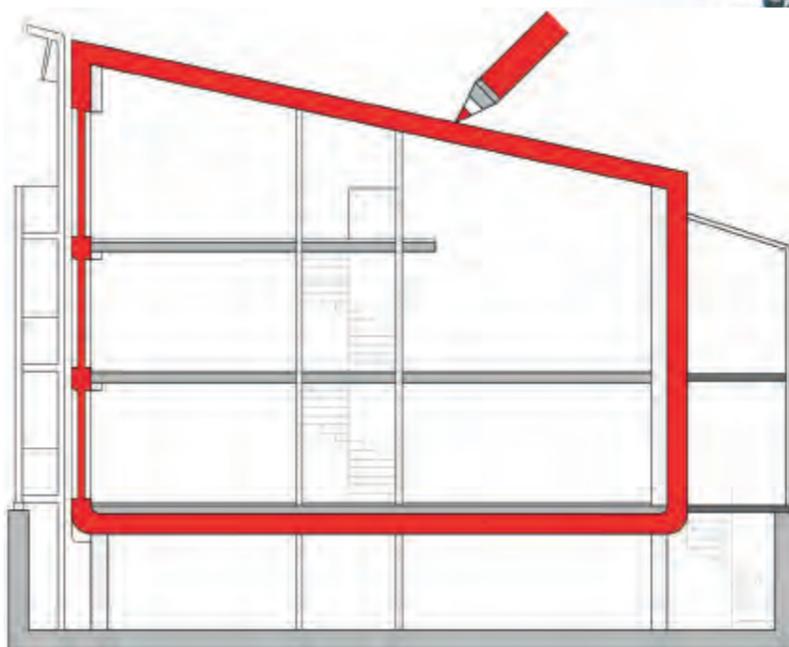
Se fondamentale è lo sfruttamento delle fonti rinnovabili (solare, geotermia ed eolico) l'efficienza energetica rappresenta il più importante, rapido ed efficace strumento per garantire la riduzione di emissioni, la protezione e la qualità dell'ambiente e la diminuzione della dipendenza dall'estero per l'approvvigionamento di materie prime e di energia.

Proprio in merito alla riduzione dei consumi in edilizia, spesso si sottovaluta l'incidenza delle perdite di calore dell'involucro più difficili da individuare e calcolare, tra cui i ponti termici.

La tendenza a costruire edifici a basso consumo li rende elementi cruciali ai fini del risparmio energetico; perché, mufte a parte, essi determinano maggiori dispersioni di calore e quindi consumi più elevati, con peggioramento della classe energetica dell'edificio.

In questa sede si affronta il problema della coibentazione delle fondazioni ponendo attenzione alla risoluzione dei ponti termici.

Il presente articolo richiama, infatti, il contenuto del testo "Ponti termici: analisi e ipotesi risolutive" (Flaccovio Editore). Il volume, destinato a studenti, progettisti e imprese, compie un'analisi accurata dei ponti termici, della loro struttura e collocazione, con una ricerca puntuale per individuare le soluzioni più appropriate alle criticità a essi connesse ed è corredato da esempi pratici anche in formato digitale.



Principio del "pennarello rosso": la continuità dell'isolamento deve essere ricercata sia in sezione che in pianta.



La nuova Direttiva Europea n° 2010/31/UE richiede massima attenzione nella progettazione e costruzione imponendo edifici "a energia quasi zero". Per raggiungere questa qualità è indispensabile il controllo degli aspetti tipologici della costruzione quali la forma, il rapporto superficie/volume, l'orientamento e la distribuzione interna delle unità abitative. Altrettanto importante è valutare gli aspetti costruttivi che incidono sul comportamento energetico dell'edificio ovvero la presenza di efficace isolamento termico, il corretto utilizzo di sistemi solari passivi e di schermature, l'uso di tecnologie solari attive, l'utilizzo di finestre ad alte prestazioni e di sistemi impiantistici ad alto rendimento. In controtendenza a una stagnante congiuntura economica l'incremento di edifici ben isolati, iniziato nel Nord Europa, accelera anche in Italia grazie alla richiesta di qualità e basso consumo.

L'attenzione va posta sia all'involucro, sia al sistema impiantistico. Le leggi della fisica e i metodi di calcolo matematico relativi a conduzione, convezione e irraggiamento, individuano e quantificano i processi di scambio del calore attraverso le pareti esterne dell'edificio. In queste ultime, quando la resistenza termica cambia in modo significativo per la discontinuità dei materiali, per la variazione dello spessore della costruzione o per discontinuità geometrica, si è in presenza di ponti termici. La loro eliminazione favorisce il risparmio dei costi di riscaldamento, la riduzione delle emissioni di CO₂, la conservazione delle risorse di energia e il mantenimento dell'edificio. A tal fine una progettazione consapevole e attenta agli aspetti energetici è indispensabile sia nelle ristrutturazioni sia nelle nuove costruzioni. Per ottenere un risultato d'eccellenza nella coibentazione risolvendo i ponti termici, è indispensabile garantire la continuità dell'isolamento termico secondo il principio del "pennarello rosso".

Il consumo energetico per la climatizzazione estiva dal 2003 ha superato quello per il riscaldamento invernale. Occorrono, pertanto, strategie migliorative delle prestazioni termiche anche in estate per contrastare i picchi di domanda di energia elettrica che sconvolgono i bilanci degli edifici. Un'ottima coibentazione è efficace anche per difendersi dal calore estivo.

Le fondazioni costituiscono il punto di partenza nella realizzazione degli edifici e richiedono particolare attenzione. Si possono adottare differenti coibentazioni in funzione anche della necessità o meno di includere la cantina nell'involucro termico.

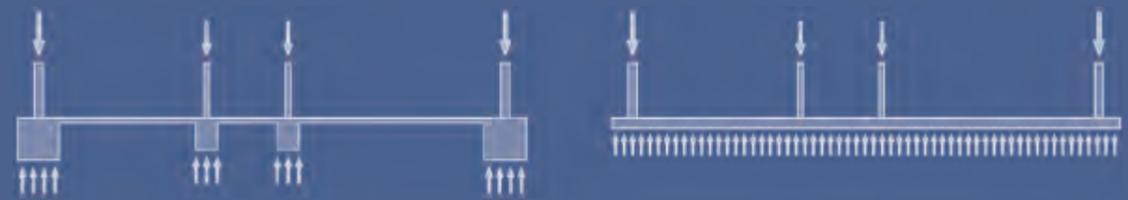
Si parla di:

- 1- isolamento sul plinto di fondazione e separazione termica della parete verticale;
- 2- isolamento sotto il plinto di fondazione con l'utilizzo di materiali isolanti resistenti alla compressione;
- 3- isolamento sopra e sotto il plinto di fondazione (in fondazione continua).

Il terreno e i materiali isolanti

I nuovi materiali isolanti possono essere equiparati al terreno in termini di capacità portante: questo significa poter posizionare l'isolamento termico sotto al plinto di fondazione o intorno all'edificio interrato, cioè sottostante a parti che scaricano le sollecitazioni. L'isolamento sotto al plinto è un ottimo metodo per coibentare la base dell'edificio elimi-

Foto esemplificative dell'utilizzo della ghiaia in vetro cellulare come isolamento delle fondazioni continue.



Distribuzione del carico con plinti di fondazione (sinistra) e in fondazione a platea (destra).

Materiale costruttivo	Spessore consentito [mm]	Durata massima del carico di compressione [MN/m ²]	Conducibilità termica [W/mK]	Costi per avere un valore U = 0,16 W/m ² K [euro]
Lastra in Lana di Vetro	120	0,38	0,055	150,-
XPS	120	0,25	0,040	65,-
EPS	300	0,14	0,038	35,-
Ghiaia di Lana di Vetro	Nessuna limitazione	0,18	0,13	65,-
Malta leggera porosa	Nessuna limitazione	1,00	0,11	100,-

Tabella 1. Materiali isolanti.

La scelta della tipologia utilizzata è in funzione delle caratteristiche del terreno; in presenza di buone capacità di portanza di quest'ultimo la migliore soluzione, in quanto non comporta perdita di calore, è la fondazione a platea con isolamento continuo. Fondazioni profonde, invece, sono necessarie quando i depositi portanti sono a grandi profondità: le sollecitazioni della struttura dell'edificio convergono sui pali e passano attraverso i depositi deboli. Nei casi di bassa capacità portante del suolo sottostante, in alternativa a fondazioni profonde, si possono eseguire miglioramenti o sostituzioni del sottosuolo valutando la ti-

pologia di fondazione anche in relazione alle disponibilità economiche della committenza (figura a centro pagina).

I terreni costituiti da sabbia e ghiaia hanno generalmente buone caratteristiche: all'alta resistenza alla compressione del sottosuolo si aggiunge facilità di deflusso dell'acqua nelle parti più basse; questo tipo di suolo, poco soggetto a rigonfiamenti o ritiri, consente fondazioni a plinti oppure continue.

In presenza di alte sollecitazioni è meglio utilizzare fondazioni di superficie che limitino la deformazione dell'edificio per scongiurare cedimenti.

nando i ponti termici, a meno che non vi sia necessità di basamenti a pilastri oppure di spazi freddi in corrispondenza di garage interrati o specifiche esigenze per realizzare uno scantinato freddo.

Alcune soluzioni architettoniche libere da ponti termici permettono di includere il piano dello scantinato nell'involucro riscaldato e utilizzare l'isolamento termico ottimale sotto al plinto di fondazione.

A volte si trascurava questo tipo d'isolamento nell'errata convinzione che un isolamento sotto alle fondazioni non sia realizzabile, sia sconsigliabile o non autorizzato. Le conseguenze sono: alte perdite di calore, circa il 250% rispetto a un isolamento ideale e la preclusione alla realizzazione di una casa passiva. Non è possibile correggere successivamente l'errore nemmeno sostenendo notevoli spese. Una buona progettazione aiuta a evitare questi errori in fase iniziale.

A seconda della conformazione i terreni possono reggere sollecitazioni fino a 700 kN/m² e sul mercato vi sono isolanti con una resistenza fino a 500-700 kN/m². Lo strato isolante posto al di sotto del plinto di fondazione deve avere un'alta capacità di resistenza alla compressione per poter sostenere la struttura senza perdere le proprie proprietà.

Nelle schede tecniche i produttori indicano la deformazione da compressione (sino al 10%) e la durata della sollecitazione a compressione. Nei documenti riferiti ai prodotti è indicato anche quanto deve essere alta la sollecitazione del materiale isolante, affinché, dopo 50 anni quest'ultimo raggiunga un massimo di deformazione da compressione del 2%. Maggiore è la durata più alta è la sollecitazione, e, quindi, la deformazione. Per il calcolo delle fondamenta e per la posa dello strato isolante questo valore è determinante.

A titolo di esempio si ricorda che la lana di vetro è consigliata nelle pratiche costruttive senza compressione.

Il vetro cellulare (vedi foto in alto), invece, costituito da materiale sciolto completamente riciclabile e con alte capacità di portata, può essere adatto come strato isolante sotto le fondazioni.

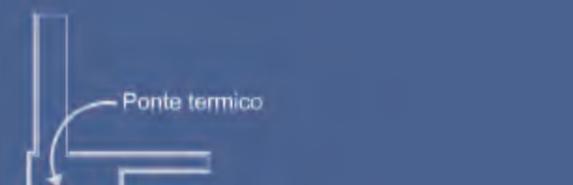
Lo spessore delle lastre consentito sotto le fondamenta è al massimo di 120 mm; il costruttore può richiedere una specifica autorizzazione all'utilizzo di spessori maggiori qualora vi



Isolamento sul plinto di fondazione o sulle fondamenta.



Isolamento sotto il plinto di fondazione o sotto le fondamenta.



Isolamento sopra e sotto le fondamenta.

Posizioni dell'isolamento in corrispondenza delle fondazioni.



Copertina del testo
 “Ponti termici: analisi
 e ipotesi risolutive”
 di Maria Elisabetta
 Ripamonti, Francesco
 Claudio Dolce
 (Flaccovio Editore).

fosse l'esigenza di costruire case passive (da 200 mm a 300 mm). Si noti come l'eventuale coibentazione interna a seconda della costruzione possa innescare ponti termici in prossimità delle fondazioni (vedi pag. 55).

La tabella 1 a pag. 54 illustra diversi isolanti in relazione alla perdita di calore e al carico di compressione indicandone i corrispondenti costi.

Dal momento che differenti varianti nel posizionamento della coibentazione possono causare ponti termici con ripercussioni significative per il fabbisogno di energia calorifica, se si opta per la posizione dell'isolamento in prossimità delle fondazioni bisogna valutare se la separazione termica deve correre sopra o sotto queste ultime.

Nella fondazione i ponti termici non sono rilevanti finché lo strato isolante sta all'esterno o meglio sotto al plinto di fondazione. Con fondazioni a platea il valore percentuale del 100% (figura sotto, a) indica la risoluzione del ponte termico, non vi sono cioè, perdite di calore aggiuntive dovute a quest'ultimo; l'aumento dello spessore isolante determina valori inferiori al 100% (figura sotto, b), indica la riduzione della perdita di calore per trasmissione dell'edificio rappresentando un dato positivo in termini di

coibentazione cioè un ponte termico negativo.

Un aumento dello strato isolante inserito internamente (figure sotto, c-d) limita la perdita di calore ma non esclude problemi di condensa, si devono, pertanto, attuare misure per l'eliminazione dei danni legati all'umidità.

Fondazioni continue

Le fondazioni continue (figura sotto, e), a parità di spessori isolanti, determinano una maggior perdita di calore di un quarto rispetto alle fondazioni a platea illustrate nella figura sotto, al punto a). Uno strato isolante in una piastra di fondazione di 30 cm mostra all'incirca la stessa perdita di calore di una di 20 cm (figura sotto, a-b); le perdite di calore aumenterebbero notevolmente se la sollecitazione diventasse eccessiva per il materiale coibente, oppure se si dovesse evitare lo strato isolante sotto le fondazioni continue (figura sotto, g).

Per contrastare l'effetto dei ponti termici e migliorare termicamente l'edificio è possibile posizionare l'isolamento sui plinti di fondazione (figura sotto, h) raggiungendo una riduzione di perdita di calore rispetto al valore di riferimento.



Al fine di evitare danni dovuti all'umidità, l'isolamento interno non deve superare i 20-25 cm. Si noti come nelle case passive soluzioni senza isolamento sotto alle fondazioni continue sono inadatte a causa dell'entità delle perdite di calore aggiuntive.

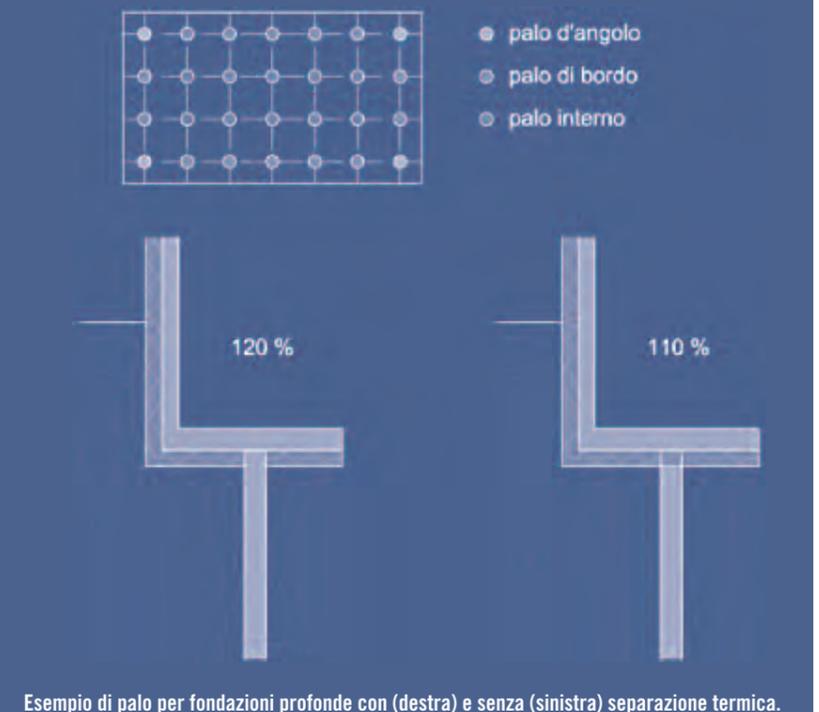
A causa delle elevate sollecitazioni a cui è sottoposto, lo strato isolante sotto i basamenti degli edifici deve essere realizzato con materiali costruttivi con grande resistenza alla compressione come calcestruzzo poroso o cellulare (figure pagina accanto, i-l).

Circa 30 cm di malta leggera porosa (magrone alleggerito con EPS, $\lambda = 0,11 \text{ W/mK}$) sotto alla zona delle fondazioni ad alto carico riducono la perdita di calore al 140%, valore notevole se confrontato con una situazione che ne è priva (figura pagina accanto, g).

In merito alla resistenza alla compressione, l'isolamento termico esterno non ha grandi esigenze può, pertanto, essere in XPS. Materiali come XPS e vetro cellulare hanno valori di certificazione per la resistenza alla compressione rispettivamente di 0,25 e 0,38 N/mm²; quando i suoli non sono coesi hanno valori compresi tra 0,2 e 0,7 N/mm².

Fondazione profonda

La scelta dei materiali adatti per la separazione termica è molto limitata in presenza di pesi elevati scaricati attraverso i pilastri (figura sotto). Rispetto a un plinto di fondazione senza ponti termici isolato dall'esterno, un pilastro con fondazione profonda subisce una perdita di calore del 20%; questa diminuirebbe del 10% con l'utilizzo di una separazione termica attraverso uno strato di cemento leggero (figura sotto a destra).



Fondazione isolata con ghiaia di vetro cellulare.
 Casa Magnanelli, Montescudo (RN);
 Progetto: arch. Manuel Benedikter, Bolzano;
 Fotografia: Studio Benedikter, Bolzano.



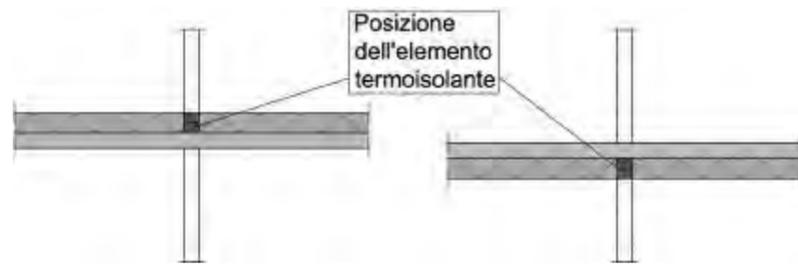
I pilastri, in funzione della natura del carico e delle proprietà del suolo, possono avere caratteristiche diverse. Se si eleva l'armatura fino al plinto di fondazione vi sono svantaggi a livello termico.

Separazione termica nel soffitto dello scantinato non riscaldato

Nel caso in cui vi sia l'esigenza di uno scantinato freddo la divisione termica deve essere nella zona del soffitto dell'interrato. Inserendo l'isolamento sopra al soffitto, infatti, si creano punti critici di compenetrazione nelle pareti e nei sostegni a contatto con il suolo. Se, invece, i solai tra l'interrato e il piano terra vedono la presenza di impianti radianti è opportuno inserire lo strato sotto al soffitto dello scantinato.

Nel caso in cui avvenga la compenetrazione dello strato isolante nella parete in muratura, per eliminare il ponte termico è possibile inserire come primo o ultimo strato (all'interno dello strato isolante) un offset block isolante (pag. 58 in alto).

Si tratta di un elemento portante isolante e idrorepellente per l'eliminazione dei ponti termici alla base delle costruzioni; questi mattoni sono disponibili in tutte le classi di resistenza per



Compenetrazione dell'involucro termico attraverso le pareti in muratura.

tutte le costruzioni murarie.

In alternativa alle fondazioni a pilastri si può optare per la sostituzione o miglioramento del sottosuolo. Si potrebbe, inoltre, far uso di fondazioni a platea tradizionale con lastre, tipologia ottimale di isolamento esterno.

Il coefficiente di perdita dei ponti termici in riferimento a ogni tipologia di fondazione è un dato necessario, seppur difficilmente calcolabile, nel bilancio energetico delle case passive.

La DIN 4108-2 indica una temperatura minima sulla superficie di 12.6 °C al fine di evitare danni legati all'umidità.

La continuità dell'isolamento nelle fondazioni continue, come riportano le soluzioni dei casi 2.1 e 2.2 della figura sottostante, consente di risolvere il ponte termico. L'assenza dello strato isolante sotto le fondazioni continue ad alto carico porta, invece, a

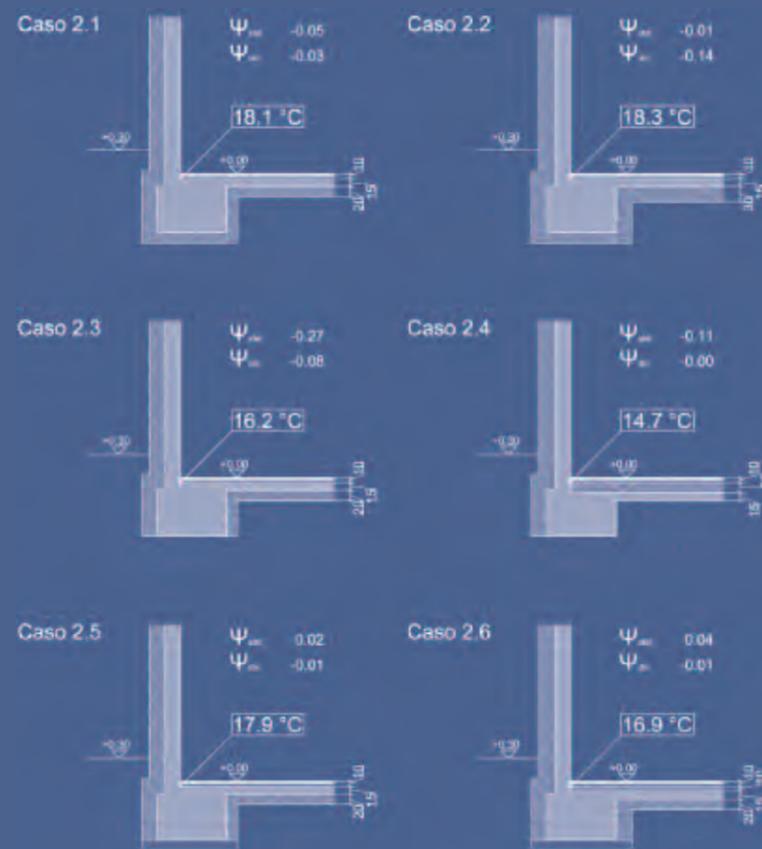
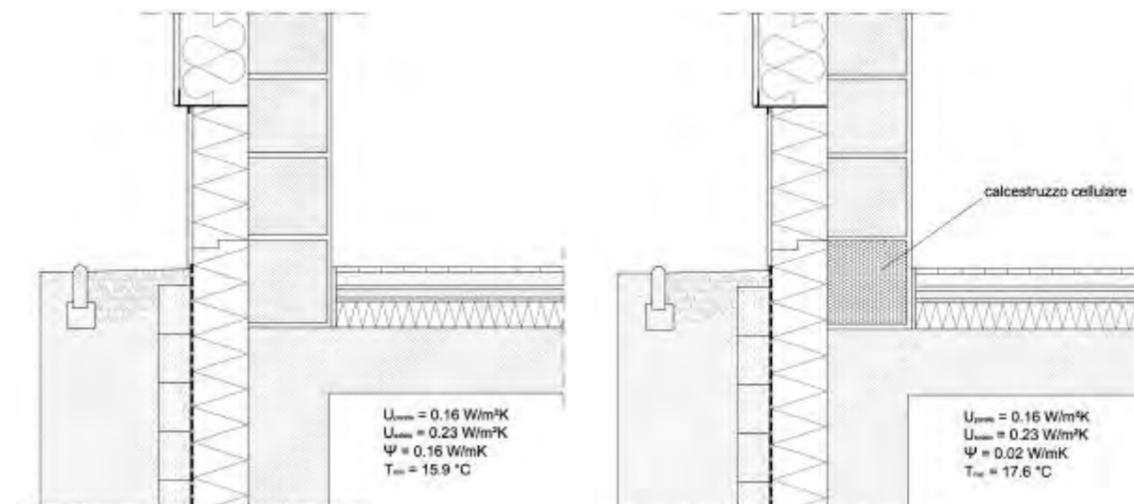
un valore Ψ molto alto (caso 2.3). Uno strato isolante di 20 cm sul plinto di fondazione (caso 2.4) consente di limitare la perdita di calore, in tal modo il valore Ψ si riduce più della metà e la temperatura minima è al di sopra del limite di 12.6 °C. La scelta di materiali resistenti all'alta compressione sotto alle fondazioni continue, come per esempio la malta leggera porosa ($\lambda = 0.11$ W/mK), riduce ulteriormente l'effetto dei ponti termici rispetto all'isolamento interno (casi 2.5 e 2.6).

Per quanto riguarda l'attacco a terra dell'edificio occorre, invece, proseguire con l'isolante al di sotto del piano di calpestio (ultimo solaio riscaldato) (si vedano le sezioni nella pagina a lato). Fra i numerosi dettagli da risolvere con cura ci sono i collegamenti fra il solaio verso lo scantinato e i muri interni o quelli fra le pareti esterne e il tetto.

L'utilizzo di materiale isolante quale il calcestruzzo cellulare o il vetro cellulare (vedi gli esempi illustrati nelle fotografie in queste pagine) consente di risolvere il ponte termico garantendo continuità dell'isolamento secondo il principio del pennarello rosso.

Accanto, a sinistra, incidenza del ponte termico in corrispondenza del raccordo tra parete e primo solaio.

Accanto, più a destra, risoluzione del ponte termico in corrispondenza del raccordo tra parete e primo solaio.



Ponti termici in fondazioni continue senza locale interrato.

Pagina a lato. Sopra: fondazione coibentata con ghiaia di vetro cellulare (Casa Magnanelli, Montescudo - RN; arch. Manuel Benedikter, Bolzano).

Sotto: Isolamento in XPS della platea (Naturresidence Dahoam, Scena - BZ; arch. Manuel Benedikter, Bolzano)

In questa pagina. Ghiaia di vetro cellulare sotto la platea e XPS a coibentare le fondazioni (Naturresidence Dahoam, Scena - BZ; arch. Manuel Benedikter, Bolzano). Le fotografie di queste due pagine sono dello Studio Benedikter, Bolzano.



NATURRESIDENCE DAHOAM

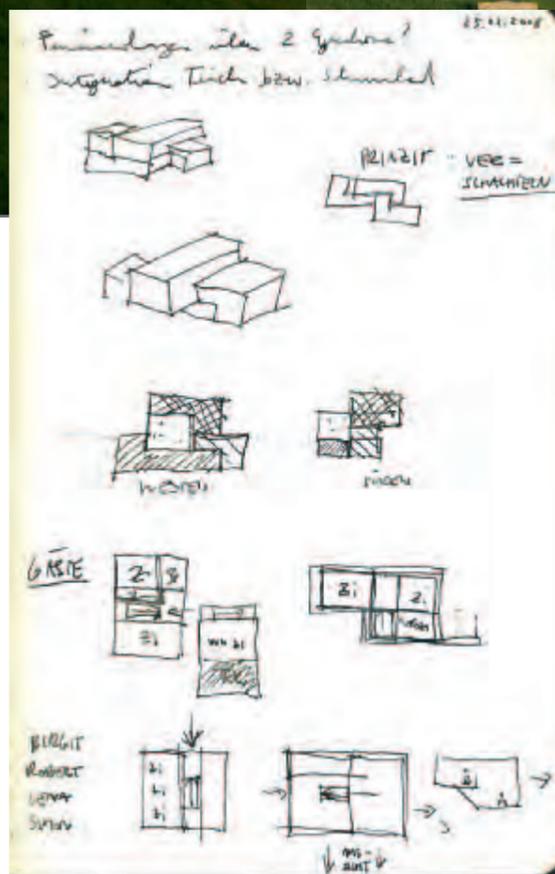
Scena (BZ)

progettazione
Manuel Benedikter

realizzazione
2009-2010

consumo
10 kWh/m² anno

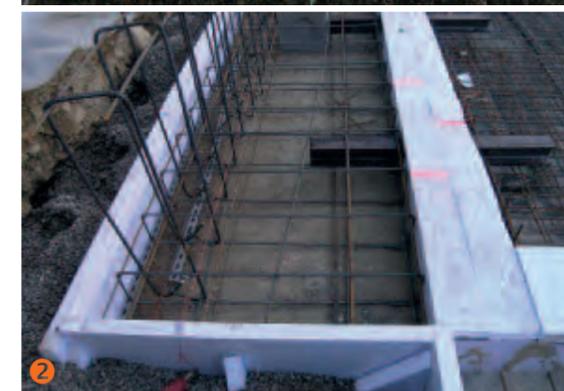
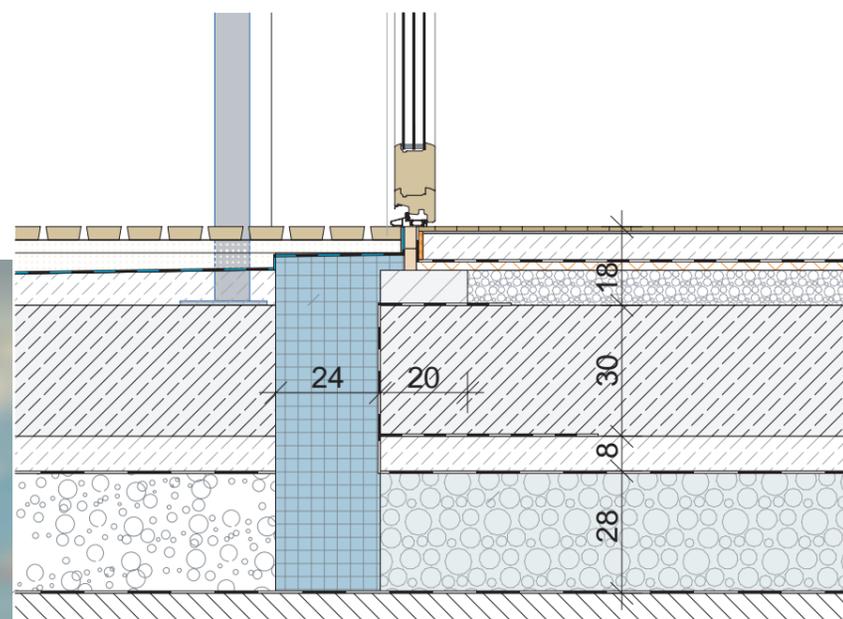
fotografie
Studio Benedikter



Le scelte progettuali e costruttive in un fabbricato che produce più energia di quanta ne consumi. Analizziamo in tre puntate la costruzione di un edificio a energia positiva.

Una casa di qualità nasce da una progettazione scrupolosa, da un concetto energetico ben definito e da un'attenta cura in fase di cantiere. Questi sono i presupposti da cui prende forma il Naturresidence DaHoam a Scena (BZ), un edificio certificato CasaClima Gold, progettato dall'architetto Manuel Benedikter di Bolzano.

Per raggiungere il fabbisogno energetico di una casa passiva, si sono combinati nel migliore dei modi l'involucro e l'impianto di riscaldamento, partendo da una suddivisione dell'edificio in zone climatizzate individualmente. La geotermia rappresenta la fonte energetica primaria, il riscaldamento avviene mediante sistemi radianti a pavimento e parete mentre il restante fabbisogno di calore e di raffrescamento viene fornito da un sistema di VMC. Un involucro altamente performante, tripli vetri e infissi con telai con ottime prestazioni termiche rispettano gli obiettivi di progetto e contribuiscono a contenere il dispendio energetico. Ma nessun progetto è un buon progetto senza una scrupolosa *Direzione dei lavori*...

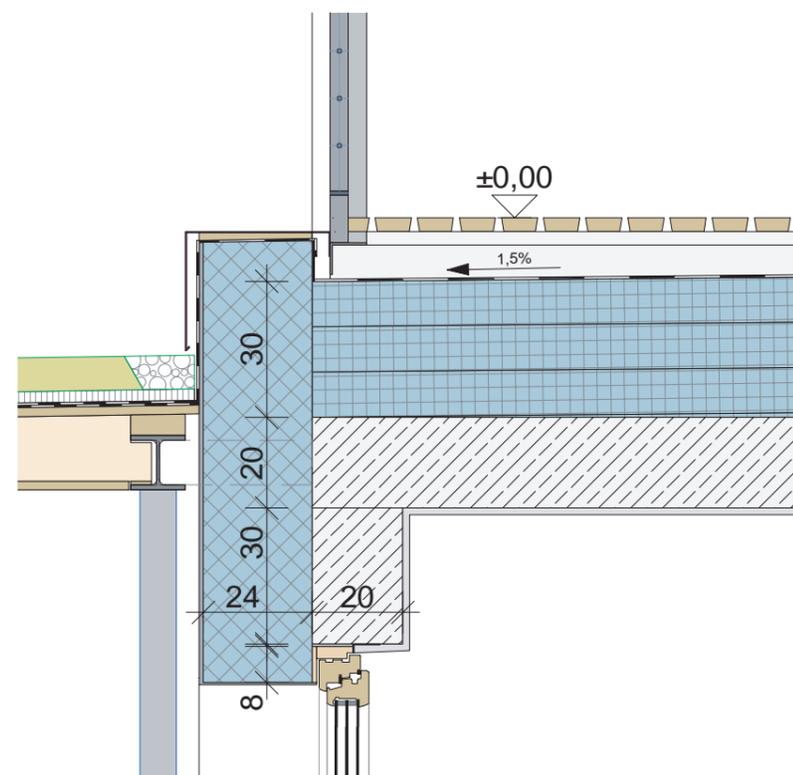
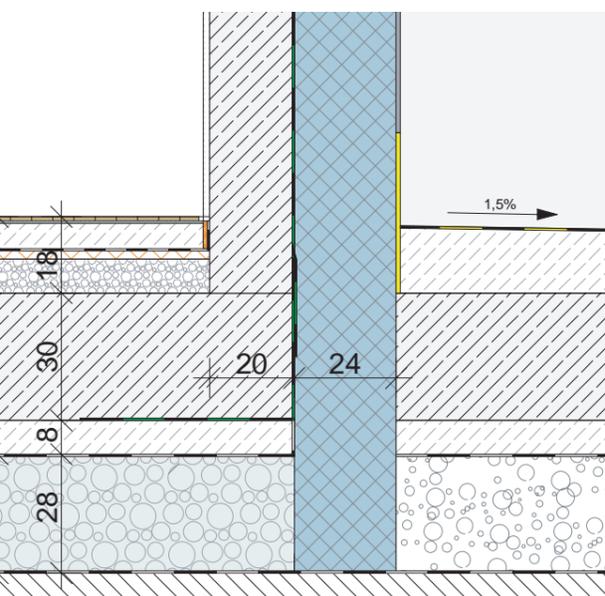


FONDAZIONI

Per dare continuità all'isolamento anche sotto la platea di fondazione è stato posizionato uno strato di vetro cellulare, sopra cui è stato posto un tessuto non tessuto e un elemento prefabbricato in XPS ❶, che funge da cassero a perdere per la platea di fondazione, di spessore di 26 cm fuori terra (nelle bocche di lupo) e di 16 cm sotto terra, visto il ΔT più favorevole. Una volta eseguito il magrone sono stati posati i ferri ❷ della platea di fondazione. Nella fotografia è evidenziato anche il collegamento strutturale tra la zona riscaldata e le bocche di lupo (spessore di XPS tra le due zone = 26 cm).

In seguito è stato eseguito il getto della platea di fondazione ❸ e nello spessore della platea sono state annegate le reti di scarico delle acque nere ❹❺.





LA CASA IN C.A.

La parte seminterrata della casa è stata eseguita in calcestruzzo armato. Le pareti sono state gettate mediante casseri **1** in metallo. Sulla parte esterna delle pareti in calcestruzzo armato, quelle contro terra, sono state posate guaine bituminose. È evidente l'isolamento della platea di fondazione **2** in XPS di 20 cm.

Il muro in calcestruzzo armato **3** è protetto dalla guaina bituminosa: si nota anche la ripresa dell'impermeabilizzazione e l'isolamento della platea di fondazione in XPS con la doppia funzione di cassero a perdere. Particolare dei casseri metallici **4**.



LA TERRAZZA COIBENTATA

Il progetto ha previsto la realizzazione di una terrazza coperta, sotto la quale sono collocati gli appartamenti del residence. Il pavimento del terrazzo è quindi stato completamente isolato. Nella fotografia **1** si vedono il getto di calcestruzzo e la struttura della copertura della terrazza.

Sopra il getto in calcestruzzo sono stati posati 30 cm di EPS idrofobizzato sagomato **2** in pendenza per assicurare il deflusso dell'acqua. Sopra l'isolamento in EPS è stata posta una guaina in PVC **3**, a perfetta tenuta d'acqua, protetta a sua volta da un ulteriore telo.

Sopra la guaina in PVC è stato posato un pavimento in listelli di larice autoctono non trattato **4**.

