

# Il nuovo standard ASHRAE 55-2010 sul Comfort

*Nei 45 anni da quando l'ASHRAE per la prima volta ha pubblicato lo Standard 55, Thermal Comfort Conditions, esso ha incorporato le più recenti ricerche in ogni successiva edizione. La versione 2010 introduce una importante trasformazione che offre concrete opportunità per ridurre la capacità di raffreddamento degli impianti e gli inerenti consumi di energia*

di Stephen C. Turner, P.E.\*

**N**ella versione 2010 dello Standard 55, *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, recenti ricerche hanno contribuito ad apportare cambiamenti significativi necessari per migliorare e chiarire i tre distinti procedimenti di conformità fissati nello Standard 55-2004. Dopo aver riepilogato alcuni dei cambiamenti tecnici, questo articolo discute i tre procedimenti di conformità, ne chiarisce le differenze e sintetizza i cambiamenti per ciascuno di essi.

## I cambiamenti nella Versione 2010

Di seguito è una breve descrizione dei cambiamenti nello standard. Per maggiori informazioni visitare il sito [www.ashrae.org/tecnology/page132#55-2004](http://www.ashrae.org/tecnology/page132#55-2004) per le aggiunte incorporate nella nuova versione dal 2004.

Lo Standard 55-2010 comprende delle estese informazioni per valutare l'impatto di elevate velocità dell'aria. Elevati movimenti dell'aria aumentano la massima temperatura operativa che gli occupanti dell'ambiente troveranno accettabile, così un comfort equivalente può essere mantenuto in un più ampio campo di temperature operative. Perciò l'uso di elevate velocità dell'aria per allargare il campo di condizioni termiche accettabile è stato modificato ed espanso (Sezione 5.2.3). Lo Standard in precedenza aveva consentito dei modesti incrementi della temperatura operativa al di là dei limiti di PMV-PDD come funzione della velocità dell'aria e dell'intensità di turbolenza (Computer Method Model for General Indoor Applications nella Sezione 5.2). Ma studi sul campo, comprensivi di recenti lavori pubblicati, mostrano che gli occupanti, specialmente quando in condizioni neutre o di leggero calore, preferiscono velocità dell'aria più eleva-

te di quelle consentite in precedenza. In certe combinazioni di campi di temperatura e fattori personali, la preferenza per un più intenso movimento dell'aria è maggiore di quella per un movimento minore. Come risultato, lo standard fornisce un nuovo metodo per esprimere e selezionare i limiti di velocità dell'aria e delle alternative per determinare i limiti di comfort a velocità oltre 0,15 m/s. Con questi cambiamenti lo standard continua a focalizzarsi nel definire il campo delle condizioni termiche ambientali interne accettabile per la maggioranza degli occupanti, pur comprendendo una crescente varietà di soluzioni progettuali intese sia per fornire il comfort, sia per rispettare gli odierni imperativi per la sostenibilità degli edifici.

La massima temperatura operativa ammissibile aumenta grandemente rispetto alle tradizionali zone di comfort per aria immobile. Due note importanti: in assenza di un controllo locale da parte degli occupanti, le velocità dell'aria ammissibili per le temperature minori non sono cambiate, e per una certa elevata velocità dell'aria aumenta altresì il limite inferiore della temperatura, non solo il limite superiore.

Lo standard chiarisce che il limite superiore dell'umidità relativa mostrato sul diagramma psicrometrico nel metodo grafico si applica solo al Graphic Comfort Zone Method for Typical Indoor Environments. Limiti più elevati dell'umidità relativa sono ammessi se valutati con il Computer Model Method, mentre nessun limite è ammesso all' Adaptive Method.

Quando per mantenere il comfort in ambienti caldi si ricorre ad un maggior movimento dell'aria si utilizzano dei requisiti e dei metodi di calcolo riveduti.

Nello standard è stata reintrodotta la Temperatura Effet-

tiva Standard (SET) come base di calcolo per determinare l'effetto di raffreddamento dell'aria in moto. Questo metodo di calcolo è stato semplificato eliminando i calcoli per l'intensità di turbolenza e i rischi di correnti, e le limitazioni di controllo personale sono state ampliate in base ai risultati di nuove ricerche. Ci si attende che questo cambiamento possa dare dei chiari requisiti per applicazioni di unità ventilanti d'ambiente e a soffitto per il comfort in regime di condizionamento.

La Sezione 6, Compliance (Conformità) contiene nuovi requisiti minimi obbligatori per l'analisi e la documentazione di un progetto per dimostrare che esso corrisponda ai requisiti dello Standard. L'Appendice informativa G si espande nella Sezione 6 riportando un modulo per la documentazione della Conformità del progetto. Questo modulo è la base di riferimento dell'U.S. Green Building Council LEED per documentare la conformità con i requisiti di credito del progetto di benessere termico nel sistema di rating dell'Indoor Environmental Quality per le nuove costruzioni.

Una nuova indagine sul soddisfacimento termico è stata aggiunta alla sezione 75.2.1 per valutare il comfort termico negli spazi occupati. L'indagine precedente nella versione 2004 era finalizzata a valutare il comfort in un certo momento temporale (es. come ti senti ora?), la nuova è intesa a valutare il comfort generale di uno spazio (es. come ti senti in generale?). L'aggiunta di una

indagine di soddisfazione generale allinea lo Standard 55 con le pratiche correnti per indagini basate su valutazioni post-occupazione (POE).

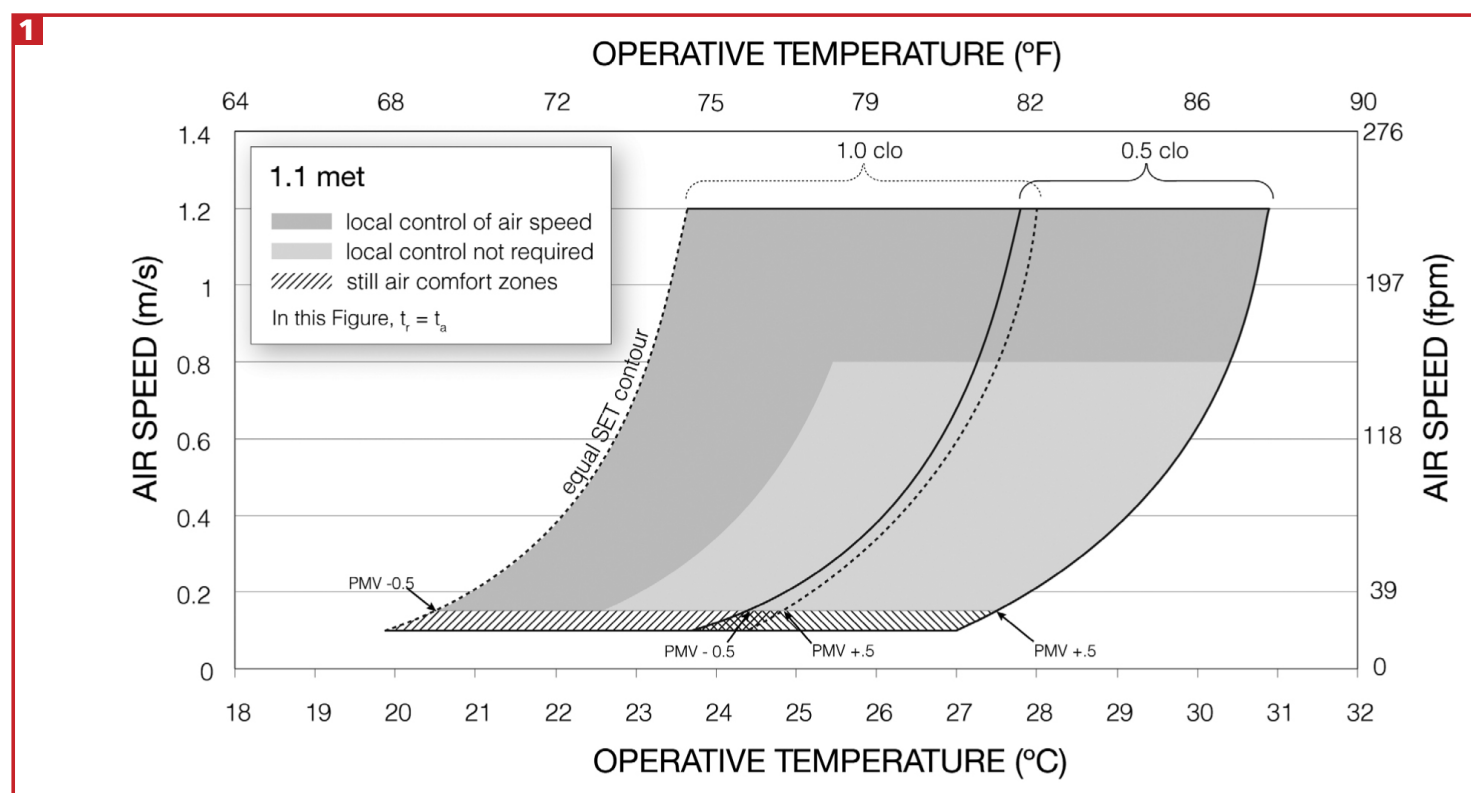
Cambiamenti editoriali sono stati effettuati nello standard per chiarirne i requisiti. Dove possibile, è stato evitato l'uso di un linguaggio informativo.

### Conformità e Metodi nello Standard 55-2010

Come nel precedente Standard 2004, vi sono tre vie principali di conformità nello Standard 55-2010: il Graphic Comfort Zone Method, il Computer Model Method e l'Optional Method for Determining Acceptable Thermal Conditions in Naturally Conditioned Spaces (Adaptive Method). Il Graphic Comfort Zone Method è il più semplice, lungamente utilizzato e basato sul diagramma di comfort termico. E' basato sul Computer Model Method, ma ne minimizza i calcoli. Comprende una "comfort zone" grafica che si applica a progetti dove le assunzioni e le limitazioni insite nel metodo possono applicarsi.

Il secondo metodo è il Computer Model Method che richiede calcoli che permettono – e richiedono – l'uso di input specifici. Questo metodo si applica a certi progetti o spazi non idonei per essere analizzati con il metodo della Graphic Comfort Zone. Il terzo è l'Adaptive Method, introdotto nel 2004 per estendere l'applicazione dello Standard agli spazi naturalmente ventilati. Esso si applica

1. CAMPO ACCETTABILE DI TEMPERATURE OPERATIVE E VELOCITÀ DELL'ARIA PER LA ZONA DI BENESSERE (COMFORT ZONE) ILLUSTRATA NELLA FIGURA 2, PER UN'UMIDITÀ SPECIFICA DI 0,010 KG/KG DI ARIA SECCA (STANDARD 55-2010).



in spazi con ventilazione naturale, privi di raffreddamento meccanico, quando nessun sistema di riscaldamento è in uso. In tali progetti e condizioni, esso meglio descrive il campo di condizioni termiche che forniscono il comfort per come gli occupanti si "adattano" ai cambiamenti delle condizioni esterne.

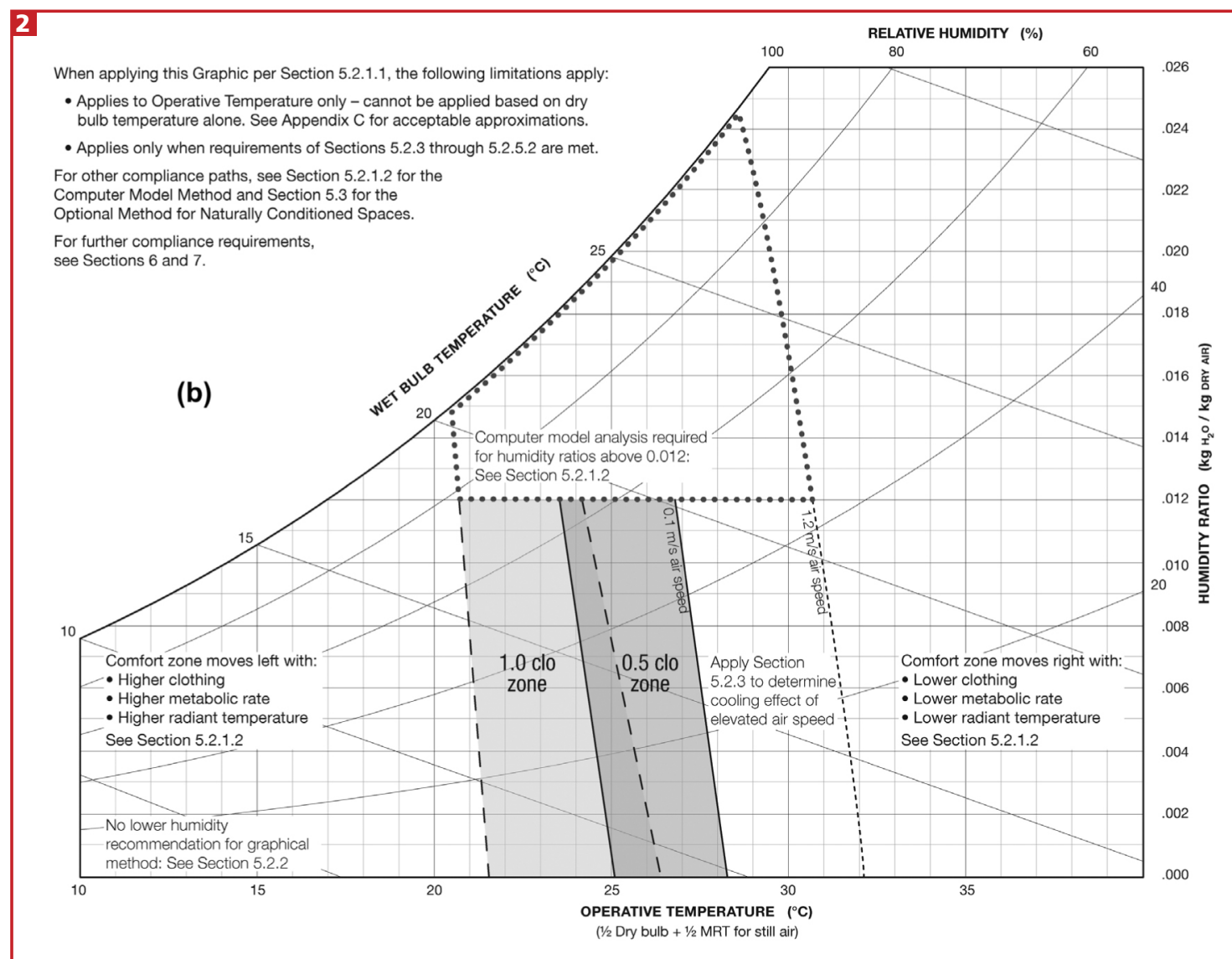
## Il Graphic Comfort Zone Method

Rispetto al passato, per contribuire a migliorare la conformità con tutti i requisiti del metodo sono stati apportati significativi miglioramenti al diagramma della zona di benessere (comfort zone). Oggi la versione migliorata e ampliata del diagramma della comfort zone (figura 1) nello standard 2010 rappresenta le diverse condizioni e opportunità relative a questo metodo. Importante sottolineare che il diagramma non può essere applicato basan-

dosi solo sulla temperatura a bulbo secco. Come per tutte e tre le vie per la conformità allo standard, e in gran parte dello stesso, il diagramma è basato sulla temperatura operativa.

In certi casi lo standard permette che la temperatura dell'aria o dello spazio siano utilizzate come approssimazione in luogo della temperatura operativa, ma solo in spazi dove la temperatura radiante media non si discosti eccessivamente dalla temperatura dell'aria. L'Appendice C dello standard fornisce maggiori dettagli su quando questa approssimazione semplificata sia giustificabile. Nell'architettura moderna con abbondanti superfici vetrate questo assunto non sempre può essere applicabile. Così l'edificio e i suoi impianti devono essere in grado di provvedere la temperatura operativa nei campi indicati - a e tra - le condizioni di minima e massima temperatura

2. IL NUOVO GRAPHIC COMFORT ZONE METHOD, FIGURA 5.2.11 NELLO STANDARD 55-2010 (VERSIONE SI).





esterna di progetto.

I limiti superiori di umidità con questo semplice Graphic Comfort Zone Method sono più stringenti che con le altre vie di conformità. Si applica un limite superiore di umidità specifica di 0,012 (kg/kg di aria secca), che produce un “tetto piatto” della zona di benessere nella figura 1. Per la zona di benessere estivo, basata su abbigliamento leggero, verso il lato destro della figura, questo rappresenta un'umidità relativa tra il 67% e 56%. È opportuno tenere presente che rispetto all'umidità lo Standard ANSI/ASHRAE 62 è più restrittivo rispetto allo standard 55, che non considera la qualità dell'aria ambiente (IAQ) né l'impatto dei materiali dell'edificio.

Inoltre, come è ora riportato nel diagramma, i requisiti delle Sezioni dalla 5.2.3 fino alla 5.2.5.2 devono essere soddisfatti. Queste sezioni richiedono che, in aggiunta ad essere in grado di raggiungere le temperature operative entro la zona di benessere applicabile, i progetti che richiedono la conformità con lo Standard 55-2010 devono anche indicare dei limiti specifici e gli elementi per valutare l'impatto di elevate velocità dell'aria (5.2.3), come pure le cause seguenti di discomfort termico locale:

- asimmetria della temperatura radiante (§ 5.2.4.1)
- correnti (§ 5.2.4.2)
- differenze verticali di temperatura (§ 5.2.4.3); e
- temperatura superficiale del pavimento (§ 5.2.4.4).

Forse, i più spesso sorvolati sono i requisiti che limitano le variazioni di temperatura nel tempo; le variazioni cicliche (§ 5.2.5.1) e le correnti (§ 5.2.5.2). Come riportato previamente, quando si usa il Graphical Comfort Zone Method possono essere utilizzati i riferimenti per elevate velocità dell'aria.

### Il Computer Model Method

Questo metodo è la base per le zone di benessere delineate nel metodo precedente, derivate dagli indici del Predicted Mean Vote (PMV) e del Predicted Percent Dissatisfied (PPD) sviluppati dal prof. Ole Fanger. L'uso di questi indici come base per il metodo rende lo Standard 55-2010 consistente con l'ISO Standard 7730.

Il codice computer che calcola questi indici è nell'appendice D dello Standard ed ampiamente disponibile da altre fonti. Questo approccio permette a quanti utilizzano lo standard di predire l'estensione alla quale il comfort sarà fornito basato su uno specifico insieme di livelli di vestiario (clo), livello di attività (met) temperatura dell'aria, temperatura radiante, velocità dell'aria e umidità.

Gli stessi requisiti aggiuntivi enumerati sopra per il Graphic Comfort Zone Method si applicano anche al Computer Model Method: la sola differenza è che invece di un limite superiore assoluto di umidità specifica, i limiti calcolati permettono in certe condizioni valori ancora più alti di umidità.

### L'Adaptive Method

È utile ricordare che lo standard 55 è stato il primo a prevedere un metodo opzionale per stabilire condizioni termiche accettabili in ambienti naturalmente ventilati. Successivamente, l'ISO 7730 e altri hanno offerto questo importante approccio ai progettisti. Lo Standard 55-2010 non introduce alcun cambiamento a questo metodo, sebbene perfezionamenti siano in progresso e saranno presto pubblicati in un successivo Addendum.

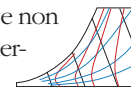
Come nella versione 2004, questo metodo consente il progetto di edifici naturalmente ventilati. In questi edifici gli occupanti usufruiscono di condizioni termiche di benessere in un campo di condizioni più ampio di quello predetto da studi in laboratorio o sul campo in edifici dotati di impianti per il controllo del clima. Questo metodo riconosce il ruolo non solo dell'adattamento, ma anche delle azioni di apertura delle finestre secondo il gradimento degli occupanti.

Sebbene le possibilità di utilizzare elevate velocità dell'aria non si applichino a questo Metodo, sono in corso degli studi per introdurre questa possibilità anche ad esso.

### I vantaggi per i progettisti

I progettisti che utilizzeranno lo Standard 55-2010, studiandone a fondo i contenuti così da applicarlo propriamente, potranno proporre degli impianti sensibilmente differenti rispetto a quelli offerti da quanti non ne saranno ancora a conoscenza. Le più elevate velocità dell'aria comprendono limitazioni e requisiti. Lo scopo di questi requisiti è di portare allo sviluppo di impianti che possano permettere importanti riduzioni della potenza frigorifera e del relativo consumo di energia, in cambio di una modesta penalizzazione dovuta al consumo di energia dei ventilatori.

La scelta della migliore delle tre vie di conformità per il progetto in esame è essenziale: la capacità di utilizzare il Computer Model Method sarà sempre più importante nel caso di progetti complessi o con elevate prestazioni. I cambiamenti metteranno progettisti e utilizzatori insieme nella condizione di implementare una regola importante per gli edifici ad alte prestazioni: esiste più che un solo modo per offrire il comfort agli occupanti, e non vi è necessità di un utilizzo intensivo dell'energia come richiesto fino ad oggi.



*\* Stephen C. Turner, P.E., Membro ASHRAE, è presidente della Stephen Turner Inc., in Providence, R.I.*

“Republication by permission from ASHRAE Journal © 2011 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE). All rights reserved. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language version visit [www.ashrae.org/bookstore](http://www.ashrae.org/bookstore). ASHRAE Standard 55 is also available from the ASHRAE online store.”

