

Risparmio energetico? Dipende...

Dati alla mano, l'adozione della copertura ventilata non porta a risparmi economici significativi sull'eventuale condizionamento dell'aria; esistono però altri vantaggi...

Marco D'Orazio

I noti problemi di surriscaldamento degli ambienti sottotetto hanno portato in questi anni allo sviluppo crescente di tecnologie di ventilazione delle coperture. Ma nonostante la mole di prodotti presenti sul mercato ancora difficile appare oggi comprendere, da parte di un progettista, l'elemento basilare che dovrebbe portare ad adottare una copertura ventilata: l'entità del beneficio atteso. La vendita di prodotti commerciali viene promossa con slogan che nulla dicono sulla capacità di smaltimento del calore da parte della ventilazione e gli studi pubblicati, per la complessità dei fenomeni termofluidodinamici coinvolti, riescono a fornire solo

piccoli tasselli di conoscenza, difficilmente riconducibili da un progettista alle caratteristiche dei prodotti presenti sul mercato. L'adozione di una copertura ventilata è, quindi oggi, più un atto di fiducia da parte del progettista, piuttosto che un atto misurato e consapevole in base a benefici ambientali e monetari attesi. Queste considerazioni ci hanno spinto, nell'ambito di un più generale programma di ricerca sperimentale sulle coperture ventilate, ad affrontare l'analisi dei benefici derivanti dall'adozione di una copertura ventilata in relazione alle caratteristiche dell'intero edificio. Si è condotto in particolare, sulla base dei risultati ottenuti con prove sperimentali, uno studio di tipo economico/energetico volto a comprendere, ad un livello di prima approssimazione, per diverse zone climatiche, il peso della copertura ventilata, supposta a "massima efficienza" in relazione agli altri elementi che regolano le condizioni ambientali di una abitazione. Lo studio evidenzia come l'adozione della copertura ventilata sia da considerare sempre vantaggiosa, anche nell'ipotesi di un suo rendimento "massimo" quasi mai appare risolutiva delle problematiche di surriscaldamento dei sottotetti, per la presenza di altri elementi come le pareti perimetrali, e soprattutto le finestre da tetto che risultano dominanti a fini termici già per piccole superfici. E' necessario accostare all'introduzione della ventilazione anche una accorta progettazione

Le coperture ventilate raramente vengono realizzate in assenza di elementi che partecipano al bilancio termico degli ambienti sottotetti. Costante è la presenza di superfici vetrate in copertura oltre che la presenza di superfici perimetrali soggette ad irraggiamento.



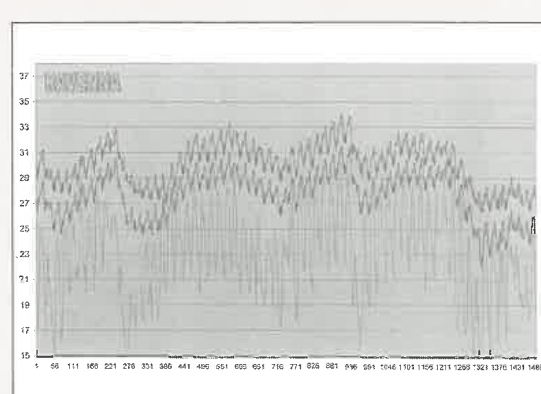
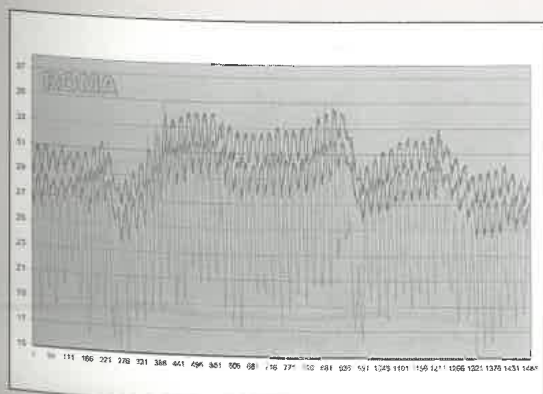
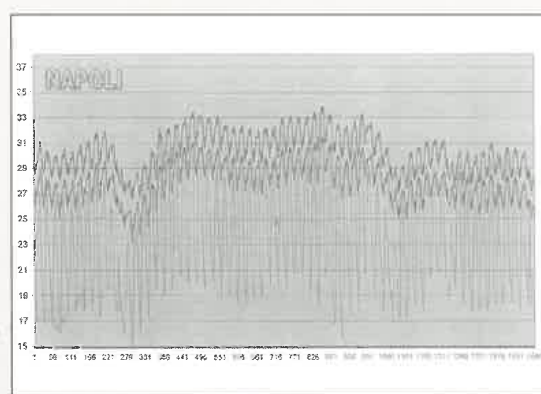
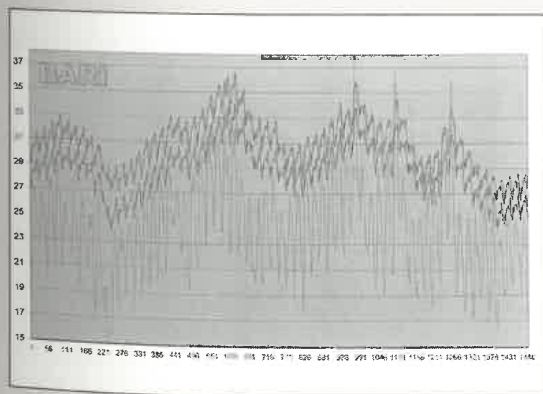
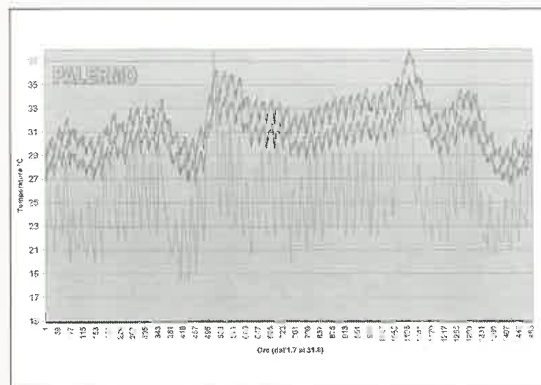
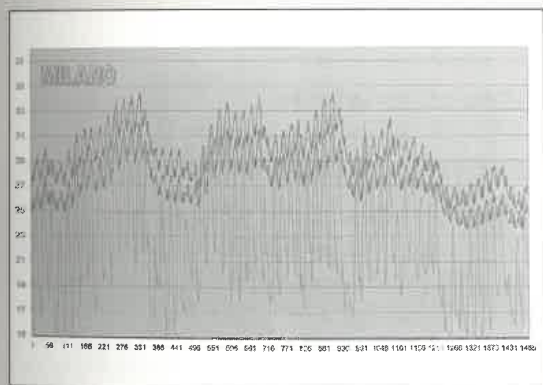
degli altri elementi costituenti l'involucro edilizio degli ambienti sottotetto.

Le modalità dello studio

Lo studio presentato è stato condotto sulla base dei risultati ottenuti con prove sperimentali (confronta scheda "contributi sperimentali"), e dell'analisi della letteratura esistente (confronta scheda "il progetto della copertura ventilata"). Si è valutata in particolare l'entità del "beneficio massimo atteso" per l'inserimento di una copertura ventilata in un edificio, data dalla condizione nella quale un tetto, grazie alla ventilazione, risulta in grado di smaltire quasi completamente il calore portato sulla copertura dall'irraggiamento, secondo una curva di rendimento limite definita in base a risultanze sperimentali. La curva di rendimento è stata definita sulla base delle seguenti osservazioni sperimentali:

- si è rilevato, imponendo in laboratorio flussi cre-

scenti su coperture a diverse altezze dell'intercapedine, ed in assenza di elementi di ostruzione in ingresso ed in uscita, come il flusso passante nell'ambiente sottotetto non riesce a scendere al di sotto del 10-15% del flusso imposto (ottenuto con piastre radianti, quindi al netto degli scambi convettivi); ciò dipende dal fatto che non si riescono ad annullare completamente gli scambi termici tra coppi e solaio sottostante per la presenza di scambi di tipo radiativo e coefficienti di scambio convettivo modesti nell'intercapedine; i rilievi in opera effettuati evidenziano un comportamento delle coperture, a causa delle ostruzioni delle bocchette, delle griglie antinsetti, ecc. sempre al di sotto di questa condizione limite di funzionamento. Definito il rendimento limite della copertura ventilata, si è utilizzato un software (DOE 2.1E) di valutazione in regime dinamico delle condizioni ambientali e dei costi energetici di un edificio congiuntamente

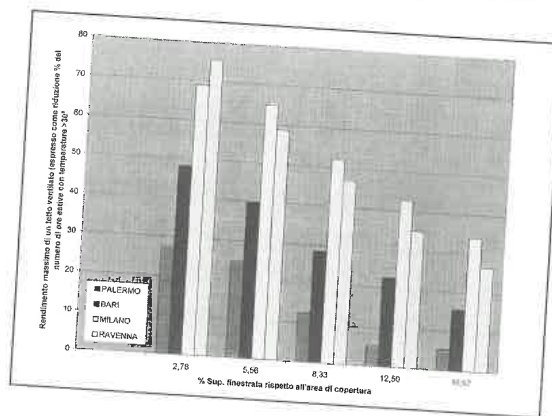


Sono riportati i risultati delle simulazioni ottenute relativamente all'andamento delle temperature nel sottotetto dell'edificio a schiera posto nelle diverse località climatiche. E' possibile osservare come la copertura ventilata, nella ipotesi di funzionamento ottimale sia in grado di portare un miglioramento delle condizioni ambientali del sottotetto di ca. 2-3 °C, con modeste variazioni in relazione alla località climatica. Questo fatto evidenzia come la copertura ventilata possa essere considerata un sistema di una certa efficienza solo nelle località più a nord. Scendendo verso sud si nota, come le temperature dei locali sottotetto, nonostante il miglioramento apportato dalla ventilazione, tendano a porsi per la maggior parte del tempo tra i 30 ed i 35°C.

all'impiantistica adottata ed ai modi d'uso dell'edificio stesso, per valutare il beneficio massimo atteso dato dall'adozione della copertura ventilata. Si sono studiate due configurazioni di edificio, con diversi orientamenti in sei diverse località (Milano, Ravenna, Roma, Napoli, Bari, Palermo): un edificio plurifamiliare, composto da 6 unità abitative, di cui due con locali sottotetto, aventi anche una parete perimetrale soggetta ad irraggiamento; un edificio a schiera, composto da 3 unità abitative dove il sottotetto rappresenta una porzione dell'unità abitativa; l'unità centrale non ha pareti perimetrali sottoposte ad irraggiamento, le unità laterali hanno invece ciascuna una parete perimetrale soggetta ad irraggiamento.

Le condizioni ambientali del sottotetto

Il primo aspetto indagato riguarda il miglioramento delle condizioni ambientali dato dall'adozione di una copertura ventilata, in termini di abbattimento delle temperature. L'analisi del comportamento termico di ambienti sottotetto, in assenza di ventilazione della copertura, evidenzia il mantenimento in questi locali di tempe-



E' visibile nel grafico la diminuzione dell'efficienza del tetto ventilato, come capacità di abbattere il numero di ore con temperature superiori ai 30 °C nel sottotetto in relazione all'aumento della dimensione delle velux in copertura.

rature stabilmente elevate, al punto da richiedere necessariamente la presenza di impianti di climatizzazione. Come lecito aspettarsi la situazione appare critica per le località più a sud, come Bari e Palermo, nelle quali le temperature si mantengono, negli ambienti sottotetto, nell'arco della giornata, stabilmente al di sopra dei 30 °C, con picchi, in alcune giornate, intorno ai 35-37 °C, nonostante si fosse garantita una elevata ventilazione interna (2-6 ric/h). Inserendo la copertura ventilata la situazione migliora, ma non come ci si sarebbe aspettato, anche nell'ipotesi di rendimento massimo della copertura stessa. Il contributo della ventilazione della copertura non

Il progetto della copertura ventilata

L'altezza dell'intercapedine

Questo fattore risulta oggi il più indagato. I ricercatori concordano per altezze pari almeno a 6-7 cm. di canale libero (esclusa cioè la discontinuità data dai travetti perpendicolari alla falda), anche se alcune sperimentazioni evidenziano come, soprattutto nelle coperture con coppi, grazie al canale discontinuo creato dagli stessi ed alla minore tenuta all'aria, si riescono ad ottenere sistemi efficaci anche con altezze del canale libero pari a 3-4 cm. Le sperimentazioni evidenziano tuttavia come l'altezza dell'intercapedine va correlata alla lunghezza della falda. Per falde medio-lunghe, l'uso di altezze del canale contenute amplifica un fenomeno presente in tutte le coperture ventilate: l'aria fluisce lungo il canale, ma si riscalda progressivamente, diventando via via meno capace di assorbire calore e cedendo quantità di calore più consistenti al solaio sottostante. Sperimentazioni effettuate con falde lunghe 6 m. e canali continui di 3 cm. più i 3 cm. discontinui dati dai tra-

vetti paralleli alla linea di gronda, evidenziano un raddoppio del flusso termico passante nel solaio sottostante tra la parte centrale della falda e la parte terminale. La discontinuità nel canale, data dai travetti paralleli alla linea di gronda, diventa un fattore limitativo importante soprattutto in coperture con marsigliesi, per il fatto che il travetto interrompe continuamente il flusso, mentre in presenza di coppi o tegole si crea un canale che permette lo scavalco del travetto stesso, senza grandi perdite di pressione.

L'emissività dei materiali nell'intercapedine

Questo aspetto risulta oggi scarsamente indagato e solo per coperture piane. Eppure risulta non secondario anche nelle coperture ventilate, per il fatto che nell'intercapedine, oltre a scambi convettivi si verificano scambi radiativi tra le superfici. Rilievi in opera ed in laboratorio hanno evidenziato in fase estiva, delta termici dell'ordine di 10-15°C tra la parte superiore e quella inferiore dell'intercapedine, da ciò consegue, come confermato da simulazioni effettuate, che anche in presenza di forti ventilazioni, una parte del

calore portato per irraggiamento viene comunque ceduta per reirraggiamento allo strato inferiore e non dispersa completamente per la dimensione dei coefficienti di scambio convettivo. L'adozione di fogli in materiali a bassa emissività (es. alluminio) al di sopra dell'isolante, in corso di sperimentazione, potrebbe quindi portare miglioramenti al sistema.

Posizione e superficie delle bocchette di ingresso

Vi sono due considerazioni da fare, la prima legata alla dimensione delle bocchette, la seconda alla posizione. Per quanto riguarda la dimensione i codici dei paesi nord-europei, dove l'istanza non è lo smaltimento del calore portato in estate, bensì lo smaltimento dell'umidità, vengono indicate dimensioni pari a 1/500 della superficie di copertura.

In Italia non abbiamo indicazioni di riferimento, se non un richiamo in fase pre-normativa per le pareti ventilate alle vecchie TH 77 francesi. In assenza di indicazioni in tal senso, occorre evitare ogni tipo di riduzione e minimizzare la presenza di schermi sulla bocchetta di ingresso. Vi è da considerare infatti che restringimenti della

In basso, a destra: l'effetto del vento appare dominare le possibilità di funzionamento di una copertura ventilata, per il fatto che il campo di pressione che può generare può arrivare ad inibire la circolazione dell'aria nell'intercapedine. Nella figura sono riportati i coefficienti di pressione, espressi come C_p , che si generano per effetto del vento. Il C_p va moltiplicato per $1/2 \rho V^2$ in modo da ottenere la pressione dinamica. Valori positivi indicano una pressione esercitata, valori negativi indicano una depressione (immagine tratta da AIC Technical note 13.1, 1984).

appare infatti mai risolutivo, riuscendo di fatto solo ad attenuare le condizioni termiche per alcune località, come Milano e Ravenna. Ciò dipende dal fatto che il miglioramento delle condizioni termiche dei locali sottotetto è di ca. 2-3 °C, senza differenziazioni climatiche. Già in località come Roma e Napoli, con alcune giornate estive molto calde, l'adozione della copertura ventilata appare meno efficace. Poi in località come Bari e Palermo, l'adozione delle ventilazione della copertura appare assolutamente insufficiente per il miglioramento delle condizioni ambientali, anche come beneficio massimo atteso. Qui nonostante la diminuzione delle temperature ambientali nel sottotetto, rimane un numero complessivo molto elevato di ore sopra la soglia dei 30°C. La situazione, tra le diverse configurazioni studiate, è apparsa critica soprattutto per gli ambienti sottotetto nei quali, oltre alle finestre da tetto in copertura (2 mq per 40 mq di sottotetto abitabile), si era prevista la presenza anche di una parete perimetrale soggetta ad irraggiamento. Infatti la ventilazione della copertura riesce a diminuire mediamente solo di un 20-25% la quantità di calore complessiva

entrante nell'abitazione. Analizzando i risultati per l'elemento centrale della schiera (clima di Roma), si evidenzia che il tetto, in assenza di ventilazione, contribuisce per il 65% contro il 29% delle finestre e il 6% delle murature. Considerando invece la configurazione dove sono presenti lateralmente pareti esposte all'irraggiamento, il contributo delle murature sale al 20% che insieme alle finestre da tetto tende quasi a pareggiare l'influenza del tetto (57% del calore totale entrante). La presenza di una finestra perimetrale con esposizione est abbatte poi ulteriormente l'influenza del tetto al di sotto del 45%. La presenza di superfici vetrate in copertura è risultata essere l'aspetto dominante del comportamento termico dell'ambiente sottotetto, al punto che l'aumento delle loro dimensione a limiti tali da garantire la presenza di una finestra da tetto in ciascuno degli ambienti nei quali può essere diviso il sottotetto, determina un drastico abbattimento del beneficio massimo atteso, rendendo quasi inutile l'adozione di una copertura ventilata. Miglioramenti si ottengono solo inserendo tende esterne.

bocchetta di entrata dell'aria, cambi di direzione griglie antinsetti possono generare una caduta di pressione non molto distante da quella che si genera per il riscaldamento dell'aria nell'intercapedine, forza motrice al movimento dell'aria.

Per quanto riguarda la posizione della bocchetta di entrata dell'aria ci si può rifare agli studi volti a comprendere come impatta l'aria su edifici di diverse forme, dimensioni, ecc.

Questi studi permettono di comprendere alcuni aspetti fondamentali: (1) l'aria impatta sull'edificio andando verso l'alto sulla gronda, creando quindi al di sotto della gronda una zona in pressione; (2) le coperture risultano sempre in depressione, sia nella parte sopravvento che nella parte sottovento; (3) in coda all'edificio nella parte sottovento si crea una zona di depressione.

Ciò significa che prese d'aria sottogronda possono essere "aiutate" dalla pressione esercitata dal vento e come la presenza di elementi di copertura a minore tenuta all'aria può garantire la dissipazione di una certa quantità di calore per l'effetto di suzione creato dalla circolazione dell'aria sulla copertura.

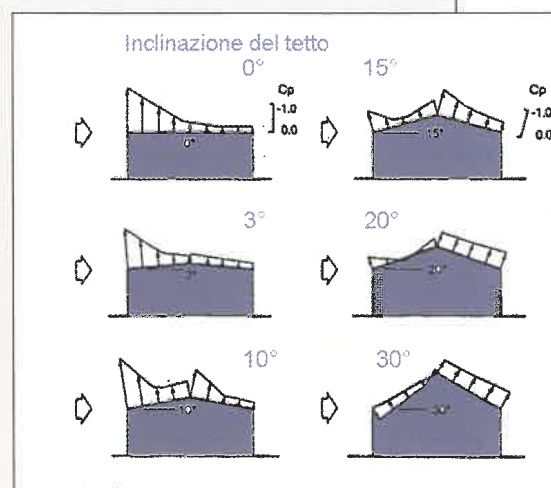
Il colmo

Questo elemento costituisce uno dei punti nodali del comportamento di una copertura ventilata. Studi significativi sono stati condotti presso lo IUAV (modulo 261/2000), i quali hanno permesso di chiarire come sia necessario adottare per il colmo profili ad arco ribassato, elementi di separazione tra le due falde (tradizionali in alcune località), ed anche pezzi speciali per la ventilazione tra coppi, utili a sfruttare l'effetto di suzione sul colmo. Con ogni probabilità il colmo va oggi ripensato in funzione dell'esigenza di ventilazione e non solo per la funzione di protezione dall'acqua piovana fino ad ora mantenuta.

Le bocchette intermedie

La presenza di questo elemento è una costante della tradizione costruttiva delle coperture ad elementi discontinui. Esperimenti da noi effettuati, posizionando in assenza dell'influenza del vento bocchette di aerazione in diverse posizioni della falda, hanno evidenziato l'efficacia delle sole bocchette poste verso la parte terminale del colmo, per il fatto che è qui che si genera una differenza di temperatura consistente tra l'aria nell'intercapedine

e quella sulla superficie superiore del tetto con l'instaurarsi di moti convettivi verso l'esterno. Lasciare aperte bocchette anche sulla parte media del tetto può migliorare la situazione solo per falde superiori ai 6 m. di lunghezza. Al di sotto di questa lunghezza appaiono inutili. Le bocchette poste poi nella parte iniziale della falda, appaiono, con probabilità, oltre che inutili anche dannose per il fatto che la depressione che si genera sul tetto può determinare tramite queste un tiraggio inverso nella falda, ostacolando anziché aiutare l'uscita della falda.



Il risparmio monetario dato dall'adozione di una copertura ventilata

Se il miglioramento delle condizioni ambientali fornite da una copertura ventilata appare significativo solo in alcune località, non altrettanto si può dire per i benefici monetari, stimati in termini di risparmio sui costi di condizionamento dei locali. Il risparmio massimo garantito dall'adozione di una copertura ventilata appare modesto. Nell'edificio a schiera soprattutto, dove il sottotetto rappresenta solo una porzione della coper-

tura complessiva, i risparmi sono minimi, per il fatto, già evidenziato che le superfici perimetrali dell'abitazione e soprattutto le finestre appaiono essere gli elementi che danno il contributo maggiore al surriscaldamento dell'abitazione. Nel caso invece dell'edificio plurifamiliare, dove l'abitazione coincide con il sottotetto, si registra come ovvio una diminuzione più consistente dei costi di condizionamento, che appare però significativa solo per superfici di finestre da tetto di piccole dimensioni. Una crescita fino a 1:8 del

Contributi sperimentali

I dati sui quali ci si è basati per la definizione della curva di rendimento massimo atteso derivano da sperimentazioni condotte su tranches di copertura realizzate in laboratorio. A seguito di una fase sperimentale che ha affrontato il problema della definizione dell'altezza dell'intercapedine e della lunghezza della falda, si è affrontato, nella sperimentazione che qui descriviamo, lo studio del comportamento del moto dell'aria nella falda e l'effetto dato dall'adozione di bocchette di aerazione sulla falda. A questa fase ha contribuito con la propria tesi di laurea l'Ing. Annalisa Vita, ed è stata sviluppata analizzando in laboratorio il comportamento di una falda lunga 6 m. sulla quale è stato imposto con piastre radianti un flusso termico passante variabile da 25 a 75 W/m². Per flusso passante si intende il flusso effettivamente entrante nell'intercapedine al netto degli scambi convettivi con l'esterno. L'adozione di piastre radianti controllate con un flussimetro posto sotto il manto di copertura e la misura con altri flussimetri dei flussi passanti nell'ambiente sottotetto ha permesso di caratterizzare la copertura eliminando l'influenza delle altre variabili che avrebbero reso difficoltosa l'interpretazione dei risultati. Le prove sono state condotte attendendo sempre l'instaurarsi di un regime stazionario. Questa

stessa porzione di falda è stata ora posta in esterno per valutare il suo comportamento in relazione all'irraggiamento anche in presenza di variabili di disturbo (vento, ecc.). I primi risultati della seconda fase sperimentale riguardano la verifica di aspetti sulle modalità di scambio termico tra l'aria che circola nell'intercapedine ed il solaio già rilevate nella precedente sperimentazione. A differenza di quanto si può ipotizzare istintivamente, il fatto di ottenere una certa ventilazione dell'intercapedine, anche con velocità elevate 1,1/1.5 m/s non è una garanzia di funzionamento della copertura. Durante la sperimentazione si è rilevato infatti come l'aria, pur mantenendo velocità che teoricamente avrebbero dovuto dissipare completamente il calore portato dall'irraggiamento, si riscalda progressivamente, determinando come effetto un aumento del flusso termico trasmesso nell'ambiente sottotetto. Nella configurazione di falda studiata con altezza 3+3 cm. e lunghezza di 6m il flusso passante si triplica. Probabilmente l'adozione di intercapedini più alte può limitare questo effetto, ma la semplice considerazione del fatto che l'aria, esce a temperature più alte di ca 15 °C rispetto all'entrata, lascia intuire come questo fenomeno debba ripetersi anche per intercapedini più alte. Successivamente sulla stessa copertura si è cercato di valutare il miglioramento dato dall'inserimento di bocchette di aerazione. In particolare si sono lasciate due bocchette sulla falda variando le loro dimensioni fino a 100 cm² ciascuna per canale. La sperimentazione ha evidenziato come al di sotto di questa sezione, le bocchette risultino sostanzialmente inutili, dando contributi molto modesti all'attenuazione del flusso trasmesso

all'ambiente sottostante la copertura. Raggiunta la soglia dei 100 cm² le bocchette riescono a migliorare il comportamento della falda, abbattendo il flusso termico trasmesso. Il miglioramento coinvolge solo la parte terminale della falda, mentre la parte iniziale, dove il flusso termico trasmesso è già molto modesto non appare risentire della presenza delle bocchette. Prove effettuate chiudendo la bocchetta nella parte iniziale hanno evidenziato come questa risulti sostanzialmente inutile. L'introduzione di una strozzatura sulla parte terminale della copertura, atta a simulare la presenza di un colmo ha evidenziato nuovamente il peggioramento del comportamento della falda, ma solo nella parte terminale segnalando ancora una volta come la lunghezza della falda rispetto all'altezza dell'intercapedine sia un fattore critico nel funzionamento di una copertura ventilata.



Tetti ventilati: due esperti a confronto

Dagli articoli pubblicati risulta che il tetto ventilato presenta discrete difficoltà progettuali/applicative, a fronte di vantaggi tutto sommato marginali. Abbiamo dunque chiesto a due esperti, Marco D'Orazio e Giovanni Zannoni, quali sono i vantaggi reali e il rapporto costi-benefici, e se sia prevedibile una diffusione del sistema.

(D'Orazio) Ritengo che una copertura ventilata sia una soluzione costruttiva sempre vantaggiosa sia per problemi termici che igrometrici, ma le attese rispetto ai benefici forniti da questo sistema costruttivo sono oggi eccessivamente ampie, con benefici contenuti rispetto al costo di alcuni prodotti commerciali. Una copertura ventilata può attenuare e non annullare gli effetti di surriscaldamento estivo, garantendo la riduzione del flusso trasmesso all'ambiente a valori pari a 5-10 W/m², ma va considerato che agisce all'interno di un sistema dove altri elementi (es. velux) danno un contributo tutt'altro che trascurabile al bilancio termico. La copertura ventilata può inoltre contenere gli effetti di assorbimento igroscopico a carico dei materiali di copertura, garantendo la durabilità delle strutture lignee e rendendo maggiormente efficienti gli isolanti. Ma va considerato che, nel caso degli isolanti, sui quali esistono dati certi per gli studi dell'IEA, questa efficienza si quantifica in un mancato aumento della conducibilità termica di pochi punti percentuali. Non a caso la ventilazione, per ragioni igroscopiche, viene attentamente normata in paesi dal clima freddo, per esempio in Danimarca, dove si usano coperture leggere con 9-10 cm di spessore di isolante. Non sono un analista di mercato e quindi le mie previsioni vanno prese con cautela. Credo che si potrà assistere ad una diffusione della copertura ventilata, ma vedo come fattore limitativo importante il basso livello dell'informazione tecnica da parte di molte aziende operanti nel settore, sempre avere di dati ed informazioni che permettano di avere indicazioni sui benefici attesi.

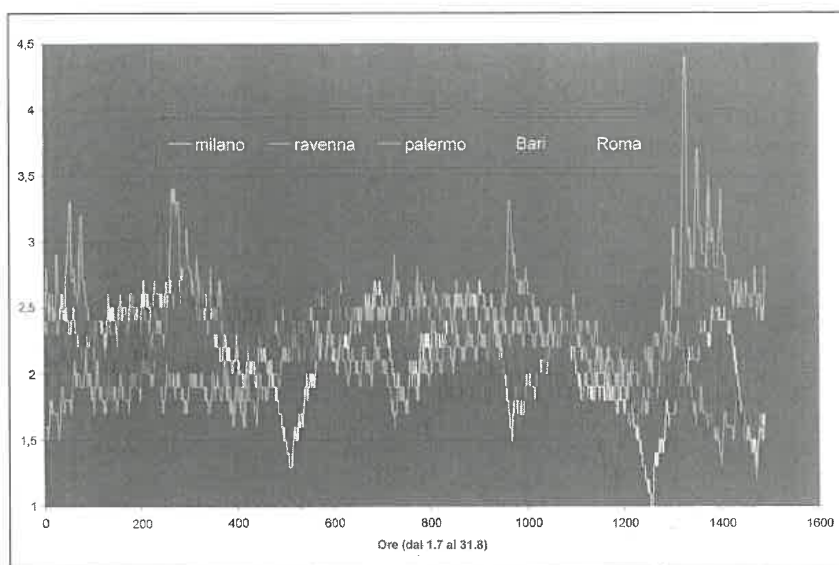
(Zannoni) Credo che il tetto ventilato presenti dei vantaggi sotto due punti di vista, il primo irrinunciabile e il secondo opzionale. Il primo è che un tetto ventilato svolge le funzioni classiche di un tetto in modo migliore, ossia il livello prestazionale è più elevato, inoltre dura di più in tutte le sue parti, necessita meno manutenzione, corre meno rischi di deperimento anche in condizioni climatiche o ambientali critiche. Il secondo aspetto è che un tetto ventilato contribuisce notevolmente al controllo igrotermico degli ambienti interni e al comfort complessivo. E' una scelta progettuale e gestionale non indispensabile, ma con il barile di petrolio sopra ai 35 dollari conviene considerarla. Non mi pare inoltre che i benefici siano marginali: in condizioni ottimali l'abbattimento calorico è superiore al 40% e le difficoltà costruttive non sono eccessive. Il problema piuttosto è che certe tecniche costruttive non fanno parte del bagaglio culturale standard di tutti i nostri operatori edili e dei nostri progettisti, ma coloro che impiegano questo sistema da un po' di tempo lo fanno senza particolari difficoltà progettuali e costruttive e con costi complessivi che a mio avviso si ripagano in termini di comfort e di risparmio sulle spese di gestione.

rapporto superficie finestre da tetto/superficie del tetto porta ad annullare quasi completamente il beneficio monetario portato dalla ventilazione della copertura.

La riduzione nei costi di condizionamento che garantisce la copertura è comunque piccola al punto che sono necessari almeno una decina di anni per rifarsi, come risparmio sui costi di gestione dell'impianto di condizionamento, dei maggiori oneri dati dall'adozione della copertura ventilata.

Conclusioni

In conclusione anche supponendo di raggiungere un livello di eccellenza nella progettazione ed esecuzione, in modo da garantire la piena efficienza di una copertura ventilata, consentendole di smaltire quasi tutto il calore portato per irraggiamento diretto, ci si accorge dei limiti propri dell'adozione di una copertura ventilata sul bilancio energetico complessivo di una abitazione. La ventilazione della copertura migliora sempre le condizioni ambientali, per cui se non ha costi eccessivi va sempre adottata, ma occorre rendersi conto del fatto che anche nella condizione di rendimento massimo, da sola, non riesce a fornire quasi mai contributi risolutivi al surriscaldamento dei locali sottotetto. Se sulla coper-



tura sono previste superfici vetrate, queste diventano già per dimensioni limitate rispetto alla superficie complessiva del tetto, l'elemento che domina da un punto di vista termico le condizioni ambientali estive del sottotetto.

Anche la presenza di pareti perimetrali con esposizione est o ovest limita fortemente i benefici attesi da una copertura ventilata. In termini monetari poi il contributo fornito dalla copertura alla riduzione dei costi di un condizionamento del sottotetto appare molto limitato, al punto che sembra non significativo realizzare una copertura ventilata con tale prospettiva.

E' visibile nel grafico come i delta termici nel sottotetto in presenza o meno di un tetto ventilato rimangano compresi all'interno dei 2-3 °C per i mesi di luglio e agosto considerati dalla simulazione.