



# LE SERRANDE DI REGOLAZIONE COIBENTATE

SEMPRE ALLA STRENUA RICERCA DI OGNI SINGOLO SCAMPOLO DI MAGGIOR EFFICIENZA DELL'IMPIANTO, NON SI DOVREBBE TRASCURARE L'UTILIZZO DELLE SERRANDE DI REGOLAZIONE DELLA PORTATA D'ARIA COIBENTATE.

**L**e serrande, rettangolari o circolari, impiegate per il controllo o la taratura della portata d'aria negli impianti di climatizzazione si configurano spesso come un terminale di separazione tra zone/condotte con regimi climatici differenti, modo per cui nel caso frequente che siano sprovviste degli opportuni accorgimenti termici, possono risultare un punto debole della catena dell'efficienza energetica dell'intero impianto. Ecco dunque che l'utilizzo di serrande di taratura o regolazione della portata d'aria termicamente efficienti può trovare sia una

fruttuosa applicazione nella gestione della distribuzione dell'aria negli spazi interni, ma soprattutto una maggior utilità e funzionalità principalmente nei condotti di ripresa dell'aria esterna e di espulsione dell'aria ambiente. In pratica, dove le differenze termiche tra i vari ambienti risultano più forti ed accentuate.

La serranda di regolazione/taratura viene altresì utilizzata per una vastità di impieghi, anche se essenzialmente il suo scopo principale rimane quello di potere calibrare (o interrompere) la portata d'aria che l'attraversa entro determinati valori di progetto.

Tipiche applicazioni spaziano dai grandi depositi frigoriferi di stoccaggio delle derrate alimentari, ai magazzini, ai laboratori e in generale a qualsiasi ambiente a cui si richiede di mantenere costante una determinata temperatura di progetto. Trovano altresì impiego anche nei data center, negli edifici commerciali e negli impianti industriali o di produzione, anche qui dunque dove sia necessario un controllo preciso della temperatura dell'aria ambiente.

Le dimensioni delle serrande possono variare dalle piccole dimensioni (quadrate o rettangolari) di soli 150 x 150 cm fino ad arrivare a sviluppare sezioni di passaggio di oltre 3.000 x 3.000 cm, utilizzando un assemblaggio con più serrande in batteria. Anche il range termico di esercizio risulta molto esteso, compreso tra i - 50 °C fino agli oltre 90 °C, abbracciando così applicazioni che operano in condizioni ambientali critiche, se non estreme. Va da sé che quando vengono chiamate ad operare in climi ambientali dalle caratteristiche termiche pronunciate (ad esempio, nei climi freddi del nord Italia o viceversa nella stagione estiva nelle regioni meridionali e nelle isole) le serrande di regolazione coibentate possono aiutare a ridurre in modo apprezzabile i costi di raffreddamento o di riscaldamento, visto che alla principale funzionalità di controllo della portata d'aria che l'attraversa uniscono quella di compartimentazione termica tra i vari ambienti/zone asservite.

## Quale configurazione

Di norma l'installazione di questa tipologia di serrande prevede il montaggio su una flangia che fa da collegamento con un'apertura che serve da ripresa dell'aria esterna. In questi casi per migliorare l'efficienza termica e ridurre il trasferimento di calore in-out, tutte le 4 pareti del telaio della serranda, realizzate generalmente in alluminio estruso o acciaio, dovrebbero essere sottoposte a taglio termico, operazione questa che divide fisicamente il telaio in due parti distinte, assicurando l'isolamento termico della sezione sfavorita della serranda. Il collegamento con il condotto dell'aria avviene tramite una flangia a T. Altre tipologie di flange e di servocomandi posso-



Fig. 1 - Per determinare l'efficienza energetica di una serranda coibentata è assolutamente necessario valutare le prestazioni delle alette a profilo alare, delle guarnizioni di tenuta e degli stipiti verticali del telaio (Ruskin).

no essere installate per soddisfare l'esigenza di realizzare aperture parziali della serranda. A questo proposito sono previste poi diverse configurazioni di montaggio in grado di fornire la giusta flessibilità necessaria a soddisfare una vasta gamma di utilizzi. Per esempio, serrande coibentate termicamente efficienti possono essere utilizzate in combinazione con i sistemi dedicati dell'aria esterna e unità di trattamento dell'aria, impiegando così dispositivi di misura della portata d'aria in modo di assicurare una precisa quantità della portata d'aria da introdurre nell'impianto o in ambiente.

## Misurare le prestazioni termiche

Va da sé che la serranda deve assicurare un funzionamento preciso e affidabile, in grado di garantire le prestazioni richieste di efficienza termica, specie contro le perdite d'aria e i trafiletti, voci queste che possono incidere in modo consistente nel computo totale delle dispersioni termiche. Nella stagione invernale, le alette delle serrande devono consentire una tenuta molto efficace al fine di mantenere confortevoli gli ambienti e impedire così all'aria fredda dell'ambiente esterno di entrare, come può succedere ad esempio, da un'eventuale apertura utilizzata solamente per immettere aria esterna per la venti-



Fig. 2 - Una serranda anche se è dotata di alette internamente coibentate deve prevedere necessariamente un taglio termico tra i lati caldo e freddo dell'aletta. In questo caso è posto tra poco prima della guarnizione terminale

lazione estiva (figura 1). Una serranda dotata di isolamento termico, ma con tenuta insufficiente al trafileamento dell'aria risulta spesso più inadeguata, nel campo del contenimento termico, rispetto ad una priva di coibentazione, ma avente una tenuta al trafileamento più meritevole. Ecco perché quando viene previsto l'utilizzo di una serranda che comporta la possibilità di un utilizzo che prevede anche una chiusura totale del passaggio dell'aria, diviene importante verificarne la tenuta attraverso una valutazione del suo trafileamento ( $l/s \text{ m}^2$ )

Il diagramma, necessario quando si debba valutare una serranda che tra le diverse posizioni di funzionamento preveda anche la chiusura totale, indica la perdita per trafileamento (ascissa) in funzione della differenza di pressione tra monte e valle della serranda (ordinata).

### Normativa e metodi valutativi

Esistono diversi metodi e normative internazionali per definire le prestazioni serranda. In un passato recente un tecnico avrebbe potuto specificare le qualità termiche di una serranda semplicemente in base al valore della resistenza termica  $R$  ( $\text{m}^2\text{K/W}$ ), prendendo in copia lo stesso metodo utilizzato per misurare il trasferimento di calore attraverso un materiale da costruzione, come per esempio un prodotto isolante.

Il valore della resistenza  $R$  misura infatti la resistenza al flusso di

calore attraverso un materiale, che varia a seconda delle proprietà del materiale e dello spessore. Più alto è il valore  $R$ , migliore è la capacità del materiale di resistere al trasferimento di calore. Ed in effetti vi sono due componenti primari della serranda - le alette ed il telaio - per cui il trasferimento di calore attraverso il materiale in cui sono realizzati risponde in modo diretto (inverso) al valore della resistenza  $R$ . Tuttavia, a causa dei diversi materiali e spessori utilizzati nella costruzione di una serranda, il valore della resistenza termica  $R$  risulta alla fine solo uno degli aspetti, certamente importante, da considerare nel determinare l'efficienza termica complessiva della serranda. Nella realtà poi, i produttori di serrande possono utilizzare i valori di  $R$  diversi al fine di esaltare le prestazioni di un singolo componente. Ad esempio, un valore di  $R$  può essere pubblicizzato in relazione al solo isolamento della alettatura utilizzata in una serranda, non tenendo invece poi conto dell'efficienza termica degli altri materiali che costituiscono il telaio.

Detto questo, la normativa di riferimento nel nostro paese risulta essere la UNI EN 1751 del 2014 (Dispositivi per la distribuzione dell'aria - Prove aerodinamiche delle serrande e delle valvole) che riporta nell'appendice B come deve essere effettuata la prova della misura della trasmittanza termica delle serrande e delle valvole.

Al di là dell'oceano le prescrizioni di riferimento sono dettate dall'AM-CA (Air Movement and Control Association) attraverso gli Standard 511, Certified Ratings Program Product Rating Manual for Air Control Devices e lo Standard 500-D-12, Laboratory Methods of Testing Dampers for Rating.

Di seguito si forniscono i dettagli delle normative e degli standard indicati.

### Normativa UNI EN 1751:2014

La normativa ricorda che in presenza di una significativa differenza di temperatura dell'aria tra le due facce della serranda di regolazione/taratura, per determinare la quantità di calore complessiva ceduta (o "reintrata") dalla serranda stessa è necessario considerare le perdite termiche non solo della sezione di transito, ma anche quelle dovute alla combinazione del trafileamento e della trasmissione termica del telaio. L'appendice B della norma EN 1751 del 2014 consente per l'appunto di determinare come misurare la perdita complessiva di calore di una serranda coibentata. In particolare, la prova mette in correlazione con il metodo di sostituzione la differenza della trasmissione di calore tra una partizione di parete ben definita ( $1 \times 1 \text{ m}$ ) e la sostituzione della stessa con una serranda di regolazione in posizione completamente chiusa. Nella camera di prova isolata, dove un lato è costituito appunto dalla partizione indicata, viene generato un flusso di calore attraverso un riscaldatore elettrico, in modo che quando la temperatura raggiunge un punto di equilibrio interno ed esterno, viene misurata la quantità di calore che è trasmessa dalla partizione, misura che porta così a definire la trasmittanza termica della parete. In modo analogo, sostituendo alla partizione la serranda di prova, si ricava per differenza il valore della trasmittanza termica della serranda con la seguente relazione:

$$U_d = \frac{\phi_d}{A_d \cdot \Delta\vartheta_2}$$





Fig. 3 - Le guarnizioni degli stipiti verticali del telaio della serranda devono essere realizzate in silicone o materiale simile resistente e non conduttivo.

dove:

$U_d$  = trasmittanza termica della serranda ( $Wm^2K^{-1}$ )

$\Phi_d$  = perdita di calore per trasmissione della serranda (W)

$A_d$  = area della serranda ( $m^2$ )

$\theta_2$  = differenza della temperatura interna – esterna nella camera di prova (K)

## Metodi AMCA

A differenza della norma europea l'AMCA statunitense stabilisce due diverse procedure che servono una a certificare le prestazioni delle serrande e l'altra a classificare i diversi metodi di prova richiesti. L'AMCA standard 511 stabilisce i dettagli delle procedure per la partecipazione al programma di certificazione AMCA (Certified Ratings Program, CRP). I produttori devono portare a testare i loro prodotti in un laboratorio accreditato AMCA, in cui i risultati ottenuti dal test vengono necessariamente verificati dal personale AMCA e dopo di ciò, se i test risultano superati, si ottiene l'autorizzazione di poter utilizzare la certificazione dell'associazione.

Lo stesso standard consente anche di determinare le diverse classi di tenuta d'aria da attribuire alla serranda. Va segnalato che la tenuta all'aria di una serranda, o con ragionamento opposto la perdita di portata d'aria o di trafilamento, non viene documentata dal pas-

saggio o meno della luce tra le alette. Difatti la percezione che il passaggio di luce significhi una scarsa o debole tenuta del sistema mobile costituito dall'alettatura viene sconfessata dal fatto che lo stesso fenomeno può essere osservato in serrande ermeticamente sigillate, indi per cui vi è in qualche modo un passaggio o riflesso di luce che non corrisponde quindi necessariamente al transito di aria. Lo standard AMCA 500-D-12 stabilisce invece i metodi di prova di laboratorio per le serrande e comprende i test per la verifica della tenuta d'aria, della caduta di pressione, della chiusura dinamica e della coppia necessaria per l'azionamento.

Lo stesso standard determina anche i metodi per calcolare il rapporto del rendimento termico della serranda (E), indice questo che definisce l'energia perduta per conduzione del calore attraverso le alette e il telaio delle serrande.

Quest'ultima prova consiste per l'appunto in un confronto tra un gruppo di serrande di riferimento standard AMCA – complete di guarnizione sulle alette e sugli stipiti laterali – e la relativa serranda sottoposta a valutazione.

Una serranda con lo stesso indice di efficienza termica E di quella di riferimento AMCA comporta un valore di E pari allo 0%. Viceversa, una serranda che risulti tre volte più efficiente sempre di una posta riferimento AMCA possiede un indice di efficienza E del 300%.

## Come migliorare l'efficienza termica

Al fine di aumentare l'efficienza termica delle serrande, i produttori devono prestare attenzione nel migliorare le criticità dei diversi componenti con cui sono assemblate. In particolare, per costruire una serranda termicamente efficiente è imperativo valutare il design delle alette a profilo alare, e in particolare le guarnizioni di tenuta, sia dei montanti verticali del telaio e sia ovviamente quelle di chiusura poste sulla parte terminale delle alette.

Rimane poi necessario per una serranda che si definisca coibentata o isolata termicamente, separare le parti calde e fredde del proprio telaio, così come essere dotata di alette isolate.

Il telaio delle serrande standard viene realizzato, nello spessore consueto di 10/10 o di 15/10, in lamiera di acciaio zincato o in alluminio. Le alette di movimento possono essere anch'esse realizzate sempre in acciaio zincato (2x4/10 o 2x6/10) o in alluminio estruso (15/10). Esistono comunque combinazioni ibride. Per impieghi speciali, il corpo intero (telaio e alette) della serranda viene realizzato in acciaio inossidabile. La maggior parte delle serrande in commercio sono state progettate per una disposizione delle alette orizzontale e soltanto pochi produttori lo evidenziano. Viceversa, se queste devono essere installate in posizione verticale è necessario prevedere un fermo per le bussole/cuscinetti. Questi infatti, sono normalmente studiati per carichi orizzontali e quindi non idonei a sopportare carichi nella direzione assiale, quali imposti su di essi dal peso dell'alettatura e dai leveraggi.

## Isolamento delle alette

Le serrande dotate di alette con profilo aerodinamico (bidimensionale), dotate in qualche caso di particolari nervature di irrigidimento, rappresentano oggi una soluzione molto richiesta in virtù del notevole risparmio energetico conseguito (minori perdite di carico a serranda

completamente aperta). Inoltre, in situazioni di spiccata criticità, le alette a profilo alare essendo ottenute per estrusione garantiscono un comportamento flessio-torsionale più rigido di altre soluzioni. Questa rigidità garantisce una migliore resistenza alle diverse sollecitazioni dei filetti fluidi, una superiore solidità strutturale, e soprattutto una migliore tenuta al trafileamento della portata d'aria.

Detto questo, le alette con profilo aerodinamico nelle serrande coibentate vengono riempite all'interno del loro profilo alare con una schiuma di poliuretano ad alta densità. La schiuma viene iniettata direttamente all'interno dell'aletta e va a riempire la cavità senza lasciare vuoti o creare fuoriuscite lungo i bordi esterni (figura 2). La schiuma di poliuretano è caratterizzata da un alto valore del coefficiente R (resistenza termica, oltre i 2 m<sup>2</sup>K/W) consentendo una bassissima trasmissione del calore e contribuisce quindi ad elevare l'indice di efficienza termica (E). Notare poi che la guarnizione posta sulla parte terminale delle alette possiede un rigonfiamento (bulbo) che risulta particolarmente efficace nell'impedire il trasferimento di calore attraverso la guarnizione stessa delle alette. Questo è dovuto al fatto che il bulbo della guarnizione terminale dell'aletta crea un cuscinetto d'aria, che è di per sé già un ulteriore isolante termico. Di conseguenza, si ottiene così un doppio effetto isolante, dovuto sia al materiale della guarnizione dell'aletta di gomma e sia dall'intercapedine d'aria del bulbo terminale.

## Guarnizione degli stipiti verticali laterali

Le guarnizioni verticali laterali dovrebbero essere realizzate in silicone o in materiale isolante resistente alla trasmissione del calore (figura 3). Sono certamente da evitare, per esempio, le guarnizioni laterali in acciaio inossidabile che presentano valori di conducibilità termica elevata, specie se poi la serranda è posta ad operare in ambienti freddi. Questo perché, va inoltre ricordato, le superfici metalliche favoriscono la condensazione del vapore acqueo contenuto nell'aria, con la conseguenza perfino di vedere il condensato trasportato poi su altre parti della serranda.

## Il taglio termico delle guarnizioni delle alette

Una serranda termicamente efficiente richiede un isolamento termico tra le due opposte facce (calda e fredda), indipendentemente dall'aver o meno le alette isolate. Bisogna dunque provvedere con un opportuno taglio termico anche tra le due guarnizioni contrapposte di ogni coppia di alette.

In questo modo le due guarnizioni vanno a "creare" una zona neutrale che evita la trasmissione termica, evitando così anche i possibili fenomeni di condensazione.

## Taglio termico del telaio

Proprio come con le alette, un telaio costruito con un apposito taglio termico che lo suddivida in due distinte parti consente di mantenere isolate le zone soggette a temperature differenti, procedimento questo che migliora notevolmente le prestazioni termiche della serranda.

## Fattori supplementari

Sebbene le caratteristiche di progettazione di cui sopra siano cruciali per migliorare l'efficienza termica complessiva, è importante consi-

derare alcuni fattori supplementari che migliorano l'affidabilità e la durata della serranda, e di conseguenza garantiscono l'efficienza termica per tutta la vita prestabilita.

Per poter resistere a condizioni ambientali estreme, deve essere inoltre considerata la realizzazione di serrande in alluminio che, rispetto all'acciaio zincato, consentono di trasmettere una minore quantità di calore e presentano una maggiore resistenza alla corrosione, questo anche al fine di proteggere la serranda contro il fenomeno della vaiolatura che può comprometterne sia la tenuta che la durata. Ciò è particolarmente importante in ambienti soggetti a fenomeni importanti di condensazione, come le piscine o ambienti ad alta corrosione e ambienti critici, come ad esempio i laboratori a prova di scintilla. A seconda poi della flessibilità applicativa richiesta, i componenti possono essere completamente personalizzati, tra cui:

- materiali delle alette, guarnizioni di battuta resistenti alla corrosione entro un determinato intervallo di temperatura;
- finitura anodizzata supplementare per una maggiore protezione in ambienti corrosivi o umidi;
- assi di trasmissione del moto, cuscinetti e collegamenti in acciaio inox, in luogo del semplice acciaio zincato.

Frutto di una costante innovazione e di continui miglioramenti progettuali, insieme all'utilizzo di materiali avanzati e di processi integrati d'ingegneria, le serrande termicamente efficienti sono oggi in grado di soddisfare un'ampia gamma di richieste applicative e di differenti condizioni ambientali.

A seconda dell'applicazione, le serrande coibentate possono ridurre, anche in modo decisamente più che apprezzabile, i costi energetici rispetto ad un impiego di analoghi prodotti standard. Considerando che in un unico edificio/impianto vengono di norma impiegate un numero considerevole di serrande, il loro utilizzo dovrebbe trovare posto in situazione di priorità nella scala dell'efficientamento energetico totale.

## Conclusione

Pare alquanto anomalo che nel nostro paese sia ancora molto raro l'impiego di serrande coibentate o comunque dotate di qualche accorgimento per impedire una non voluta trasmissione termica tra i diversi ambienti o dal fluido trasportato.

Anomalo perché la scelta e l'installazione anche della più semplice serranda coibentata, può comportare un notevole impatto, sia nel delicato processo di avviamento, sia nel normale ciclo di vita, sulle prestazioni e sull'intera architettura dell'impianto di climatizzazione, comportando poi risparmi energetici potenziali non trascurabili, oltre ad una migliore gestione del calore e delle aree di comfort.

La scelta tuttavia non si deve limitare a confrontare il solo valore della resistenza termica R, ma deve indagare l'efficienza complessiva della serranda, nonché i fattori di durata e affidabilità, elementi questi che assicurano di operare con efficienza in un arco di vita più lunga. ■

## Bibliografia

Thermal Dynamic Efficiency in Damper Selection – Rachel Larimore, HPAC Engineering – Agosto 2018, USA