



## FLUIDODINAMICA IN ARCHITETTURA

Simulare le correnti "ventose" negli edifici consente di analizzare la distribuzione dei flussi d'aria e gli effetti termici. E di progettare in un'ottica di ottimizzazione bioclimatica

*Fabrizio Tucci, Valeria Cecafosso*

Lo sviluppo industriale e la continua urbanizzazione hanno prodotto uno sfruttamento di risorse naturali e un inquinamento globale e micro-ambientale. La maggiore consapevolezza di queste problematiche suscita un crescente interesse verso le costruzioni eco-sostenibili. Nella fase di progettazione di un edificio uno dei fenomeni più importanti e complessi da prevedere è quello dei flussi d'aria all'interno e all'esterno dello stesso al fine di valutare le sue prestazioni energetiche, il comfort termico e la qualità dell'aria. Il CFD consente attraverso simulazioni virtuali la risoluzione di problemi per i quali in passato si richiedeva la costruzione di modelli in scala e misurazioni per via sperimentale con annessi aspetti di costi e di tempi di realizzazione. La modellistica numerica è diventata pertanto parte insostituibile di una progettazione ad alta efficienza ed affidabilità energetica.

### COMFORT TERMICO E QUALITÀ DELL'ARIA INDOOR

Un sistema di ventilazione è finalizzato a fornire un microclima soddisfacente dal punto di vista del comfort e del benessere degli occupanti. Ciò è il risultato della movimentazione di masse d'aria che devono essere opportunamen-

te gestite e controllate nei singoli componenti. E' quindi importante affrontare lo studio dei flussi d'aria negli edifici, la loro influenza sul comfort termico e la qualità dell'aria indoor. Infatti, ottimizzando l'utilizzazione della movimentazione dell'aria si possono ottenere condizioni di comfort senza far ricorso a sistemi di ventilazione meccanici, o comunque limitandone l'uso con una notevole riduzione dei consumi di energia. Una corretta ventilazione naturale ha inoltre effetti benefici sulla qualità dell'aria interna e sulla salute di chi vi soggiorna.

La ventilazione naturale si basa su forze naturali, come il vento e la galleggiabilità termica, per guidare i flussi d'aria allo scopo di rimuovere i contaminanti e controllare la temperatura. Sulla ventilazione naturale agiscono molti fenomeni, interdipendenti tra loro, ognuno dei quali influenza il moto dell'aria.

### COME SI CALCOLA E COME SI FA

Attraverso specifici sistemi ipotecnologici è possibile incentivare la ventilazione naturale negli edifici e attuare strategie di raffrescamento passivo negli spazi confinati migliorando la qualità ambientale. Sono note soluzioni tecnologiche innovative utilizzate per la movimentazione dell'aria (deflettori di vento e schermature, torri di ven-

tilazione, condotti interrati, *wind catcher*, ecc.), ciascuna con una propria logica di funzionamento e capacità di azione anche combinata in relazione alle condizioni ambientali e alla necessaria riconduzione a sistema.

Al fine di regolare i parametri dell'aria negli ambienti interni è essenziale disporre di strumenti idonei a prevedere le prestazioni di ventilazione negli edifici. Per la simulazione della ventilazione naturale possono essere utilizzati diversi metodi

**NELLA FASE DI PROGETTAZIONE DI UN EDIFICIO UNO DEI FENOMENI PIÙ IMPORTANTI E COMPLESSI DA PREVEDERE È QUELLO DEI FLUSSI D'ARIA ALL'INTERNO E ALL'ESTERNO, PER VALUTARE LE SUE PRESTAZIONI ENERGETICHE, IL COMFORT TERMICO E LA QUALITÀ DELL'ARIA**

## LA VENTILAZIONE NATURALE COSTITUISCE UN FATTORE PRIORITARIO DEL CORRETTO FUNZIONAMENTO DELL'EDIFICIO CHE, SECONDO L'ETICA DEL COSTRUIRE SOSTENIBILE, DEVE COMPORTARSI COME UN ORGANISMO VIVENTE IN GRADO DI RAPPORTARSI AGLI STIMOLI ESTERNI E DI AUTOREGOLARSI

di calcolo in relazione alla fase di sviluppo del progetto e/o alla verifica dei singoli elementi costituenti l'edificio ovvero dell'edificio nel suo complesso in uno specifico scenario di utilizzo e di condizioni ambientali al contorno. Le prestazioni di ventilazione possono essere previste o valutate da analisi e soluzioni empiriche, misure sperimentali e simulazioni al computer.

### COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC, APPLICAZIONE ALL'EDIFICIO

Riguardo a queste ultime, il CFD si occupa dello sviluppo e dell'applicazione dei metodi di calcolo numerico che permettono la simulazione del comportamento dinamico dei fluidi che si caratterizzano per una vasta e variegata gamma di flussi: laminare, di transizione e turbolento.

L'analisi fluidodinamica computazionale produce un enorme quantità di dati che permettono di migliorare le performance consentendo ai progettisti di valutare soluzioni alternative. A questo fine è importante sviluppare un modello di integrazione dei parametri termo-fluidodinamici nel processo progettuale dell'edificio per un approccio strutturato a cogliere le potenzialità presenti nell'uso dei sistemi di simulazione. L'impianto

teorico di questa metodica si basa sulle equazioni differenziali per la conservazione della massa, della quantità di moto e dell'energia e sulle equazioni di Navier-Stokes per la cui soluzione si ha bisogno di metodi numerici di discretizzazione delle variabili, nonché di modelli di turbolenza, di stabilire il dominio e la griglia di calcolo e il grado di accuratezza della simulazione. Fra gli elementi chiave per una corretta applicazione del metodo CFD si hanno inoltre la creazione dello schema geometrico, la definizione della fisica del modello e delle condizioni al contorno.

La progettazione della movimentazione delle masse d'aria è ritornata prepotentemente in auge in tutto il mondo per l'accresciuta sensibilità alle tematiche ambientali e per l'esigenza di contenere i costi energetici per cui i progettisti adottano sempre di più strategie "verdi" per la costruzione degli edifici avvalendosi di tecniche avanzate di modellazione computazionale per migliorare la performance prestazionale. Camini e torri, che sfruttano le differenze di pressione per attivare la movimentazione dell'aria, sono gli elementi architettonici significativi di questi edifici che sembrano caratterizzare il nuovo approccio. La ventilazione naturale costituisce infatti un fattore prioritario del cor-

retto funzionamento dell'edificio che, secondo l'etica del costruire sostenibile, deve comportarsi come un organismo vivente in grado di rapportarsi agli stimoli esterni e di autoregolarsi. Un autentico progetto sostenibile non può che esprimere una visione olistica di tutte le sue componenti che, se integrate sin dalle prime fasi della progettazione, possono contribuire a determinare l'esito morfologico ed estetico della costruzione dissolvendo i confini tra architettura e tecnologia.

L'ingrediente chiave di una corretta progettazione è basato sulla preventiva formulazione dei requisiti prestazionali e sul successivo processo gestionale che ne garantisce la conformità.

Durante la fase di progettazione vanno valutati come i flussi d'aria influenzano il funzionamento dell'edificio. Inoltre, vanno esaminati in che modo i flussi d'aria vengono modificati in relazione alla sua collocazione, all'orientamento, al tipo di involucro e alle caratteristiche distributive interne.

A questi fini vanno esaminate le informazioni al livello climatico e microclimatico sull'area di interesse per determinare la direzione del vento, la velocità, e le frequenze di particolari condizioni di vento. Inoltre, vanno valutati di dati relativi al flusso del vento in relazione alla vegetazione presente, alla forma topografica e agli edifici esistenti al fine di captare i moti ventilativi per indirizzarli, ottimizzarli e, eventualmente, potenziali attraverso l'utilizzo di opportune tecnologie.

Una volta raccolte queste informazioni si effettua la simulazione e, esaminati i risultati mirati all'analisi del contesto, si valuta lo schema dei flussi d'aria dell'edificio al fine di sfruttare le situazioni favorevoli e stabilire quali parametri possono

essere manipolati per migliorare le prestazioni e come possano essere affrontate le difficoltà operative attraverso idonee soluzioni.

La simulazione è un processo iterativo convergente per cui ogni soluzione ha una valenza provvisoria e deve essere considerata come punto di partenza per le fasi successive fino alla messa a punto definitiva. L'obiettivo di queste valutazioni è di validare le scelte progettuali adottate ovvero apportare le modifiche opportune.

In definitiva, lo scopo di questa fase di sviluppo del progetto è quello di perfezionare la proposta progettuale per arrivare a definire il design, decidere le sue esatte dimensioni ed i suoi componenti e identificare i materiali.

Attualmente gli sforzi di ricerca CFD sono volti a migliorare l'accuratezza e la velocità delle simulazioni utilizzando computer più veloci e modelli più avanzati. La nuova frontiera del CFD è la sua integrazione con strumenti parametrici che permettano di prendere

in considerazione un numero più elevato di opzioni progettuali che possono essere valutate in relazione al complesso dei parametri considerati. Il progetto così tiene conto fin dalla sua impostazione dei parametri prestazionali e dei *feedback* delle analisi.

Si rileva che è possibile sviluppare un modello di integrazione dei parametri di fluidodinamica all'interno e all'esterno dell'edificio nel processo progettuale attraverso le tecniche CFD ottenendo un approccio più strutturato.

Tale modello pone così attenzione sulle possibili evoluzioni del controllo prestazionale negli edifici al fine di assicurare risposte adeguate alle molteplici innovative istanze ambientali, energetiche e bioclimatiche. Pertanto, l'applicazione delle simulazioni dinamiche a supporto della progettazione consente l'ottimizzazione dei sistemi passivi e permette di tenere sotto controllo i parametri della qualità ambientale negli spazi interni in termini di comfort termo-igrometrico e qualità dell'aria, favorendo un salto di qualità negli standard e nel processo di valutazione per promuovere un miglioramento della qualità complessiva nell'edilizia. Attraverso l'analisi di questo strumento

operativo per la progettazione e il controllo dei moti d'aria è possibile definire un quadro di buone pratiche con un repertorio di soluzioni tipo-tecnologiche e di metodologie di modellazione e simulazione del comportamento degli edifici relativamente alla ventilazione e al comfort ambientale.

Tale piattaforma può essere ulteriormente implementata integrando i metodi parametrici per la generazione della forma con quelli di simulazione e analisi dei parametri termo-fluidodinamici e delle performance degli edifici. In questo modo i requisiti prestazionali assumono una nuova centralità nell'impostazione del progetto architettonico superando una visione degli aspetti energetici separata dal contesto degli altri elementi progettuali permettendo di cogliere la complessità dei fattori quali-quantitativi interagenti per approdare a un approccio olistico che inquadra le diverse componenti in una logica unitaria con l'apertura di una nuova possibile espressività architettonica.

F. Tucci Professore Associato di Tecnologia dell'Architettura Università La Sapienza di Roma  
V. Cecafofosso PhD in Environmental Design  
Università La Sapienza di Roma

UNA CORRETTA  
MOVIMENTAZIONE  
DELL'ARIA CONSENTE  
DI INCREMENTARE IL  
COMFORT SENZA FAR  
RICORSO A SISTEMI  
DI VENTILAZIONE  
MECCANICI O  
COMUNQUE  
LIMITANDONE L'USO  
CON UNA NOTEVOLE  
RIDUZIONE DEI  
CONSUMI DI ENERGIA

