

# Obiettivo Zero Energy

**INIZIA CON QUESTO NUMERO DI SPECIALIZZATA UNA SERIE DI ARTICOLI DEDICATI ALLO STUDIO DI PROGETTI PER EDIFICI A ENERGIA ZERO. DETTAGLI ESECUTIVI, INDICAZIONI PRATICHE E MATERIALI PER PASSARE DALLA CARTA AL CANTIERE.**

L'idea nasce sull'onda dell'emanazione della Direttiva Europea 2010/31 che prevede che dalla fine del 2018 tutti i nuovi edifici occupati da enti pubblici e di proprietà degli stessi siano "ad energia quasi zero", mentre dalla fine del 2020 questo obbligo riguarderà tutti i nuovi edifici indistintamente. Ci si è chiesti se l'Italia abbia oggi tecnici preparati in grado di contribuire a questa svolta epocale, o se li avrà alla fine del presente decennio, allo scadere appunto del tempo utile assegnato dall'Europa per prepararsi alla realizzazione di edifici capaci di non lasciare impronta alcuna sull'ambiente se non nelle fasi costruttive, di manutenzione e di dismissione.

A giudicare dal numero dei "consulenti", "esperti", "certificatori" che nell'ultimo quinquennio diversi enti hanno sfornato attraverso corsi e minicorsi, si potrebbe ritenere che ci sia una larga base di progettisti preparati, o almeno di consulenti ben capaci di governare questa svolta. C'è da chiedersi se parallelamente per la progettazione strutturale degli edifici si possa immaginare di organizzare dei corsi di 3-4 settimane per la formazione di "esperti in progettazione strutturale" o "consulenti esperti in strutture". La risposta è scontata: nessuno di noi si fiderebbe a vivere in edifici i cui elementi strutturali, che ne impediscono il crollo, sono calcolati da un diplomato riciclato in un mese come esperto in strutture. Non si diviene esperti in un solo mese in nessuna seria



disciplina inerente al progetto d'architettura, almeno che non si abbia alle spalle già una formazione di anni approfondita e mirata sulle medesime tematiche e su quelle tangenziali. Quando si confezionano titoli altisonanti con corsi brevi o brevissimi si dichiara apertamente che la materia di cui si tratta è di minimo spessore scientifico e di minima importanza reale nel processo progettuale. Si dà il caso che il Pianeta stia vivendo una crisi ambientale conclamata, le cui reali dimensioni spazio-temporali non ci sono nemmeno note, se non in minima parte. Sappiamo però bene che il settore edile nella comunità europea è responsabile di una impronta ambientale di dimensioni ragguardevoli, risicando il 50% di consumi energetici e produzione di emissioni, oltre che di prelievo di risorse. In questo contesto solo una seria svolta, peraltro da imprimere rapidamente riducendo ai minimi termini i fattori appena accennati, può offrire una via verso un futuro magari difficile, tuttavia possibile. Non saranno gli attestati stampati nottetempo a salvarci.

Chi butta l'occhio sulle discussioni in atto su Internet intorno alla certificazione energetica degli edifici rileva che un comune cittadino può provvedere in grande autonomia alla compilazione "on line" di attestati di certificazione che poi qualcuno firmerà per compensi equivalenti ad un paio d'ore di lavoro. Che dire poi del dilagare di edifici prefabbricati con tecnologie standardizzate, pronti per essere montati in opera dalla Val d'Aosta a Palermo con tanto di targhetta di merito per le prestazioni energetiche eccellenti, con l'unico aggiustamento di qualche centimetro in più o in meno di materiale isolante? C'è pure chi riesce, sempre "su carta", a dimostrare che si tratta effettivamente di edilizia ad elevata efficienza energetica. Ovviamente fregiandosi dei titoli di consulente, esperto, certificatore. Insomma, se non salvremo il mondo dalla catastrofe ambientale potremmo consolarci d'averlo però messo al sicuro "sulla carta". Sono i miracoli della dimensione del virtuale, con cui ci confrontiamo quotidianamen-

## L'AUTORE

Claudio Pellanda è architetto ed energy manager, specializzato in energie rinnovabili per gli edifici. Ha insegnato Tecnologia dell'architettura per diversi anni all'Università IUAV di Venezia, conducendo ricerche sperimentali sul raffrescamento passivo degli edifici con l'ing. F. Peron e l'arch. G. Zannoni. Ha fondato KlimArk, raggruppamento di esperti in energetica degli edifici e degli impianti: ne è consulente ed energy planner per studi di progettazione ed imprese di costruzione oltre che docente. Ha eseguito la progettazione energetica di Carbon Neutral Buildings, Net Zero Energy Buildings, e decine di edifici certificati con diversi protocolli volontari e cogenti sul territorio italiano.



**KLIMARK**  
 COSTRUIRE ENERGICAMENTE EFFICIENTE  
 www.klimark.it

te. Poiché è bene invece che gli edifici funzionino egregiamente nel mondo reale in cui risultano inseriti, e in tutte le stagioni che sono chiamati ad affrontare, si ritiene che il loro progetto debba essere particolarmente curato, dall'analisi del contesto di collocazione a scala urbana, sino al disegno del dettaglio costruttivo. Poiché non è pensabile condurre su una rivista alcun utile iter di formazione progettuale (anche noi si lavora "su carta"! ), si è pensato invece di offrire un contributo proprio alla scala di disegno del dettaglio costruttivo. E' infatti noto come un piccolo ponte termico possa lasciar transitare flussi di calore di dimensioni uguali a quelli che coinvolgono diversi metri quadrati di una chiusura ben isolata. Ciò è fonte di dispendi energetici quando non anche di situazioni di discomfort localizzato o di inneschi di fenomeni condensativi interstiziali o superficiali. La cura della progettazione di dettaglio conduce spesso a risolvere la frontiera tra interno ed esterno in modo che vi sia omo-



genità di comportamento termoigrometrico tra tutte le componenti di involucro, ivi comprese le zone d'angolo, di giunzione fra elementi omogenei o meno. Essa evita inoltre un approccio miope, tutto teso a limitare i valori di trasmittanza delle chiusure e ad implementarne quelli di sfasamento e smorzamento dell'onda termica estiva.

Ciò infatti è causa spesso di aumenti di costi di costruzione non sempre giustificati. In una muratura ben isolata si ottiene molto di più correggendo un metro lineare di ponte termico che aggiungendo diversi centimetri di spessore di materiali isolanti pur se questo avvenga su diversi metri quadrati di superficie. Il valore incrementale di prestazione che questi ultimi giocano va infatti decrescendo in modo molto più che lineare rispetto alla diminuzione della trasmittanza dell'elemento costruttivo in analisi. C'è una valenza in più, non so se con-

divisibile da tutti. La progettazione di un involucro ad alta efficienza energetica

guadagna in eleganza laddove il minimo dettaglio è curato

per eliminare ogni possibile ponte termico. Quest'ultimo rappresenta in effetti

sempre una zona a comportamento anomalo, una macchia che fa sfigurare un'opera di alto livello qualitativo. La soluzione del ponte termico infine

può rappresentare una sfida in cui il progettista viene chiamato a mettere in gioco tutta la sua competenza tecnica insieme con la sua fantasia.

Recupera insomma, a scala solo dimensionalmente inferiore, una delle caratteristiche peculiari della progettazione architettonica.

Recupera insomma, a scala solo dimensionalmente inferiore, una delle caratteristiche peculiari della progettazione architettonica.

Recupera insomma, a scala solo dimensionalmente inferiore, una delle caratteristiche peculiari della progettazione architettonica.

Recupera insomma, a scala solo dimensionalmente inferiore, una delle caratteristiche peculiari della progettazione architettonica.

Recupera insomma, a scala solo dimensionalmente inferiore, una delle caratteristiche peculiari della progettazione architettonica.

## Il disegno del dettaglio costruttivo

La predisposizione di un dettaglio costruttivo è sempre un'operazione molto delicata. Anzitutto vanno precisati obiettivi e limiti dell'elaborato finale. Un NZEB (Net Zero Energy Building) è un edificio che non ha necessità, per il suo funzionamento, di prelevare energia dall'esterno. Se ne preleva la compensa in un diverso momento con energia che esporta, sino a compensare interamente il prelievo. La sua progettazione necessita di strumenti e percorsi ben diversi da quelli utili alla certificazione energetica degli edifici. Va escluso che si possa procedere simulando un edificio con uno dei software utili al calcolo dei fabbisogni termici, correggendo poi di volta in volta diverse variabili sino ad

abbassare il fabbisogno di energia primaria sotto una soglia più o meno predeterminata. Non che questo processo non possa incidentalmente far conseguire l'obiettivo: anche sbagliando strada talvolta si giunge alla meta, salvo magari aver percorso più chilometri dello stretto necessario, o avere affrontato inutilmente salite e discese.

La progettazione degli NetZEB deve avvenire in modo integrato, per coinvolgere contemporaneamente ogni parte del sistema edificio-impianto, ogni elemento edilizio ed impiantistico che ha incidenza nei risultati finali. Tale progettazione si concentra sul dettaglio esecutivo perciò solo dopo innumerevoli passaggi attraverso i quali lo sguardo passa dalla dimensione territoriale e macroclimatica più ampia sino a spingersi sempre più verso la piccola scala di un nodo di connessione tra una parete perimetrale ed un solaio, tra un elemento di fondazione ed una chiusura verticale.

Vale allora la pena precisare che le soluzioni che saranno espone

all'interno di "Progetto Net-ZEB" costituiscono estra-

polazioni dal bagaglio di interventi di consulenza

condotti dall'autore per l'ottimizzazione energetica di specifici edifici: in tal

senso vanno letti e collocati. Si tratta dunque di soluzioni nate per far fronte a

precise e ben delineate richieste congiunte di committente,

progettisti architettonici, progettisti di strutture ed impianti e, talvolta, imprese di

costruzione. E' il contributo che tipicamente offre

la figura dell'Energy Planner, nuova per il contesto italiano, ben consolidata anche solo oltralpe. Proprio la specificità dei dettagli

presentati costituisce il loro più profondo limite: basterebbe mutare una delle esigenze in gioco per giungere ad esiti in parte o in

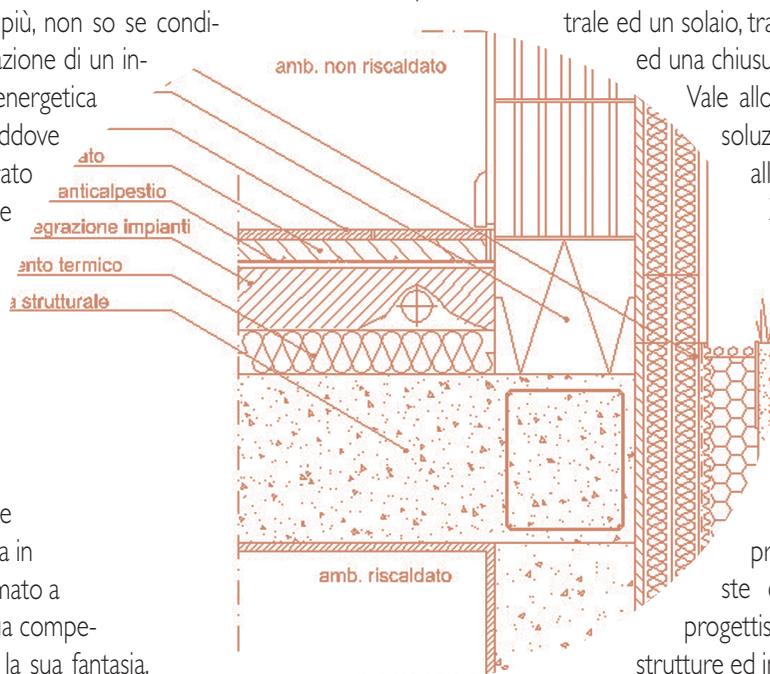
tutto diversi, come accade per ogni gesto progettuale. Il secondo limite consiste nell'ottica con cui sono state confezionate queste

proposte, che è guidata dall'esigenza di risolvere adeguatamente le problematiche di tipo termico ed eventualmente termoigrometrico di zone particolari dell'involucro edilizio, in particolare

dei nodi in cui convergono tra loro chiusure opache o trasparenti e partizioni, ovviamente quando oggetto dell'incarico non sia stata anche una consulenza tecnologica a tutto tondo. Appare

perciò ovvio come le soluzioni conformi alla risoluzione delle specifiche esigenze sono molte di più di quelle che vengono qui

espone, per ragioni di spazio e di tempo. ■



## ISOLAMENTO SOTTO QUOTA

Il “sistema composito di isolamento esterno per edifici” o “isolamento a cappotto” è una applicazione oggi spesso adottata in edifici destinati ad una occupazione continuativa, perché permette di disporre di prestazioni inerziali notevoli, dato che racchiude in un manto leggero ed isolante tutte le componenti pesanti dell'edificio. Per tale ragione è adeguata anche a edifici con dispositivi bioclimatici, laddove si voglia poter contare su masse di accumulo di calorie in inverno e frigorie in estate, eventualmente anche in sostituzione di accumuli inerziali come componenti di impianto. Non si tratta dell'unica soluzione che permette di poter disporre di tali vantaggi, nelle successive uscite di questo inserto sui NetZEB ne incontreremo altre. Partiamo dalla trattazione di questa tecnica di applicazione dell'isolamento termico in quanto ritenuta talvolta così semplice da non necessitare di una progettazione esecutiva a scala di dettaglio, mentre l'esperienza insegna che questa considerazione nasce da una errata percezione del sistema di rivestimento a cappotto. Esso viene spesso pensato come insistente sulle parti visibili dell'edificio finito, le chiusure verticali o pareti perimetrali, anche quando la costruzione presenti piani sotto quota. Ed è proprio nel suo scendere sotto il livello del terreno circostante che il cappotto presenta una serie di singolarità che chiedono attenzione e, soprattutto, una accorta progettazione preventiva.

Nella progettazione di un NetZEB il rivestimento a cappotto va considerato unitariamente a tutti gli elementi costruttivi sotto quota sin dal primo intervento dell'Energy Planner, al fine di individuare immediatamente le soluzioni più idonee a compartimentare dal punto di vista termico i vani riscaldati da quelli freddi dell'edificio e ad interrompere ogni possibile ponte termico che possa generarsi nei nodi costruttivi con costi ragionevoli e complessità costruttive accettabili. Persino nella sua consistenza materica il cappotto subisce un cambiamento radicale quando si approssima alla quota del terreno. Di norma tutti i materiali isolanti impiegati in questa soluzione vengono sostituiti da materiali diversi, inalterabili in presenza di umidità e non assorbenti acqua, durabili anche se sollecitati stabilmente a compressione e insensibili ad attacchi biotici.

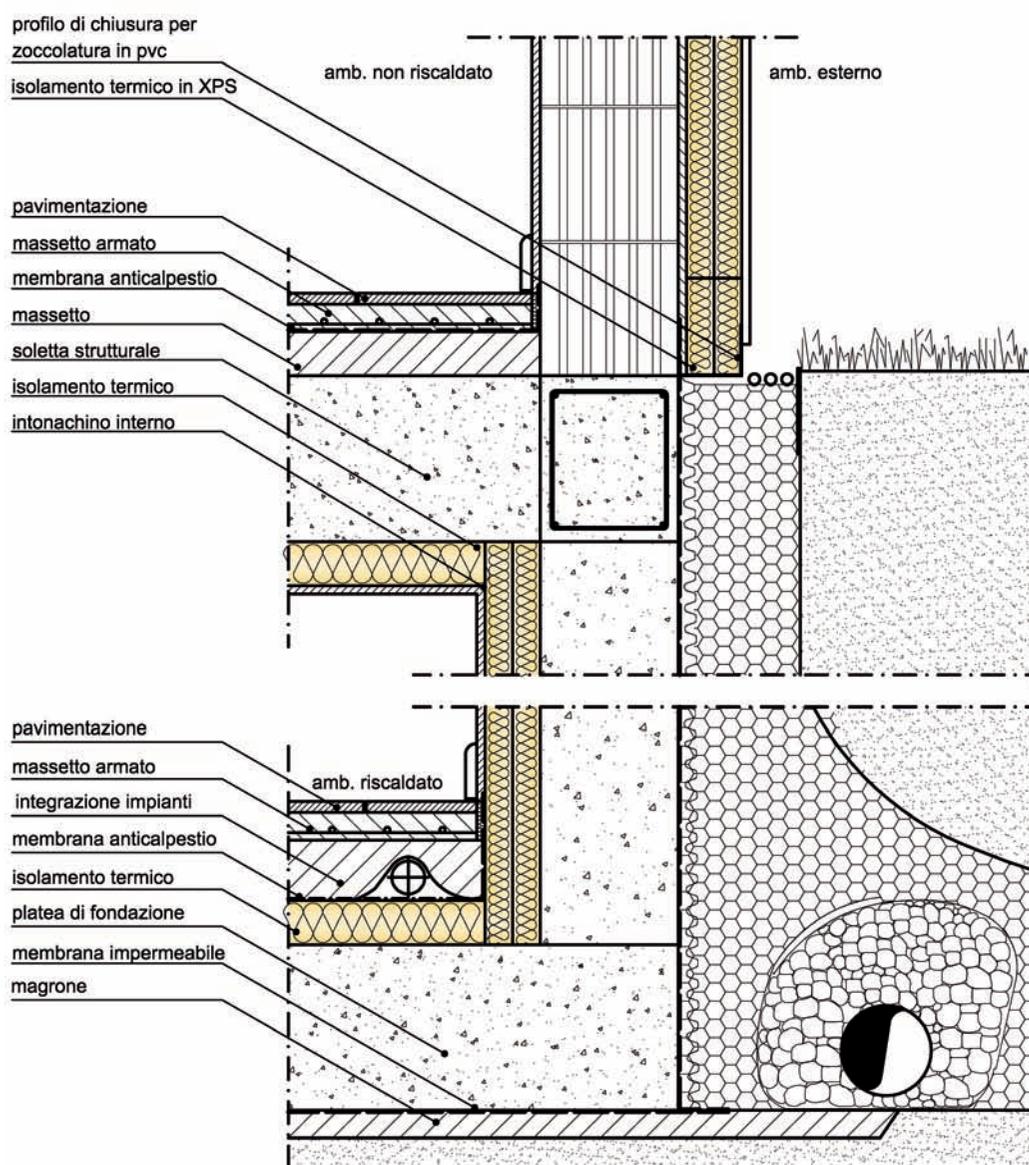
Tratteremo in quattro dettagli esecutivi diverse soluzioni per l'isolamento sotto quota dell'edificio, considerando che vi siano inclusi sia vani riscaldati, sia non riscaldati. Una key map ci guiderà nella lettura del contesto in cui il dettaglio trattato è inserito. Essa è indispensabile nella comprensione di soluzioni che, estrapolate, potrebbero sembrare eccessivamente complesse se non ridondanti di alcuni elementi di isolamento termico. L'analisi dei dettagli è sempre resa più efficace e semplice quando si traccia con una linea colorata l'asse di tutti gli elementi isolanti termici, facendo attenzione a staccare la matita dalla carta non appena l'elemento isolante si interrompa, se non ne inizi uno contiguo in appoggio al primo, a evidenziare un ponte termico rimasto irrisolto.

Disegni tecnici a cura di Claudio Pellanda e Daria Dal Sasso.



## CHIUSURA ORIZZONTALE INFERIORE - VERTICALE

INTERRATO RISCALDATO – ISOLAMENTO INTERNO



Il dettaglio in figura rappresenta il caso di un involucro fuori terra che tuttavia nella parte in esame non è riscaldato e perciò non necessita di isolamento termico se non per garantire che la trasmittanza non superi gli  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

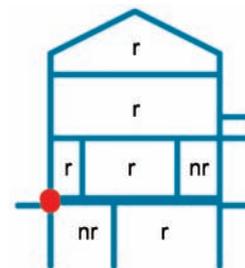
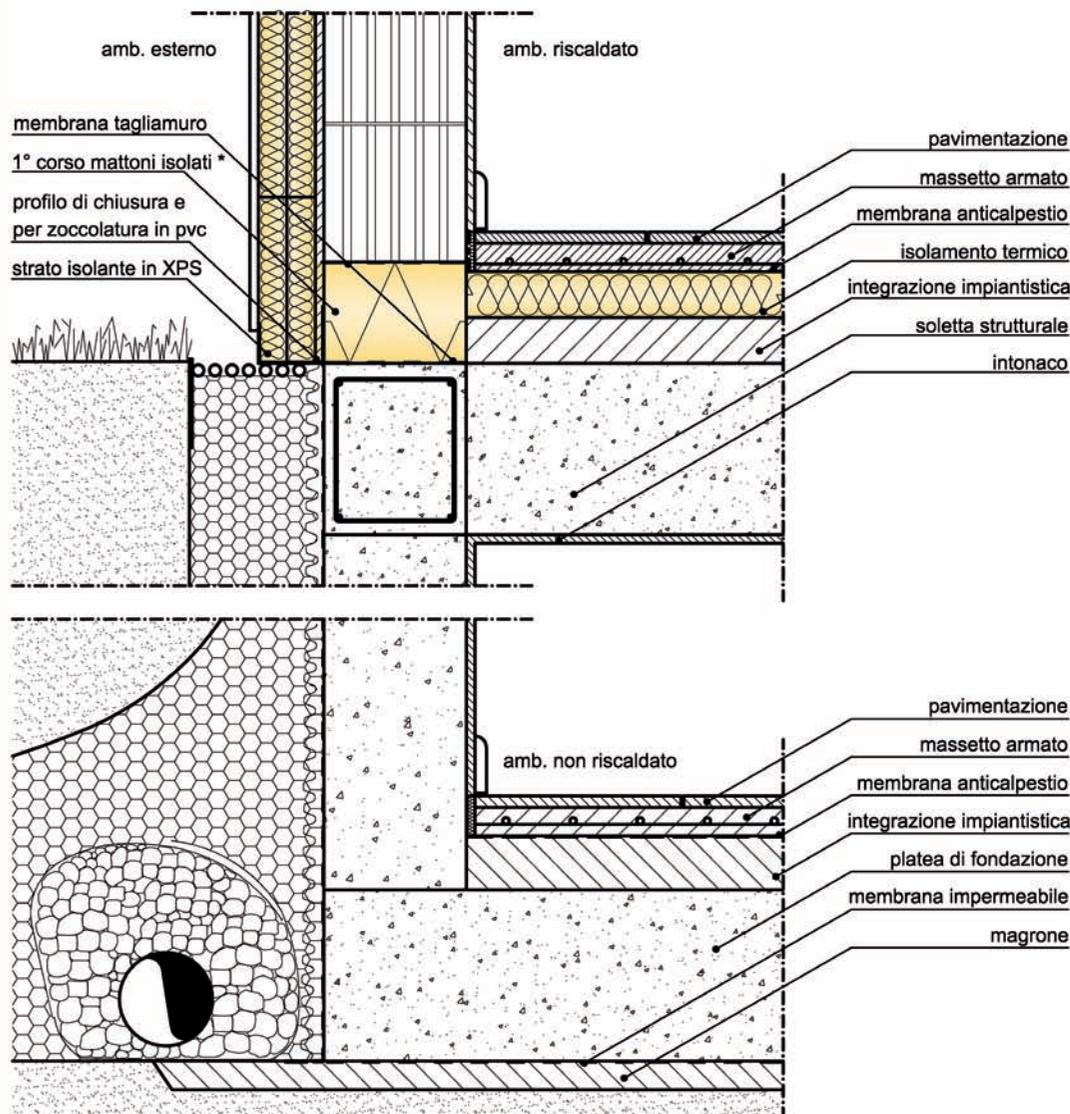
L'isolante che è rappresentato come applicato a cappotto è qui presente con l'unico scopo di avere un unico "filo di facciata" sino all'attacco a terra sia per le zone riscaldate che per quelle che non lo sono. È invece essenziale evitare un flusso di calore che, dall'ambiente interrato riscaldato, possa fluire verso il vano non riscaldato presente al piano terra. In questo caso è stata scelta la tecnica di un involucro isolante contenuto nell'involucro strutturale. In sostanza il vano riscaldato è interamente foderato all'intradosso di materiale isolante, per mantenere il calore lontano dalle strutture. È una tecnica particolarmente indicata per quegli ambienti all'interrato che vengono riscaldati saltuariamente per un uso che si limita a brevi momenti. Il caso più rappresentativo può essere quello di una taverna che si usa solo nel fine settimana per delle cene. La rifoderatura interna in materiale isolante comporta una assoluta rapidità nella messa a regime dell'ambiente. I  $20^\circ\text{C}$  di set point saranno raggiunti non appena sarà riscaldata la sola

aria presente. L'aria ha una capacità termica molto limitata, per cui occorrerà poca energia termica per portare "a regime" l'ambiente. Lo svantaggio può venire da un eccessivo affollamento improvviso. Poiché ogni persona cede un carico termico all'ambiente, se molte persone entrano contemporaneamente in un ambiente sprovvisto di masse inerziali e già portato dall'impianto alle condizioni di benessere richieste, vi produrranno facilmente un surriscaldamento.

I materiali impiegati in questa soluzione dovranno avere caratteristiche di resistenza all'urto, buona reazione al fuoco, eventuale gradevolezza estetica o possibilità di essere intonacati o rivestiti, eventuale potere fonoassorbente, stabilità dimensionale e morfologica, adeguata resistenza a compressione al 2% di schiacciamento per quelli sottopavimento, che trarranno beneficio dall'essere anche non assorbenti, non degradabili da umidità e batteri. La disposizione del materiale isolante all'interno delle strutture, in particolare quando queste siano poste controterra o diano verso l'esterno, rende indispensabile un buon controllo della possibile migrazione del vapore, per evitare ogni possibile fenomeno di deposizione di condensa superficiale ma ancor più interstiziale.

## CHIUSURA ORIZZONTALE INFERIORE - VERTICALE

INTERRATO RISCALDATO — ISOLAMENTO ESTERNO



\* Soluzioni alternative per garantire continuità di isolamento termico con primo corso della muratura: impiegare blocchi in calcestruzzo cellulare autoclavato avente conduttività inferiore a 0,1 W/mk impiegare blocchi in laterizio con fori riempiti con materiale avente conduttività inferiore a 0,1 W/mk impiegare blocchi di vetro cellulare (verificare prestazioni meccaniche) riempire in fase d'opera con polistirene in sfere i fori dei blocchi utilizzare pezzi speciali isolanti (es. blocchi in pse-cl)

Il dettaglio in immagine ritrae un vano al piano terra riscaldato, al di sopra di un vano freddo all'interrato. In una simile condizione è spesso vantaggioso sfruttare il primo corso di mattoni o blocchi a partire dal solaio di pavimento per costituire un elemento di connessione tra l'isolante termico del cappotto e quello posato sul pavimento. Esistono sul mercato appositi blocchi in polistirene muniti di cavità riempite di calcestruzzo, talvolta alleggerito, per la necessaria resistenza a compressione. E' tuttavia possibile avere ottimi risultati con blocchi in laterizio porizzato a fori intasati di materiale isolante (ma si possono usare blocchi semipieni versando nei fori perlite o polistirene in sfere, o altro materiale sfuso non sensibile all'umidità). Anche il calcestruzzo cellulare, così come il vetro cellulare si prestano bene a questo scopo, previa solo una verifica inerente alle loro prestazioni meccaniche nello specifico contesto di impiego. E' sempre utile tenere presente che se si è al piede di un elemento murario, dove la stabilità, la resistenza a compressione, la resistenza a scivolamenti anche in caso di sisma devono essere garantite nei limiti

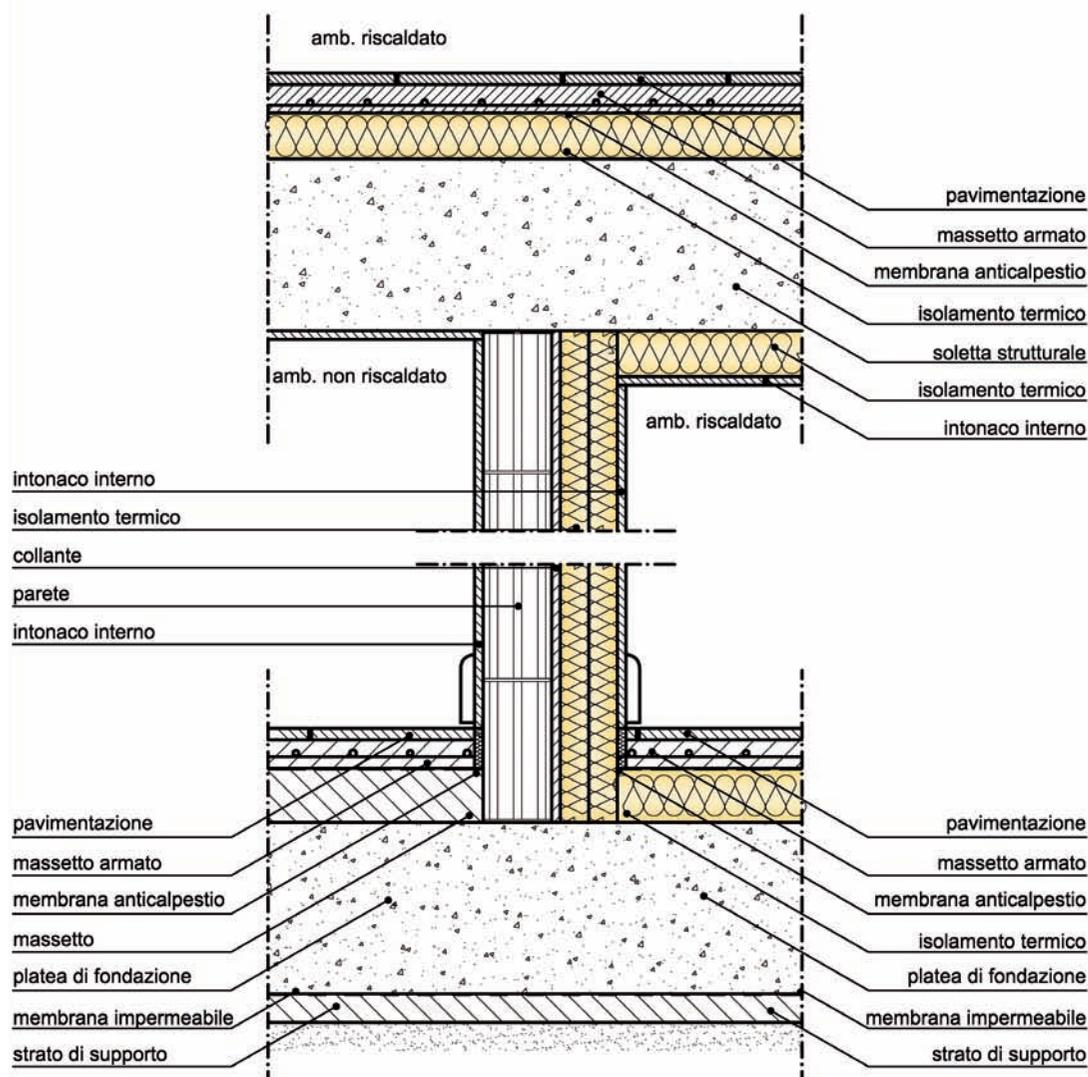
fissati di norma. Altra importante considerazione è la prossimità di questa zona con zone potenzialmente umide. Per cui di norma si predispongono al di sotto, e talvolta anche al di sopra di questo taglio termico degli sbarramenti all'acqua di risalita capillare. Soprattutto nel caso di impiego di materiali igroscopici tale presidi divengono irrinunciabili.

Con una soluzione come quella in immagine l'eventuale presenza di un marciapiedi gettato in continuità con il solaio, come sovente si è fatto sino a qualche anno fa, non costituisce elemento di preoccupazione, stante il fatto che l'isolante a cappotto, quello al piede della muratura e quello sul solaio inferiore costituiscono un involucro a tenuta termica per il quale l'elemento di marciapiedi non può costituire ponte termico, a meno di altri errori in zone qui non rappresentate.

Quando ci si trovasse in presenza di pilastri spiccati dal solaio verso l'ambiente interrato essi devono essere interamente avvolti in materiale isolante, per non costituire ponti termici verso il solaio stesso o verso il cordolo e l'eventuale marciapiedi.

## CHIUSURA ORIZZONTALE INFERIORE - PARTIZIONE VERTICALE

INTERRATO PARZIALMENTE RISCALDATO – ISOLAMENTO INTERNO



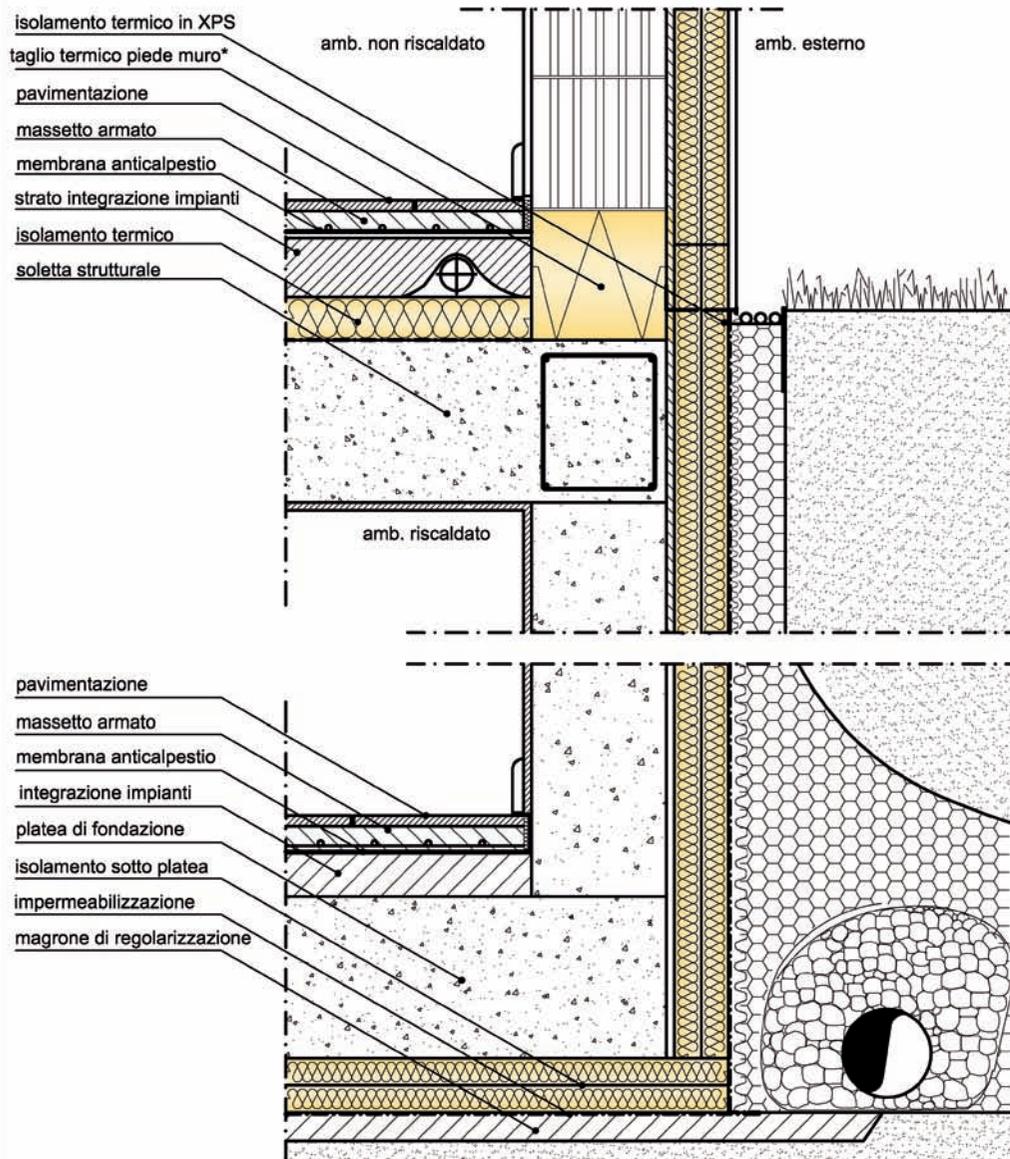
► Nel caso in cui ci si trovi ad avere due vani contigui di cui uno sia riscaldato e l'altro no può essere vantaggioso costituire all'interno del primo un involucro isolante che riveste soffitto, pareti e pavimento. Ovviamente si tratta di una soluzione che va prevista progettualmente dato che ha un non trascurabile peso sulle quote e le altezze da ottenere nei vani. La progettazione di edifici ad elevata efficienza energetica del resto non dovrebbe mai procedere senza che sia preliminarmente nominato un energy planner. Così come il progettista strutturista partecipa della progettazione sin da principio, definendo i materiali costitutivi, le sezioni minime, le collocazioni di ogni elemento strutturale e simulando il comportamento complessivo delle strutture, il progettista energetico definirà, in relazione alle specifiche problematiche, le strategie di difesa termica, i materiali da impiegare, le loro collocazioni, gli spessori, i dettagli di intervento su

zone di possibile ponte termico, sino a condurre una simulazione complessiva per la classificazione del sistema edificio impianto.

Nel caso rappresentato l'isolante applicato a parete ne costituisce il rivestimento, è altrettanto possibile che questo sia invece posato in intercapedine, dietro una controparete. Tuttavia in questo caso è importante che il piede della controparete non costituisca una zona di interruzione della tenuta termica di involucro per il vano in questione. Si dovrà provvedere a che il primo corso di mattoni o blocchi di tale controparete sia realizzato con idoneo materiale: calcestruzzo o vetro cellulare, blocchi laterizi porizzati intasati di isolante o pezzi speciali in polistirene e calcestruzzo, o pannelli in legnoceamento o legnomagnesite posati di piatto ed in più strati, se necessario. Anche qui la verifica strutturale è opportuna, così come dei provvedimenti per contrastare l'umidità ascendente per capillarità.

## PARTIZIONE ORIZZONTALE - CHIUSURA VERTICALE

INTERRATO NON RISCALDATO – ISOLAMENTO ESTERNO



► La scelta di avvolgere interamente l'edificio all'estradossato porta ad una soluzione sino a poco tempo fa mai praticata: quella dell'isolamento sotto platea fondazionale. Molto più raramente si impiega sotto fondazioni meno estese, perché in tal caso vengono trasferiti al suolo carichi più concentrati, con maggiori pressioni in gioco sull'isolante. Si tratta di una proposta che l'energy planner non può mai fare se non supportata dalle rassicuranti conclusioni del progettista strutturale. Incontra, comprensibilmente, non pochi ostacoli alla sua accettazione. L'idea che un materiale costituito prevalentemente di aria, com'è un buon isolante termico, abbia il compito di reggere per decine d'anni le tonnellate di peso di un edificio è arida e non sempre accolta con sufficiente fiducia. Eppure talvolta risolve molti problemi. Si pensi al caso di locali interrati in cui sia più necessario od in ogni caso conveniente realizzare alcune partizioni verticali, con funzione anche strutturale, in calcestruzzo. Per tagliare il ponte termico che generano con il pavimento si dovrebbe rifoderare su ambo le

facce e sulle imbotti delle porte con materiali isolanti. In questo modo invece l'intera platea viene a far parte dell'involucro caldo, con tutto ciò che vi è connesso rigidamente. In questo modo si ottengono vani interrati caratterizzati da inerzie termiche significative. Questo comporta lunghi tempi di messa a regime all'accensione degli impianti, e lunghe "code" che vedono raffreddarsi i vani molto lentamente in inverno. Di norma questa soluzione risulta molto vantaggiosa dal punto di vista costruttivo se tutti gli ambienti al di sopra della platea sono riscaldati. I materiali che si impiegano per l'isolamento sotto fondazione sono alcuni polistireni estrusi ad elevata densità, vetri cellulari e argille espanse additate con silicani. La caratteristica più importante che devono garantire è una elevata resistenza a compressione al 2% di schiacciamento, rivelatrice del comportamento sotto carico protratto nel tempo per decine d'anni. Anche l'assenza di imbibizione e la resistenza ad aggressioni biotiche, in particolare di batteri, come la elevata durabilità in ambienti umidi, sono determinanti.