

Cristiano Vergani
Responsabile R & D
Deparia Engineering S.r.l.
E-mail: cristiano.vergani@deparia.com

Commissioning e qualità dell'aria

Negli edifici costruiti con i criteri più moderni, la "messa in opera" degli impianti rappresenta una fase che si può dilatare nel tempo fino a coprire l'intera vita operativa degli immobili, al fine di garantire un adeguato livello di indoor air quality.

Mantenere un livello accettabile di qualità dell'aria: una preoccupazione sempre più attuale tra i responsabili della gestione dei grandi edifici moderni. L'impiego di tecnologie costruttive e di materiali innovativi nella realizzazione delle strutture e degli impianti, ha comportato spesso l'insorgere di problemi inediti, difficili da riconoscere e ancor più da risolvere. Un buon numero di questi inconvenienti può comportare conseguenze negative sul livello di qualità dell'aria, e quindi sul comfort e sulla salute delle persone che vivono e lavorano in questi ambienti. Negli ultimi anni, la rapidissima evoluzione tecnica ha portato spesso alla installazione di dispositivi in modo affrettato e superficiale: alcuni sistemi, pur rispondenti sulla carta alle specifiche richieste, nella realtà si sono rivelati malfunzionanti, spesso per problemi di integrazione con altri componenti complessi, mai sperimentati prima. La procedura del *commissioning*, concepita per garantire il buon funzionamento dei sistemi complessi, è lo strumento da applicare per combattere e risolvere gli inconvenienti connessi all'avviamento e alla normale conduzione degli impianti. Per *commissioning* si intende un processo sistematico, documentato e collaborativo, comprendente fasi di ispezione, collaudo e formazione, condotto allo scopo di confermare che un edificio e l'insieme dei suoi componenti soddisfino i requisiti richiesti dagli occupanti: praticamente si tratta di una procedura di garanzia della qualità, applicata alla costruzione degli edifici. Il *commissioning* integrato copre tutte le fasi del progetto, a partire dalla pianificazione

iniziale fino alla gestione routinaria, permettendo di identificare tutti i possibili difetti *prima* che questi possano causare danni.

La realizzazione di un edificio prevede tradizionalmente le fasi di pianificazione e di progetto, sotto la responsabilità dei progettisti, mentre le richieste d'offerte e l'edificazione sono dipendenti dall'ufficio tecnico. Un approccio più recente, ancora poco utilizzato nella nostra realtà nazionale, prevede la costituzione di un team (design-build) che riassume in sé tutte le funzioni e le responsabilità dell'opera, una soluzione che, correttamente applicata, ha dimostrato di ottenere un contenimento dei costi e un miglioramento della qualità complessiva. Ad ogni modo, anche utilizzando le metodologie più moderne, troppo di frequente si possono osservare le conseguenze provocate da installazioni improprie di sistemi meccanici ed elettrici. Questo vuol dire che l'attuale livello di documentazione e informazione dei responsabili non è ancora soddisfacente.

I progettisti fanno affidamento sulla loro esperienza quando devono redigere le linee guida del lavoro: allo stesso modo si comportano i fornitori mentre installano ed avviano gli impianti. Durante le ultime decadi, la tecnologia è stata applicata nei processi costruttivi ad un ritmo sempre crescente, determinando un innalzamento dei servizi resi ma anche dei costi e della complessità generale. Questo fatto ha comportato una rapida diminuzione del ruolo della semplice esperienza, valorizzando invece il trasferimento delle conoscenze. Attualmente i costruttori devono essere molto bravi a scrivere i manuali dei loro prodotti e a trasferire queste conoscenze ai progettisti e alla propria rete commerciale e di installatori; tutte le figure coinvolte devono inoltre continuamente studiare ed aggiornarsi per restare al passo con i tempi. Se ciò non avviene (un po' troppo di frequente), può succedere che il progettista non sappia bene cosa ha specificato per il tale impianto, né lo saprà chi compra il macchinario, come pure chi lo installa e alla fine, tanto meno chi lo utilizzerà. Le conseguenze di un tale stato di cose sono facilmente immaginabili. Lo scopo del *commissioning* è di fare sì che tutto l'edificio funzioni nel migliore dei modi dopo

l'installazione, e che il personale della manutenzione riceva tutte le informazioni e l'addestramento necessario per garantire la continuità operativa.

La procedura del *commissioning* si articola nelle seguenti fasi: ispezione statica, prove statiche, avviamento, test funzionali e prestazionali, preparazione delle istruzioni e formazione del personale di gestione e manutenzione. In passato, gli errori commessi durante il progetto e la fase realizzativa, venivano normalmente identificati e corretti dai progettisti "spuntando" una lista di verifiche usuali: il *commissioning* non ha preso il posto di questo metodo, ma ne rappresenta una integrazione: l'ispezione statica e l'avviamento avvengono in una fase precedente, mentre le verifiche funzionali e prestazionali vengono dopo la spunta della lista. Gli esempi seguenti di malfunzionamento sono stati scelti tra quelli che più di frequente passano indenni i controlli tradizionali, mentre sono efficacemente individuati e corretti per mezzo dei test funzionali e prestazionali.

Unità terminali VAV

la maggior parte dei moderni sistemi di condizionamento a volume variabile sono dotati di terminali composti da un plenum con serranda di regolazione servocomandata. Il volume d'aria erogato dipende dalle necessità del locale, mentre una sonda di velocità dell'aria, posta all'interno del plenum, serve al sistema per calcolare l'angolo di apertura della serranda necessario per la portata desiderata. In questo caso, il fattore critico è rappresentato dalla sezione del plenum, un dato stabilito di progetto ed usato dall'elettronica di gestione per calcolare la portata in base alla velocità dell'aria. Può capitare che una o più fonti di errore possano intervenire a falsare pesantemente la regolazione:

- a volte la sezione del plenum non corrisponde a quella stabilita. Ad un certo punto si è deciso di cambiare modello e nessuno si è ricordato di modificare il software di gestione;

- la sezione non corrisponde perchè al momento dell'istallazione si sono trovati degli ostacoli imprevisti che hanno costretto a modificare la forma del plenum;
- il plenum è stato raccordato al condotto principale in modo non ottimale, provocando un flusso turbolento sul sensore di velocità e di conseguenza la lettura di valori inattendibili.

Anche se queste situazioni potrebbero essere scoperte per tempo, l'esperienza insegna che così non è, occorrerebbe un livello di comunicazione ed integrazione fra tutte le persone coinvolte, molto più elevato di quello medio esistente. All'interno di un progetto commissionato, invece, questa situazione particolare sarebbe stata affrontata secondo le seguenti modalità:

- le richieste di modifica degli esecutori durante la realizzazione dell'opera vengono annotate in una lista per un successivo controllo particolare;
- una volta installati, i terminali sono ispezionati uno ad uno per verificare forma e dimensione del plenum;
- controllo della effettiva portata in relazione al segnale rilevato dalla sonda di velocità. Si deve effettuare il test anche agli estremi del campo di regolazione, per scoprire eventuali non-linearità dovute a turbolenze o a funzionamento fuori dai parametri consigliati dal costruttore. Eventualmente si può procedere alla modifica della routine di regolazione di quel dato terminale;
- tutte le rilevazioni e le eventuali modifiche sono annotate in un rapporto da allegare alla documentazione da consegnare ai responsabili della manutenzione.

Se si utilizza questa procedura, tutti i terminali funzioneranno a dovere e avranno una ragionevole possibilità di continuare a farlo anche a distanza di tempo.

Il controllo dell'aria esterna

Poiché nei sistemi VAV le portate di immissione e di ripresa variano in continuazione, non è possibile miscelare dell'aria esterna di ricambio per mezzo di una serranda semifissa. Per questo motivo è necessario utilizzare un sistema per immettere la percentuale necessaria di aria esterna, qualunque sia la portata dell'impianto. Le moderne procedure di IAQ contemplano diverse tecniche allo scopo: il primo metodo consiste nell'immettere l'aria esterna con un ventilatore servo-controllato in base alla portata effettiva, assicurando così una percentuale costante di ricambio; il secondo consiste nell'estensione del concetto on-demand, già utilizzato per la temperatura, anche per il ricambio. Vale a dire che la percentuale d'aria esterna immessa non dipende più dalla portata complessiva dell'impianto ma dalla necessità reale di ricambio in quel momento nei vari locali. Questo risultato può essere ottenuto per mezzo di opportuni sensori per la concentrazione di anidride carbonica, il cui segnale viene utilizzato per modulare la portata del ventilatore d'immissione dell'aria esterna. In questo modo si può mantenere la concentrazione corrispondente al livello di comfort che si intende garantire nei vari locali, senza gli sprechi energetici introdotti dalla ventilazione negli ambienti poco o per nulla occupati. Ambedue i metodi possono soffrire di malfunzionamenti. Il primo è soggetto agli stessi possibili inconvenienti esaminati nel caso dei terminali VAV, in quanto la regolazione della immissione avviene sempre grazie a uno o più sensori di velocità, la cui uscita serve a calcolare in tempo reale il fabbisogno di aria esterna in relazione alla portata attuale; il secondo, invece, può essere influenzato negativamente da vari fattori (posizionamento errato dei sensori, sensori guasti o non tarati a dovere, errata configurazione del software di gestione ecc.). In questo caso il metodo di controllo più sicuro consiste nell'effettuare un test per mezzo di una emanazione controllata di CO₂ (in ambiente o nel tratto di immissione dell'impianto), monitorando con strumenti di analisi portatili la capacità del sistema di mantenere una concentrazione costante di anidride

carbonica (in genere si raccomanda un livello massimo di 1000 ppm), modulando l'immissione di aria fresca.

Mantenimento della pressione differenziale

In genere, gli edifici dovrebbero essere mantenuti in leggera sovrappressione rispetto all'esterno: questo effetto può essere ottenuto immettendo un volume d'aria leggermente superiore a quello espulso, attraverso vari metodi. Il ventilatore di immissione può essere regolato ad un numero di giri superiore a quello di espulsione, oppure il differenziale di pressione può essere mantenuto tramite serrande servocomandate. In ogni caso, un inconveniente al sistema di regolazione dei ventilatori o delle serrande, oppure ai sensori di pressione può rendere il controllo del tutto inefficace.

Il gradiente di pressione può addirittura essere invertito, ad esempio quando si mantengono in funzione le estrazioni in alcuni locali di servizio come bagni e lavanderie nelle ore in cui l'impianto principale è disattivato, nelle ore notturne o nei fine settimana. Lo stesso effetto può essere causato da grosse caldaie o altri dispositivi a combustione in mancanza di un apporto adeguato di aria comburente esterna. In queste condizioni di pressione differenziale negativa, dell'aria esterna umida può facilmente infiltrarsi e provocare vistosi fenomeni di condensazione sulle superfici interne, particolarmente in zone a clima caldo-umido. La condensa è uno dei fattori principali favorenti lo sviluppo di colonie fungine e batteriche e deve essere assolutamente evitata. Negli inverni rigidi, invece, l'aria esterna molto fredda può essere aspirata all'interno degli interstizi tecnici, dove può provocare il congelamento e la conseguente rottura delle tubazioni idriche. L'acqua dispersa in questi spazi può alimentare la crescita di microrganismi per moltissimo tempo oltre la riparazione delle condotte.

Il metodo migliore per assicurare uno stato di sovrappressione costante, comporta l'installazione di un pressostato differenziale, il cui segnale di uscita deve essere

costantemente registrato e monitorato con una soglia di allarme. Il sistema di controllo deve essere testato per funzionare anche in condizioni particolari, come le giornate molto ventose.

Installazione impropria dell'unità di trattamento aria

L'installazione delle unità di trattamento aria all'interno degli spazi tecnici dovrebbe essere un compito relativamente facile, eppure è sorprendente notare in quanti casi un errato posizionamento possa essere causa di problemi non indifferenti. Ecco alcuni esempi:

- spazio insufficiente per l'estrazione dei filtri o per la pulizia delle superfici di scambio termico;
- bloccaggio delle aperture di accesso durante l'installazione;
- fenomeni di stratificazione dell'aria all'interno dei plenum dovuti a raccordi troppo corti o di disegno non ottimale;
- infiltrazioni di umidità dalla presa d'aria esterna;
- formazione di condensa all'interno dei condotti a causa di inconvenienti legati al sistema di umidificazione.

Durante il *commissioning*, si dovrà verificare che l'accesso all'alloggiamento dei filtri sia tale da consentire una agevole sostituzione degli stessi; che il posizionamento delle tubazioni di servizio o di altri dispositivi sia tale da non interferire con l'apertura degli sportelli di manutenzione; durante l'avviamento, si dovrà controllare l'assenza di stratificazione all'interno dell'unità attraverso la misura accurata delle temperature in ingresso e in uscita (spesso si dimensionano degli spazi troppo piccoli perché l'aria di ricircolo e quella esterna possano miscelarsi efficacemente, oppure si usano dei deflettori di forma ed orientamento non efficaci).

La presa d'aria esterna dovrà essere ispezionata con cura: il posizionamento dovrà essere controllato in relazione alla possibile vicinanza di fonti di inquinanti. Particolare cura dovrà essere impiegata nel verificare l'impossibilità di infiltrazioni d'acqua, anche durante violenti temporali (controllo della integrità e pervietà dei drenaggi e degli scarichi). Se è presente un sistema di umidificazione, si dovrà verificare l'assenza di condensa nelle condotte al variare della portata di esercizio e delle condizioni dell'aria esterna.

L'insieme dei controlli da effettuare nelle operazioni di IAQ *commissioning* è naturalmente molto più vasto di quello qui riportato a titolo di esempio e per descriverlo nei dettagli occorrerebbe un corposo manuale. Si tratta un mezzo indispensabile per garantire un costante e soddisfacente livello di indoor air quality negli edifici moderni e merita di essere preso in seria considerazione da chi ha la responsabilità di gestire complessi residenziali e del terziario. In parte, tale compito viene già assolto dall'installatore e dal manutentore coscienziosi. Tuttavia, nei grandi edifici, l'esperienza ha dimostrato la necessità di un intervento professionale e specializzato che sia in grado di validare globalmente struttura e impianti, facendosi carico di tutte le operazioni di collaudo funzionale e di verifica, nonché della stesura delle procedure di manutenzione e della formazione del personale addetto.

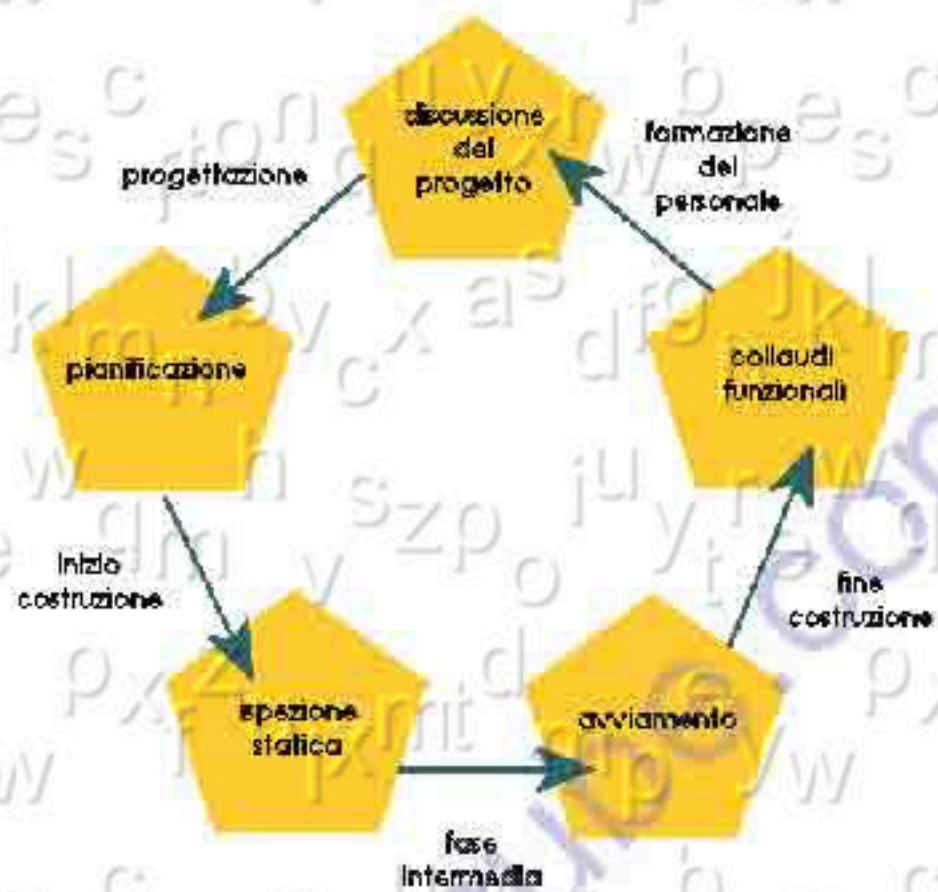


Figura 1 – I cinque stadi del *commissioning*

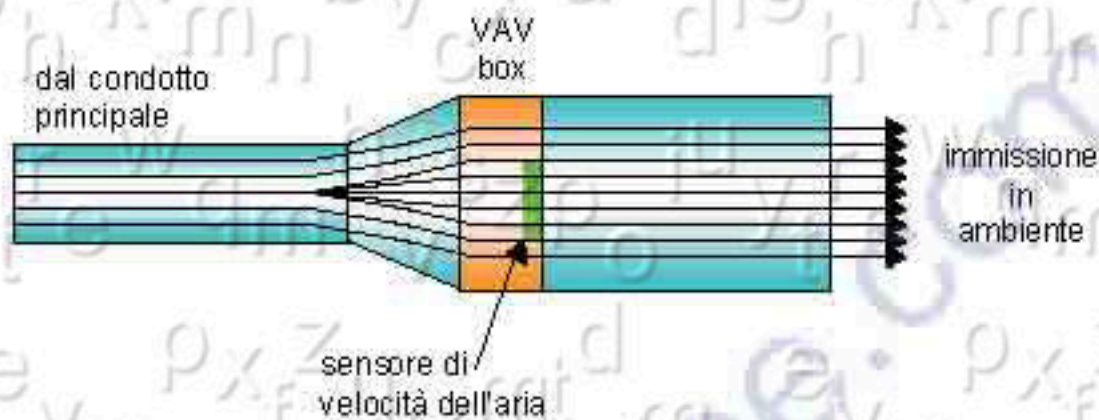


Figura 2 – nei box di regolazione per impianti VAV la sonda anemometrica deve essere posta in una zona a bassa turbolenza per evitare grossolani errori di regolazione della portata

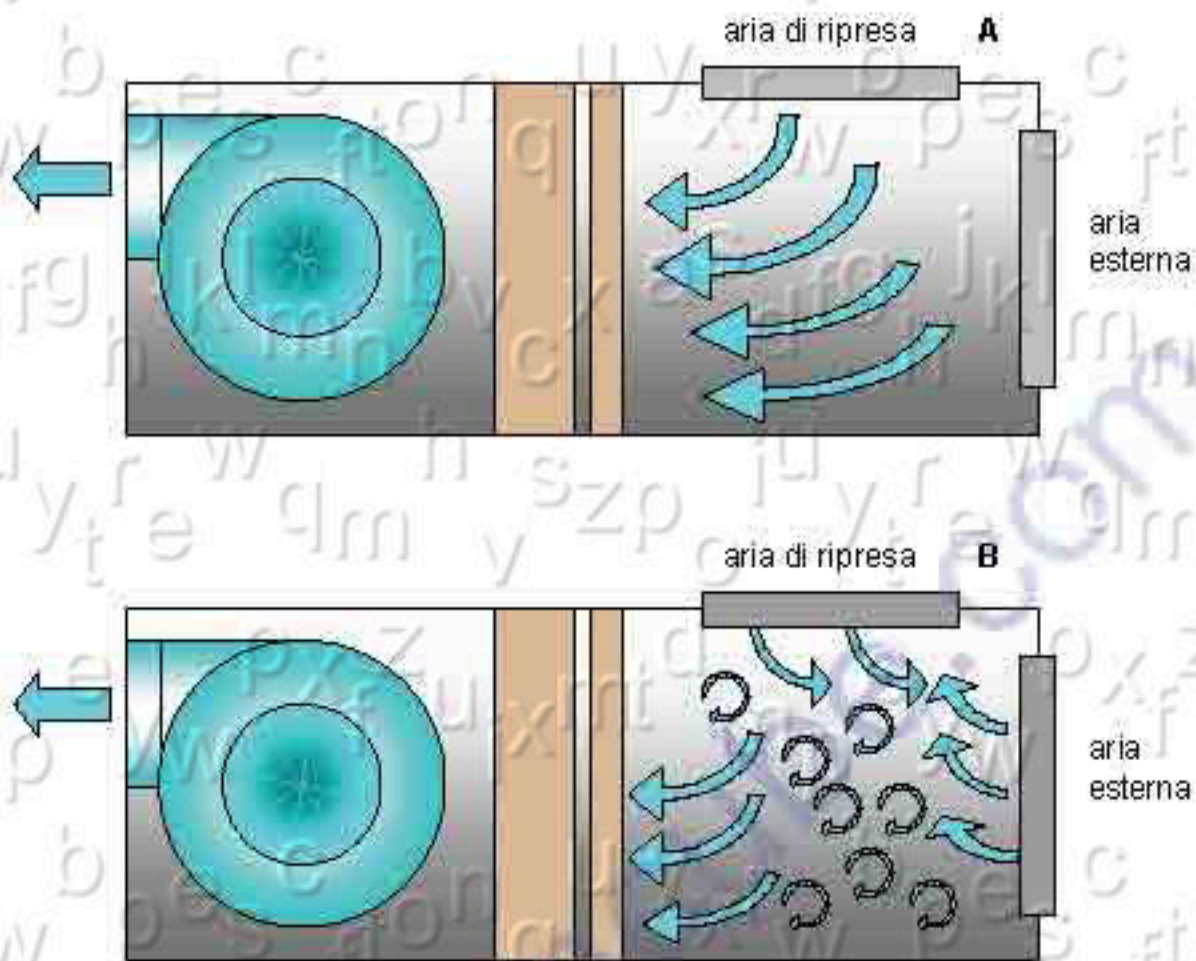


Figura 3 –un corretto orientamento dei deflettori è indispensabile per ottenere una buona miscelazione dell'aria:

- A) disposizione favorente la stratificazione;
- B) disposizione ideale per aumentare la miscelazione dei flussi

Bibliografia

Wilkinson, R.J. "Integrated Commissioning Avoids IAQ Pitfalls Through Quality Construction", HPAC Engineering 03/1999

Stum, C. "The Importance of Commissioning "Green" Buildings", HPAC Engineering 02/2000

Internet

Competenze da sviluppare per l'attività di total facilities management e aspetto tecnico della manutenzione

http://www.euromap.it/adapt/page_10-3.htm

Preventing indoor air quality problems in commercial buildings

<http://www.baqi.com/prevention.htm>

A Practical Guide for Commissioning Existing Buildings

<http://eber.ed.gov/commercialproducts/retrocx.htm>

PECI Commissioning Web Links

<http://www.peci.org/cx/weblinks.html>