



INTERVENTI DI ISOLAMENTO TERMICO DELLE COPERTURE

Sono numerose e importanti le novità introdotte di recente in edilizia, in particolare nelle attività di manutenzione, sia ordinaria che straordinaria. Si tratta di cambiamenti rilevanti, se si considera che da poco più della metà del XX secolo non si erano prodotte sensibili innovazioni in questo campo. Per un Paese come l'Italia comprendere ed applicare tali pratiche è ormai una necessità pressante. Se si esamina l'andamento degli interventi sull'involucro edilizio, si osserva che sono quelli potenzialmente più vantaggiosi.

Nell'inserto si parte dalla premessa che per capire tali pratiche è necessario tenere conto di due aspetti: uno normativo ed uno culturale. Da un lato, infatti, le nuove prescrizioni obbligatorie presentano un aspetto normativo mirato a prestazioni energetiche più elevate per l'involucro edilizio nel rispetto delle diverse condizioni ambientali; ma un'applicazione meramente formale di tali pratiche non sortisce sempre l'effetto desiderato se non è accompagnata da un cambiamento di mentalità, ovvero da un mutamento nella concezione stessa del lavoro progettuale. E questo comporta una vera trasformazione culturale. Nel caso delle coperture, ad esempio, le attenzioni progettuali poste in essere dai tecnici devono far fronte: ai requisiti minimi di isolamento termico per il problema invernale delle dispersioni, alla seria correzione dei ponti termici ed al problema del controllo del surriscaldamento estivo.



"Non è la più forte delle specie che sopravvive, né la più intelligente, ma quella più reattiva ai cambiamenti".
(C. Darwin)

EFFICIENZA ENERGETICA: OCCORRE UN NUOVO APPROCCIO PROGETTUALE

L'edilizia, recentemente, ha registrato importanti cambiamenti nelle pratiche di gestione delle attività di manutenzione, sia ordinaria che straordinaria, finalizzati ad ottenere una maggiore soddisfazione dei clienti sempre più desiderosi di ridurre i propri consumi energetici, incrementare il comfort interno e garantire minori emissioni di sostanze climalteranti in atmosfera. Se si esamina l'andamento degli interventi sull'involucro edilizio, si osserva che sono quelli potenzialmente più vantaggiosi. Va sottolineato che, accanto alle nuove prescrizioni normative per ottenere prestazioni energetiche più elevate per l'involucro edilizio nel rispetto delle diverse condizioni ambientali, è indispensabile un mutamento nella concezione stessa del lavoro progettuale. Nel caso delle coperture, ad esempio, le attenzioni progettuali poste in essere dai tecnici devono far fronte ai requisiti minimi di isolamento termico per il problema invernale delle dispersioni, alla seria correzione dei ponti termici ed al problema del controllo del surriscaldamento estivo.

SIMONE SILVESTRI*

L'agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, (per noi semplicemente ENEA) è un ente di diritto pubblico finalizzato alla ricerca e all'innovazione tecnologica, nonché alla prestazione di servizi avanzati alle imprese, alla pubblica amministrazione e ai cittadini nei settori dell'energia, dell'ambiente e dello sviluppo economico sostenibile. Nell'ambito dei suoi compiti istituzionali ha valutato che, in media, i consumi di un edificio costruito prima della Legge n. 373/1976 possono essere diminuiti del 50%.

Al di là dell'aspetto quantitativo, dato che questi edifici costituiscono circa il 70% del parco immobiliare nazionale, si può avere un'idea delle potenzialità offerte dal recupero energetico degli edifici esistenti in termini economici, sociali ed ambientali per l'intera comunità. In questo scenario quale deve essere il compito dei tecnici? Che cosa sono chiamati a fare? Come e quando intervenire? A domande simili ogni giorno l'attività professionale è chiamata a dare delle risposte; ma l'atteggiamento che ci deve caratterizzare è il cambiamento di mentalità progettuale. "Cambiamenti" è il titolo

anche di una nota canzone di Vasco Rossi del 2013 che invito tutti a riascoltare prestando attenzione al testo.

L'esperienza quotidiana, tuttavia, non manca mai di mostrarci che è più semplice e produttivo modificare i propri atteggiamenti piuttosto che intestardirsi per cambiare, ad esempio, quelli dei nostri clienti. Il cambiamento nelle attenzioni progettuali, infatti, non è dovuto, il più delle volte, ad un'azione diretta del tecnico ma avviene come retroazione a un determinato comportamento. Quando manca, però, una motivazione al cambiamento,

difficilmente avverrà e, soprattutto, se dovesse accadere le modifiche non si manterranno nel tempo. Per illustrare meglio il pensiero, divertendosi un po', utilizzerò una metafora a molti certamente nota. Il caso di una moglie che si lamenta perché il marito in casa non fa mai nulla mentre lei è sempre occupata: mettere in ordine la stanza, fare le pulizie, cucinare, stirare, lavare, etc. Stufa, potrebbe giustamente mettersi ad urlare: *"In questa casa tu non fai mai niente, faccio sempre tutto io"*, continuando però imperterrita a sobbarcarsi sulle spalle tutti gli impegni. In questa circostanza per far cambiare atteggiamento al marito la soluzione non è certo quella di sfogarsi e lasciare tutto come prima ma accompagnare allo sfogo uno sforzo a cambiare lei stessa: *"Forse se mio marito non fa nulla è perché io non riesco a invogliarlo a farlo"*. È possibile lasciare qualcosa da fare anche a lui, affidandogli responsabilità delle quali render conto a terzi. Dare fiducia, dunque, è ragionevole se si valorizza l'azione senza troppe critiche perché l'altro non è bravo o rapido come ci aspettiamo da noi stessi. È in questo senso che il cambiamento avviene in relazione agli effetti retroattivi di un altro cambiamento. A determinati atteggiamenti ne rispondono alcuni e al mutare dei primi si modificano anche i secondi. Ora, per ottenere risultati apprezzabili in termini di efficienza energetica in edilizia, tutti concordano che occorre stimolare la domanda ed ottimizzare l'offerta per far partire il processo ed il mercato.

Ai tecnici è demandato il compito di predisporre progetti ed illustrare gli strumenti messi a disposizione del cliente dal potere esecutivo per motivare l'investimento nel recupero energetico ed assicurare la qualità del risultato finale.

TRE NUOVE PRATICHE

Il cambiamento prodotto dal recepimento della Direttiva 2010/31/UE all'interno del quadro normativo nazionale ha introdotto tre nuove pratiche principali:

- (i) gli "edifici a energia quasi zero" (o NZEB – Near Zero Energy Building);
- (ii) le prescrizioni ed i requisiti minimi degli edifici;
- (iii) gli standard prestazionali in base alle destinazioni d'uso.

L'edificio a energia quasi zero è definito come un "edificio ad altissima prestazione energetica, (...). Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili (nel modo previsto dal D.lgs. n. 28/2011), prodotta all'interno del confine del sistema (in situ)". A livello nazionale, l'edificio NZEB è quello che soddisfa i requisiti "finali" in vigore dal 1° gennaio 2019 per gli edifici della p.a. (e dal 1° gennaio 2021 per edifici privati).

La seconda pratica introdotta dal decreto cosiddetto "Requisiti minimi" è rappresentata dalla modalità con cui vengono determinati i valori limite degli indici di prestazione termica utile $EP_{H,nd}$ e $EP_{C,nd}$ in condizioni invernali ed estive (riferiti all'involucro e all'impianto di

ventilazione qualora sia previsto) e dell'indice di prestazione energetica globale $EP_{gI,tot}$ calcolato come energia primaria per singolo servizio energetico con intervalli di calcolo mensile. Il decreto ministeriale del 26 giugno 2015, infatti, prevede un sistema che possiamo definire "autoreferenziale". Vale a dire che i suddetti indici, calcolati per l'edificio reale, vengono confrontati con analoghi indici limite calcolati per un "edificio di riferimento", identico a quello reale in termini di geometria, orientamento, ubicazione, destinazione d'uso, etc., ma avente caratteristiche termiche e parametri energetici di riferimento prefissati.



La terza pratica, infine, è relativa ai nuovi standard prestazionali che costituiscono un insieme di prestazioni di efficienza energetica. Le conseguenti verifiche progettuali possono essere così raggruppate.

Prestazioni invernali dell'involucro:

- verifica del coefficiente medio globale di scambio termico dell'involucro per trasmissione per unità di superficie ($H'T$ espresso in W/m^2K);
- verifica dell'indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale ($EP_{H,nd}$

espresso in kWh/m²); tale indice dipende dall'isolamento termico dell'involucro (opaco e trasparente) e dal rendimento di un eventuale impianto di ventilazione.

Prestazioni estive dell'involucro:

- verifica dell'area solare equivalente estiva per unità di superficie utile Asol,est/Asol,utile della parte trasparente dell'involucro;
- verifica della trasmittanza termica periodica (YIE espressa in W/m²K) degli elementi di involucro opaco; in alternativa è possibile effettuare la verifica della massa superficiale Ms di tali elementi;
- verifica dell'indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva (EPC,nd espresso in kWh/m²).

Prestazione energetica globale:

- verifica dell'indice di prestazione energetica globale (EPgl,nd espresso in kWh/m²) che dipende da tutti i consumi energetici sopra menzionati;
- verifiche dei rendimenti degli impianti.

Accenniamo inoltre che esistono anche verifiche comuni relative al periodo invernale per: il problema dell'assenza delle condensazioni, le prestazioni delle pareti divisorie tra unità immobiliari e per le prestazioni delle pareti esterne di ambienti non riscaldati.

APPROCCIO CORRETTO NEL CASO DI INTERVENTI SULLE COPERTURE

Di seguito cerchiamo di esaminare, più nel dettaglio, l'approccio corretto per la progettazione

di interventi di copertura degli edifici osservando le indicazioni normative peculiari per questo sottosistema costruttivo distinguendo le diverse circostanze in cui potremmo trovarci. Certamente, nel caso di edifici definiti di "nuova costruzione" occorre un'attenzione specifica per le coperture: al problema delle dispersioni energetiche invernali con il controllo della trasmittanza termica U al di sotto di quella di riferimento Urif; al problema del surriscaldamento estivo con il controllo della trasmittanza termica periodica e dell'attitudine della superficie esterna ad assorbire energia solare ed infine al controllo delle problematiche di condensazione interstiziale e di formazione di muffa sulla superficie interna. Per avere immediatamente sotto controllo quali sono le categorie di intervento per le quali è possibile progettare le coperture ai fini del rispetto del DM 26 giugno 2015, di seguito sono riportati e descritti i diversi ambiti ed i relativi riferimenti posti nel decreto.

Nuova costruzione

(All.1, art.1.3)

Per edificio di nuova costruzione si intende l'edificio il cui titolo abilitativo sia stato richiesto dopo l'entrata in vigore del DM 26 giugno 2015 (ovvero dal 1° ottobre 2015).

Demolizione e ricostruzione (All. 1, art. 1.3)

Rientrano in questa categoria gli edifici sottoposti a demolizione e ricostruzione, qualunque sia il titolo abilitativo necessario.

Ampliamento di edifici esistenti con nuovo impianto (All. 1, art. 1.3 e art. 6.1) (*) (****)

Ampliamento di edifici esistenti (dotati di nuovi impianti tecnici) per il quale valga almeno una delle seguenti condizioni:

- nuovo volume lordo climatizzato > 15% volume lordo climatizzato esistente;
- nuovo volume lordo climatizzato > 500 m³.

La parte ampliata di fatto è trattata come una porzione di nuova costruzione.

Ampliamento di edifici esistenti con estensione di impianto

(All. 1, art. 1.3 e art. 6.1) (*)

Ampliamento di edifici esistenti (collegati all'impianto tecnico esistente) per il quale valga almeno una delle seguenti condizioni:

- nuovo volume lordo climatizzato > 15% volume lordo climatizzato esistente;
- nuovo volume lordo climatizzato > 500 m³.

Ristrutturazioni importanti di primo livello

(All. 1, art. 1.4.1)

La ristrutturazione prevede contemporaneamente:

- un intervento che interessa l'involucro edilizio con un'incidenza > 50 % della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio (**);
- la ristrutturazione dell'impianto termico (***) per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva asservito all'intero edificio. In tal caso i requisiti di prestazione energetica si applicano all'intero edificio e si riferiscono alla sua prestazione energetica relativa al servizio o servizi interessati.

Ristrutturazioni importanti di secondo livello

(All. 1, art. 1.4.1)

L'intervento interessa l'involucro edilizio con una incidenza $> 25\%$ della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio (**) e può interessare l'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva.

Riqualficazione energetica dell'involucro

(All. 1, art. 1.4.2)

Interventi sull'involucro che coinvolgono una superficie $\leq 25\%$ della superficie disperdente lorda complessiva dell'edifici (**). Gli interventi, comunque, devono avere un impatto sulla prestazione energetica dell'edificio. In tali casi i requisiti di prestazione energetica richiesti si applicano ai soli componenti edilizi e impianti oggetto di intervento, e si riferiscono alle loro relative caratteristiche termofisiche o di efficienza. Esistono, tuttavia, delle deroghe. Risultano esclusi, infatti, dall'applicazione dei requisiti minimi di prestazione energetica:

- gli interventi di ripristino dell'involucro edilizio che coinvolgono unicamente strati di finitura, interni o esterni, ininfluenti dal punto di vista termico (quali la tinteggiatura), o rifacimento di porzioni di intonaco che interessino una superficie inferiore al 10% della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio (All. 1, art. 1.4.3);
- gli interventi di manutenzione ordinaria sugli impianti termici esistenti.

Infine evidenziamo come in caso di interventi di riqualficazione energetica dell'involucro opaco che prevedano l'isolamento termico dall'interno o l'isolamento termico in inter-

CATEGORIE DI INTERVENTO

I requisiti previsti dalla nuova normativa termica si applicano secondo modalità differenti (globale o parziale) in funzione della tipologia di intervento.



NUOVE COSTRUZIONI
VERIFICA GLOBALE



AMPLIAMENTO DI EDIFICI ESISTENTI ($> 15\%$ e $> 500\text{ mc}$)
- sia in adiacenza che in sopra elevazione
- chiusura di spazi aperti (logge, porticati, etc.).
Requisiti da rispettare solo sulla nuova porzione di edificio.
VERIFICA GLOBALE



EDIFICI SOTTOPOSTI
A DEMOLIZIONE
E RICOSTRUZIONE
VERIFICA GLOBALE



RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI 1° LIVELLO interessano l'involucro edilizio con $S \geq 50\%$ con ristrutturazione degli impianti di climatizzazione invernale o estiva.
Requisiti da applicarsi all'intero edificio.
VERIFICA GLOBALE



RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI 2° LIVELLO interessano l'involucro edilizio con $S \geq 25\%$, con o senza ristrutturazione degli impianti di climatizzazione.
Requisiti da applicarsi all'oggetto di intervento con estensione all'intera parte edilizia ristrutturata.
VERIFICA PARZIALE



RICALIFICAZIONI ENERGETICHE interessano l'involucro edilizio con $S \leq 25\%$.
Requisiti da applicarsi solo all'oggetto di intervento.
VERIFICA PARZIALE

Superficie disperdente $S\text{ (m}^2\text{)}$: superficie che delimita il volume climatizzato V rispetto all'esterno, al terreno, ad ambienti a diversa temperatura o ambienti non dotati di impianto di climatizzazione.

capedine, indipendentemente dall'entità della superficie coinvolta, i valori delle trasmittanze di cui alle tabelle da 1 a 4 dell'Appendice B, sono incrementati del 30%.

Nel caso di edifici esistenti ove sia previsto, ad esempio, il ripristino della copertura intervenendo su strati ininfluenti dal punto di vista termico è bene sottolineare quanto già precedentemente illustrato. Sono esclusi, infatti, dall'ambito di applicazione del DM 26 giugno 2015, in accordo con le indicazioni all'art.1.4.3 dell'Allegato, *“gli interventi di ripristino dell'involucro edilizio che coinvolgono unicamente strati di finitura, interni o esterni, ininfluenti dal punto di vista termico (quali la tinteggiatura), [...]”*.

Nel caso, invece, abbastanza diffuso di un intervento di riparazione sulle membrane impermeabilizzanti, l'intervento è ragionevolmente da considerare ininfluente se non comporta la sostituzione della membrana

ma la sola riparazione di una porzione della stessa. L'intervento di impermeabilizzazione, infatti, viene citato come esempio di riqualficazione energetica nella tabella 4 del punto 6 dell'Allegato 1 del DM “Requisiti minimi”, pertanto si può interpretare che sia incluso nell'applicazione del decreto e quindi comporti il rispetto dei limiti. È del resto opportuno ricordare che le occasioni di interventi edilizi su edifici si ripetono con cicli ventennali o di maggiore impegno temporale. Non cogliere l'occasione di isolare termicamente una copertura oggi vuol dire non farlo per i prossimi 20-30 anni.

CONCETTI BASILARI

L'attività progettuale ci pone di fronte grandezze e concetti basilari di cui è bene mostrare l'importanza attraverso le loro definizioni semplificate.

Evidenziamo subito come la trasmittanza termica U delle coperture rimane il parametro più indicativo della progettazio-

ne energetica degli edifici per il rispetto dei requisiti minimi. Sia nel caso di edifici di nuova costruzione, sia che l'intervento riguardi edifici esistenti, il progettista deve confrontarsi con valori di trasmittanza termica limite o di riferimento. In entrambi i casi, i ponti termici presenti nella copertura sono da inglobare all'interno del valore della trasmittanza. Sono possibili due vie: annullare i ponti termici, o, dove non possibile, attenuarne l'incidenza riducendo il valore della sezione corrente. Le tabelle allegate al decreto riassumono i valori di trasmittanza limite e di riferimento da tenere in considerazione a seconda dell'ambito di applicazione in cui potremmo trovarci. La trasmittanza di progetto della struttura si calcola in accordo con le indicazioni della norma UNI EN ISO 6946 come:

$$U_{\text{progetto}} = \frac{H_D}{A} = \frac{\sum_i (A_i \cdot U_i) + \sum_j (\psi_j \cdot l_j \cdot F_p)}{\sum_i A_i}$$

dove

A estensione dell'area oggetto di intervento [m²]

U è la trasmittanza termica della struttura oggetto di intervento [W/ m² K]

ψ_j è la trasmittanza lineica del ponte termico considerato [W/ mK]

l_j è l'estensione lineare del ponte termico j-esimo [m]

F_p è un fattore di ponderazione pari a 1 o a 0.5 a seconda della competenza del ponte termico

H_D è il coefficiente di scambio termico verso l'esterno

Ne segue, pertanto, che la pro-

gettazione degli interventi di isolamento termico delle coperture è legata ad un attento studio dell'incidenza dei ponti termici come mostrato nella formula. Il coefficiente medio globale di scambio termico $H'T$ è, invece, la trasmittanza media dell'involucro costituito dalle superfici disperdenti. Il limite dipende dalla zona climatica e dal rapporto S/V mentre il valore di progetto è dato dal rapporto tra il coefficiente di dispersioni per trasmissione e l'area disperdente.

$$H'_T = \frac{H_{tr,adj}}{\sum_k A_k} = \frac{H_D + H_g + H_U + H_A}{\sum_k A_k}$$

dove

H_D coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno [W/K]

H_g coefficiente di scambio termico stazionario per trasmissione verso il terreno [W/K]

H_U coefficiente di scambio termico per trasmissione verso gli ambienti non climatizzati [W/K]

H_A coefficiente di scambio termico per trasmissione verso altre zone termiche (interne o meno) climatizzate a temperatura diversa [W/K]

$H_{tr,adj}$ coefficiente globale di scambio termico per trasmissione dell'involucro edilizio, calcolato mediante la norma UNI/TS 11300-1 [W/K]

A_k superficie del k-esimo componente (opaco o trasparente) costituente l'involucro [m²]

Osserviamo in particolare, con riferimento alle ristrutturazioni importanti di secondo livel-

lo, ovvero quando si interviene su più del 25% della superficie lorda disperdente e non necessariamente sull'impianto, che i valori limite del coefficiente medio globale di scambio termico $H'T$ non dipendono più dal rapporto di forma S/V, ma solo dalla zona climatica.

Il coefficiente medio globale di scambio termico $H'T$ è definito dalla seguente relazione:

$$H'_T = \frac{H_{tr,adj}}{\sum_k A_k}$$

Il coefficiente $H_{tr,adj}$ è riferito ad una specifica zona termica e la sommatoria presente nella relazione $H'T$ comprende tutti gli elementi disperdenti della zona termica stessa; $H_{tr,adj}$ viene corretto per riferire tutti gli scambi termici per trasmissione della zona considerata alla differenza di temperatura interno-esterno e viene determinato mediante la seguente relazione:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

Il coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione $H'T$ è determinato per l'intera struttura oggetto di intervento, comprendendo tutti i componenti in essa presenti.

IL PROBLEMA MUFFA

In tutti gli ambiti di applicazione in cui si realizzano nuove coperture o interventi su coperture esistenti è necessario verificare che non ci sia il rischio di formazione di muffa sulla superficie interna o di condensa interstiziale. Tutto ciò in con-

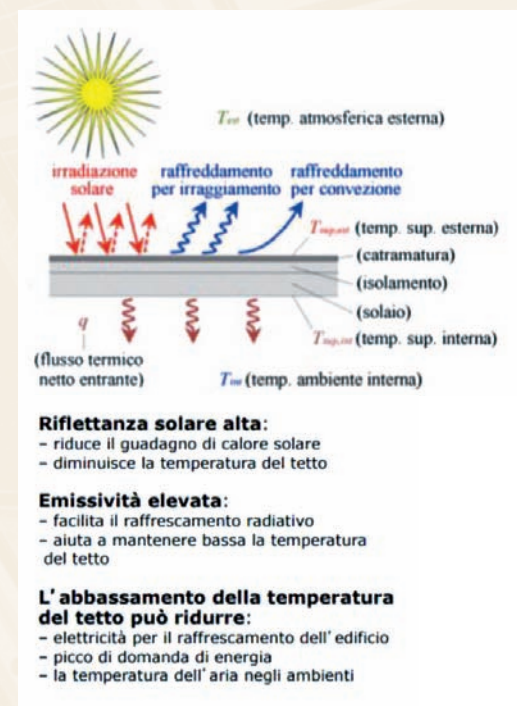
formità alla normativa tecnica vigente (UNI EN ISO 13788 e UNI EN 15026), così come per ogni altra struttura dell'involucro a contatto con l'esterno (con particolare attenzione ai ponti termici). Per eseguire tale verifica, in condizioni di progetto o standard, i valori interni di umidità e temperatura sono definiti in base alla classe di concentrazione di vapore dell'utenza (appendice A UNI EN ISO 13788), a meno che sia presente un impianto in grado di controllare l'umidità relativa interna (quindi in tali casi non si usa più la definizione dell'ambiente interno a 20°C e 65% UR). La norma UNI EN ISO 13788 dà la possibilità di calcolare l'umidità relativa dell'ambiente interno a partire da quella esterna, sulla base della destinazione d'uso dell'edificio. Questo metodo può essere utile ogni qualvolta che si debba ipotizzare un livello standard di umidità degli ambienti in funzione della tipologia d'utenza. Il fenomeno della condensazione superficiale avviene quando, in corrispondenza della faccia interna di una struttura edilizia, si raggiungono le condizioni di saturazione (UR=100%). Il rischio di muffa si può presentare, invece, molto prima che si crei condensazione. La norma UNI EN ISO 13788 propone un metodo per calcolare la soglia d'allarme con cui il progettista possa confrontare i suoi risultati in riferimento al rischio di formazione di muffa considerando non la saturazione, ma un va-

lore di umidità superficiale pari all'80%. Ad esempio, per un ambiente con le condizioni interne di 20°C e UR 57% si ottiene la temperatura critica pari a 14.6°C. Alle stesse condizioni la temperatura di rischio di condensazione superficiale è pari a 11,2°C. È quindi chiaro che, in fase di progetto, la verifica del rischio di muffa risulta più severa: tutti i punti dell'involucro devono avere una temperatura superficiale superiore a quella di rischio muffa. Nella normativa precedente (DPR n. 59/09), invece, era sufficiente verificare che la temperatura in ogni punto non superasse quella di rischio di condensazione.

IL PROBLEMA SURRESCALDAMENTO

La progettazione dell'involucro edilizio da diversi anni ha iniziato a confrontarsi con la verifica delle prestazioni in condizioni climatiche estive. Il progettista, infatti, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti deve predisporre alcuni accorgimenti ed effettuare alcune verifiche. Per le coperture, in particolare, tale attenzione, oggi, assume una rilevanza maggiore rispetto al precedente quadro normativo. Negli interventi sui nuovi edifici (e sulle ristrutturazioni importanti di primo livello), infatti, è prescritta la verifica dell'indice di prestazione energetica estiva di involucro (EPC_{nd}), parametro che esprime la capacità dell'involu-

cro di controllare il carico termico in entrata in estate. Per le coperture questo aspetto è sottolineato in modo più marcato anche attraverso la prescrizione della valutazione della convenienza dell'uso di materiali, atti a migliorarne le prestazioni, impiegati come rivestimenti ad alta riflettanza solare (basso assorbimento solare) ed un'alta emissività. Il loro utilizzo consente di mantenere una temperatura superficiale esterna della copertura più bassa, riducendo in questo modo il flusso termico in entrata. In questo modo la struttura potrà smaltire molto il suo calore (grazie all'elevata emissività) e riflettere molto la radiazione solare, con un abbassamento della tem-



Processi di scambio termico in un tetto piano
(Fonte : Studio ENEA Report RdS/2011/146)

peratura superficiale e di conseguenza del flusso di calore entrante. Questo meccanismo funziona perfettamente durante il periodo estivo e ad alte temperature. Gli apporti solari verranno quindi ostacolati dalla presenza di trattamenti superficiali di questa natura.

Tale recente prescrizione è valida per tutti gli ambiti di intervento (cioè per i nuovi edifici, le ristrutturazioni e la riqualificazione energetica). Sui nuovi edifici e le ristrutturazioni importanti di primo livello, inoltre, sono definiti requisiti da rispettare sulla trasmittanza termica periodica delle strutture in località con irradianza $> 290 \text{ W/m}^2$. Mentre, per tutti gli interventi di riqualificazione energetica, sussiste l'obbligo di rispetto del valore limite di trasmittanza termica periodica. Tale grandezza mette in relazione la variazione del flusso termico sulla superficie esterna del componente edilizio con la conseguente

variazione di temperatura sul lato interno dello stesso. Si capisce quindi che, dal punto di vista estivo, il comportamento di una parete sarà tanto migliore quanto minore è la sua trasmittanza termica periodica.

In definitiva, il cambiamento all'approccio progettuale descritto richiede, da un lato, l'applicazione di poche ma nuove regole basate su semplici concetti di fisica tecnica e dall'altro, un nuovo modo di concepire il lavoro progettuale. I tecnici progettisti, devono inserire i calcoli e le verifiche previste dalla normativa nella relazione tecnica di progetto. Tale documento attesta la rispondenza alle prescrizioni per il contenimento del consumo di energia degli edifici e dei relativi impianti termici ed è depositato presso le amministrazioni competenti contestualmente alla dichiarazione di inizio dei lavori. La conformità delle opere realizzate rispetto al progetto e alle sue eventuali

varianti, ed alla relazione tecnica, nonché l'attestato di qualificazione energetica dell'edificio come realizzato, devono essere asseverati dal direttore dei lavori e presentati al comune di competenza contestualmente alla dichiarazione di fine lavori senza alcun onere aggiuntivo per il committente. La dichiarazione di fine lavori è inefficace a qualsiasi titolo se la stessa non è accompagnata da tale documentazione asseverata.

Da un punto di vista personale ritengo che sia imprescindibile una presa di coscienza da parte dei tecnici della necessità di una trasformazione culturale, un cambiamento sostanziale che sarà più facile rendere possibile favorendo l'applicazione di nuove conoscenze ed esperienze che, nel tempo e gradualmente, porteranno a modificare il modo stesso di concepire la progettazione.

**Geometra – Ingegnere Civile Edile*

Note (*) In caso di ampliamento i requisiti minimi si applicano alla parte ampliata o al volume recuperato (nel caso di ampliamenti con volume $\leq 15\%$ del volume lordo climatizzato o $\leq 500 \text{ m}^3$, si ritiene che l'intervento sia da considerare come una "Riqualificazione energetica"). (**) Con superficie disperdente si intende la superficie disperdente lorda degli elementi opachi e trasparenti che delimitano il volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno e da ambienti non climatizzati quali le pareti verticali, i solai contro terra e su spazi aperti, i tetti e le coperture. (***) Con ristrutturazione dell'impianto si intende quanto previsto dal D.Lgs. n. 192/2005 All. A, ovvero: "l'insieme di opere che comportano la modifica sostanziale sia dei sistemi di produzione che di distribuzione ed emissione del calore; rientrano in questa categoria anche la trasformazione di un impianto termico centralizzato in impianti termici individuali, nonché la risistemazione impiantistica nelle singole unità immobiliari o parti di edificio in caso di installazione di un impianto termico individuale previo distacco dall'impianto termico centralizzato". (****) Cambio di destinazione d'uso: nel quadro di sintesi riportato all'art. 6.1, Tabella 4, del decreto, in corrispondenza della descrizione degli ampliamenti volumetrici di un edificio esistente con nuovi impianti tecnici è riportata la seguente specificazione: "Recupero volumi esistenti precedentemente non climatizzati o cambio di destinazione d'uso (es. recupero sottotetti, depositi, magazzini) se dotati di nuovi impianti tecnici".

Bibliografia • Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 26 giugno 2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici". • Allegato 1 – Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici • Appendice A – Descrizione dell'edificio di riferimento e parametri di verifica • Appendice B – Requisiti specifici per gli edifici esistenti soggetti a riqualificazione energetica • Direttiva Europea 2010/31/UE "Sulla prestazione energetica nell'edilizia".