

IMPIANTI DI VENTILAZIONE

Climatizzazione e Covid-19

Enrico Sergio Mazzucchelli, Politecnico di Milano – Dip. ABC

I sistemi di ventilazione sono spesso impiegati come misura primaria di controllo contro la diffusione di malattie infettive perché consentono la diluizione delle particelle infettive e la loro rimozione dagli ambienti., ma non devono contribuire in alcun modo alla loro diffusione all'interno, e all'esterno, degli edifici.

Negli ultimi mesi, la pandemia dovuta al virus SARS-CoV-2 (la cui sindrome prende il nome di COVID-19, dall'inglese CoronaVirus Disease 19) ha cambiato la vita di molti e ha avuto un impatto, più o meno diretto, praticamente su tutti gli abitanti del pianeta. Questa emergenza sanitaria internazionale ha generato molteplici conseguenze socio-economiche, e molte ne avrà probabilmente anche a lungo termine. Ha innescato risposte e provvedimenti senza precedenti da parte dei governi di tutto il mondo, tra cui l'implementazione di un rigoroso distanziamento sociale e l'interruzione di ogni attività produttiva non essenziale e i relativi movimenti di persone e merci nella fase di lockdown che ha caratterizzato molti paesi.

Ed è proprio in questo periodo di chiusura che è stato necessario valutare in tempi rapidi procedure ed accorgimenti correlati alla ripresa delle diverse attività. In particolare, la problematica della gestione degli ambienti indoor in relazione alla trasmissione dell'infezione da virus SARS-CoV-2 è stata approfondita sia dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) nel documento "Getting workplaces ready for COVID-19", sia (in ambito nazionale) dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) nel rapporto ISS Covid-19 n.5/2020. Le raccomandazioni contenute in questi report si basano sulle evidenze e conoscenze ad oggi disponibili, ma è necessario sottolineare che le informazioni sul virus SARS-CoV-2 sono ancora così limitate (o addirittura inesistenti) che per l'elaborazione di linee guida e raccomandazioni sono state utilizzate

le evidenze relative al SARS-CoV-1 (epidemia 2002-2003). La problematica relativa alla gestione e all'utilizzo degli impianti di climatizzazione in relazione alla diffusione del virus SARS-CoV-2 è stata recentemente approfondita anche da diverse associazioni, tra cui REHVA (Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations), AiCARR (Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria Riscaldamento Refrigerazione), CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers) e ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers).

I sistemi di ventilazione, se non utilizzati correttamente, potrebbero essi stessi contribuire alla diffusione di malattie trasmesse per via aerea, come già accaduto in passato per il SARS-CoV-1 (Correia et al.).

Il virus SARS-CoV-2 ha un diametro di circa 80–140 nm (circa 0,1 micron) mentre i sistemi di ventilazione standard più diffusi utilizzano filtri con diametro dei pori spesso superiori ad 1 micron (1 micron = 1.000 nm). Solo in applicazioni specifiche, come ad esempio camere bianche ed unità di terapia intensiva, vengono utilizzati filtri più efficienti, come gli HEPA (High Efficiency Particulate Air) e gli ULPA (Ultra-Low Particulate Air), in grado di intercettare particelle anche di dimensioni comprese tra 0,01 e 10 micron.

Sono state fornite indicazioni e raccomandazioni da seguire per mantenere un buon livello di qualità dell'aria all'interno dei locali chiusi, consigliando di

immettere il più possibile aria esterna, in modo naturale (cioè aprendo le finestre), oppure utilizzando appositi impianti di ventilazione meccanica, ma evitando il ricircolo di aria.

Tali raccomandazioni sono suggerite sia in ambito residenziale, sia in ambito lavorativo, dove è largamente diffusa la presenza di impianti di climatizzazione tramite i quali l'agente patogeno SARS-CoV-2, potrebbe potenzialmente essere diffuso qualora non fossero seguiti alcuni semplici accorgimenti indicati nei soprarichiamati documenti.

In ambito residenziale occorre inoltre considerare che, in assenza di contagiati, l'accensione degli impianti non influisce sul rischio di contagio. Se invece vi sono contagiati, è la loro stessa presenza a determinare il rischio di contagio, che non aumenta a causa dell'accensione dell'impianto di climatizzazione a meno di non utilizzare un impianto con parziale ricircolo dell'aria, cosa che potrebbe potenzialmente contribuire alla diffusione del virus.

E' in tal caso fondamentale che le persone presenti nell'unità abitativa prendano tutte le precauzioni del caso, quanto a protezioni personali e comportamentali. In ogni caso, i locali devono essere il più possibile ventilati e, in assenza di impianto di ventilazione meccanica, occorre aerare i locali mantenendo le finestre aperte il più possibile (senza tuttavia avere garanzie certe sulla quantità di aria in ingresso e sulla sua distribuzione nel locale).

I principali meccanismi di trasmissione per via aerea del virus SARS-CoV-2 sembrerebbero essere due. Il primo avviene tramite trasmissione a contatto ravvicinato attraverso goccioline (droplets) di grandi dimensioni (> 10 micron), che vengono rilasciate e cadono su superfici non oltre 1-2 m dalla persona infetta. Le goccioline si formano da tosse, starnuti (che formano generalmente molte più particelle della semplice tosse), parlato e respirazione e possono ricadere su superfici e oggetti nelle vicinanze della persona infetta.

Le persone potrebbero pertanto contrarre l'infezione toccando le superfici o gli oggetti contaminati e successivamente toccando gli occhi, il naso o la

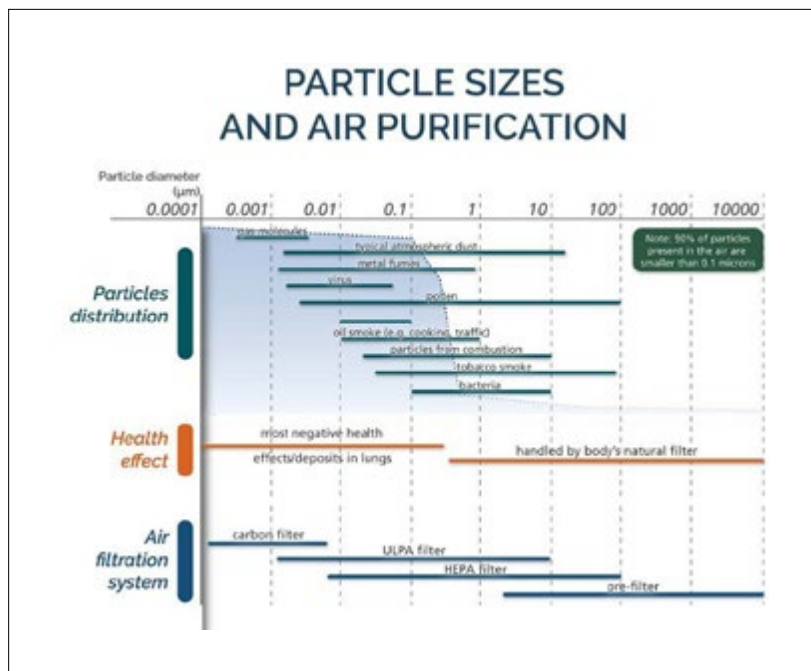


Grafico di correlazione tra dimensione particelle e sistema di filtrazione. (Fonte: www.wscoglobal.com)

bocca, oppure, se a una distanza inferiore a 1-2 metri dalla persona infetta, respirando direttamente le goccioline prodotte dalla persona infetta.

La seconda forma di trasmissione aerea potrebbe avvenire tramite piccole particelle (<5 micron), in grado di rimanere sospese nell'aria per ore e che possono essere trasportate sino a lunga distanza. Anche queste particelle sono generate da tosse, starnuti e respirazione. Piccole particelle (aerosol o residui di goccioline) possono formarsi rapidamente anche dalle goccioline più grosse che evaporano e si seccano.

Recenti studi hanno evidenziato che la particella di SARS-CoV-2 rimane attiva fino a 3 ore in aria interna e fino a 2-3 giorni sulle superfici in ambienti interni con condizioni normali (a meno che non vi sia un trattamento di pulizia specifico). Tali particelle di piccole dimensioni rimangono sospese nell'aria e possono percorrere lunghe distanze in ambiente, trasportate dai flussi d'aria, arrivando anche ai canali di ripresa dei sistemi di ventilazione. Ad oggi, la maggior parte delle linee guida sulla salute pubblica suggerisce che la trasmissione del virus SARS-CoV-2 è prevalentemente associata alle goccioline di grandi

dimensioni. La distinzione tra trasmissione dell'infezione tramite "droplets" e trasmissione nell'aria tramite aerosol è quindi strettamente correlata alla loro dimensione: se le goccioline sono sufficientemente piccole, possono rimanere sospese nell'aria, persino per ore in particolari condizioni ambientali. In definitiva, le gocce più grandi ricadono quasi subito al suolo, perché più pesanti, mentre le altre possono rimanere sospese più a lungo e quindi diffondersi più facilmente nei luoghi chiusi, dove c'è un minore ricambio di aria.

La trasmissione per via aerea ha causato in passato infezioni da SARS-CoV-1, mentre per l'infezione COVID-19 ciò può ritenersi probabile ma tuttavia non ancora documentato, non essendoci dati o studi segnalati per escludere una tale possibilità. Inoltre il virus SARS-CoV-2 è già stato isolato da tamponi prelevati da filtri sui canali di estrazione dell'aria in stanze occupate da pazienti infetti: ciò implica che mantenere una distanza di 1-2 m dalle persone infette in ambienti confinati potrebbe anche non essere sufficiente, mentre migliorare la ventilazione potrebbe rivelarsi utile per la rimozione di particelle potenzialmente pericolose. In definitiva, per il SARS-CoV-2 la trasmissione dell'in-

fezione per via aerea tramite nuclei di goccioline è attualmente riconosciuta dall'OMS per le procedure ospedaliere e, in via indiretta, lo è anche attraverso il suggerimento di aumentare e migliorare la ventilazione degli ambienti negli edifici con differente destinazione d'uso. Numerosi sono gli studi in atto a riguardo: secondo i più recenti la trasmissione tramite aerosol è plausibile, poiché il virus può rimanere attivo per più ore, così come gli ambienti chiusi, con scarsa o minima ventilazione e ricambio d'aria, possono favorire l'aumento del numero di infezioni secondarie. Ma quali sono le raccomandazioni pratiche per il funzionamento degli impianti di ventilazione e/o climatizzazione degli edifici che le principali organizzazioni ed associazioni consigliano per la ripresa delle attività dopo il lockdown?

Ferme restando le misure comportamentali e correlate al distanziamento sociale, un primo suggerimento è quello di aumentare, se possibile e compatibile con l'architettura dell'impianto di ventilazione degli ambienti, la portata d'aria di rinnovo e la portata d'aria d'estrazione.

Inoltre, in edifici dotati di sistemi di ventilazione meccanica si consiglia di prolungare i tempi di funzionamento, ad esempio avviando l'impianto almeno due ore prima dell'inizio delle attività nell'edificio e ridurre successivamente la portata di aria di rinnovo solo dopo due ore dalla chiusura dell'edificio. Il livello di CO₂ è un buon indicatore per valutare l'efficacia del ricambio d'aria di un impianto di ventilazione in ambienti con occupazione di persone con desti-

nazione d'uso residenziale e terziaria. I valori standard di ricambio d'aria raccomandati dalla normativa UNI 10339:1995 "Impianti aeraulici al fini di benessere" (11 l/s per persona) corrispondono ad una concentrazione di CO₂ di circa 950 ppm (inclusa la concentrazione di CO₂ esterna, pari a circa 400 ppm). Questo vale in caso di occupazione prolungata, quindi spesso un valore inferiore a 800 ppm è considerato un indicatore di buona ventilazione e qualità dell'aria interna. Tuttavia, sempre nell'ottica di mantenere una ventilazione continua anche negli impianti con portata d'aria controllata tramite sensori di CO₂, alcune linee guida consigliano la modifica del setpoint su un valore inferiore a 400 ppm, al fine di garantire sempre il funzionamento dell'impianto alla portata di progetto.

In edifici con impianti esistenti, con portate d'aria inferiori rispetto alle effettive esigenze di ricambio d'aria, potrebbe essere utile mantenere costantemente attiva la ventilazione, anche quando l'edificio non è occupato, così come in edifici rimasti inutilizzati a causa della pandemia (ad esempio alcuni uffici o edifici scolastici) non è consigliabile spegnere completamente la ventilazione, ma è preferibile operare continuamente a portate ridotte. In relazione all'attuale stagione primaverile, con ridotte necessità di riscaldamento e raffrescamento, le raccomandazioni indicate non comportano particolari aggravii dal punto di vista energetico, mentre aiutano a mantenere le condizioni di salubrità negli ambienti. Se le

condizioni e le attuali restrizioni rimarranno le stesse anche nella stagione estiva, la priorità dovrà essere data al mantenimento delle condizioni di igiene e salubrità degli ambienti.

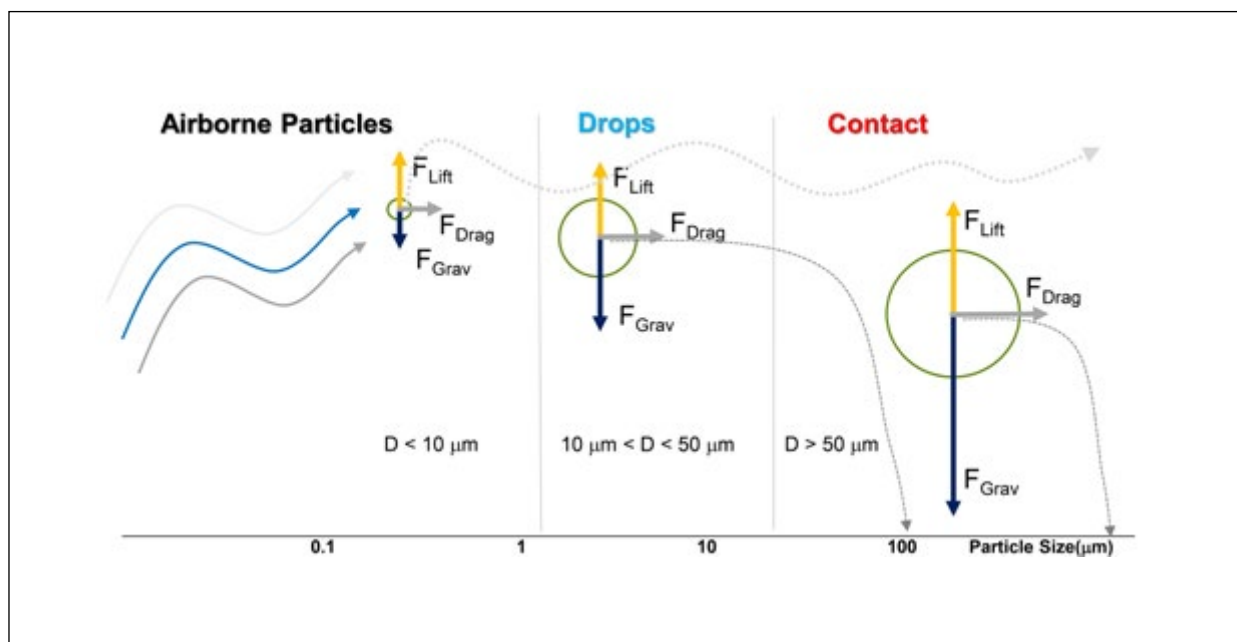
Considerando un numero ridotto di utenti e un distanziamento delle postazioni di lavoro di 2-3 metri tra loro, la ventilazione assume quindi un ruolo chiave nel rimuovere potenziali cause di infezione. Occorre tuttavia considerare attentamente anche gli effetti dovuti al movimento d'aria all'interno degli ambienti, per non rendere alcune postazioni potenzialmente penalizzate ed a rischio rispetto ad altre.

Infatti, oltre a una buona ventilazione, è stato già riconosciuto che un consistente flusso d'aria da una persona all'altra potrebbe facilitare la trasmissione di infezioni. Pertanto, è importante una buona distribuzione dell'aria in ambiente, garantendo una ventilazione uniforme in tutti i punti della stanza e con bassa velocità.

A solo titolo esemplificativo, si ricorda il caso di un ristorante a Guangzhou in Cina, illustrato in figura. Come è possibile notare, la persona infetta (A1) si trovava a tavola con alcuni amici per una cena, durata circa 90 minuti. La persona infetta era asintomatica e rilasciava nell'aria "droplets" con la normale respirazione, e queste erano poi trasportate da destra a sinistra (con riferimento all'orientamento dello schema) dal sistema di ventilazione del ristorante. Circa la metà delle persone a tavola con l'infetto ha sviluppato i primi sintomi di infezione da COVID-19 entro una settimana dalla cena. Sono rimaste infettate anche tre persone su quattro in un tavolo adiacente (B), che si trovava a valle del flusso d'aria di ventilazione rispetto al tavolo della persona infetta. Inoltre, altre due persone sono rimaste infette al tavolo C, forse a causa di alcune turbolenze create dal sistema di ventilazione. I clienti dei tavoli E ed F, senza un'esposizione diretta al flusso d'aria del sistema di ventilazione, non hanno sviluppato sintomi. In edifici senza sistemi di ventilazione meccanica, le linee guida consigliano di aprire



Esempio di canalizzazioni di impianto di climatizzazione in ambiente open space.



Bilancio delle forze e tipiche traiettorie di particelle in aria relative alla loro dimensione. (Fonte: Gameiro da Silva M., 2020)

frequentemente le finestre, essendo questo l'unico modo per aumentare il ricambio d'aria in ambiente. Tuttavia, la sola apertura di finestre non sempre garantisce l'immissione della quantità di aria esterna necessaria a garantire un efficace ricambio d'aria nel locale e spesso si possono creare anche zone in cui l'aria non viene affatto ricambiata ed in cui non viene "diluita" l'eventuale concentrazione di particelle di virus in ambiente.

L'umidità relativa (UR) e la temperatura possono influire sulla trasmissione del virus, riducendo la sua vitalità, così come possono influire sulla formazione di aerosol, ma anche sulla irritabilità e la suscettibilità ad infezione delle mucose degli utenti. Mentre la trasmissione di alcuni virus negli edifici può essere limitata modificando la temperatura dell'aria e i valori di umidità relativa, nel caso del virus SARS-CoV-2 tale opzione non appare percorribile, principalmente perché i coronavirus sono abbastanza resistenti ai cambiamenti ambientali e sono sensibili solo ad una umidità relativa molto elevata, superiore all'80%, ed a una temperatura superiore a 30 °C, che non sono ovviamente valori raggiungibili ed accettabili nella maggior parte delle destinazioni d'uso degli edifici per questioni di comfort termo-

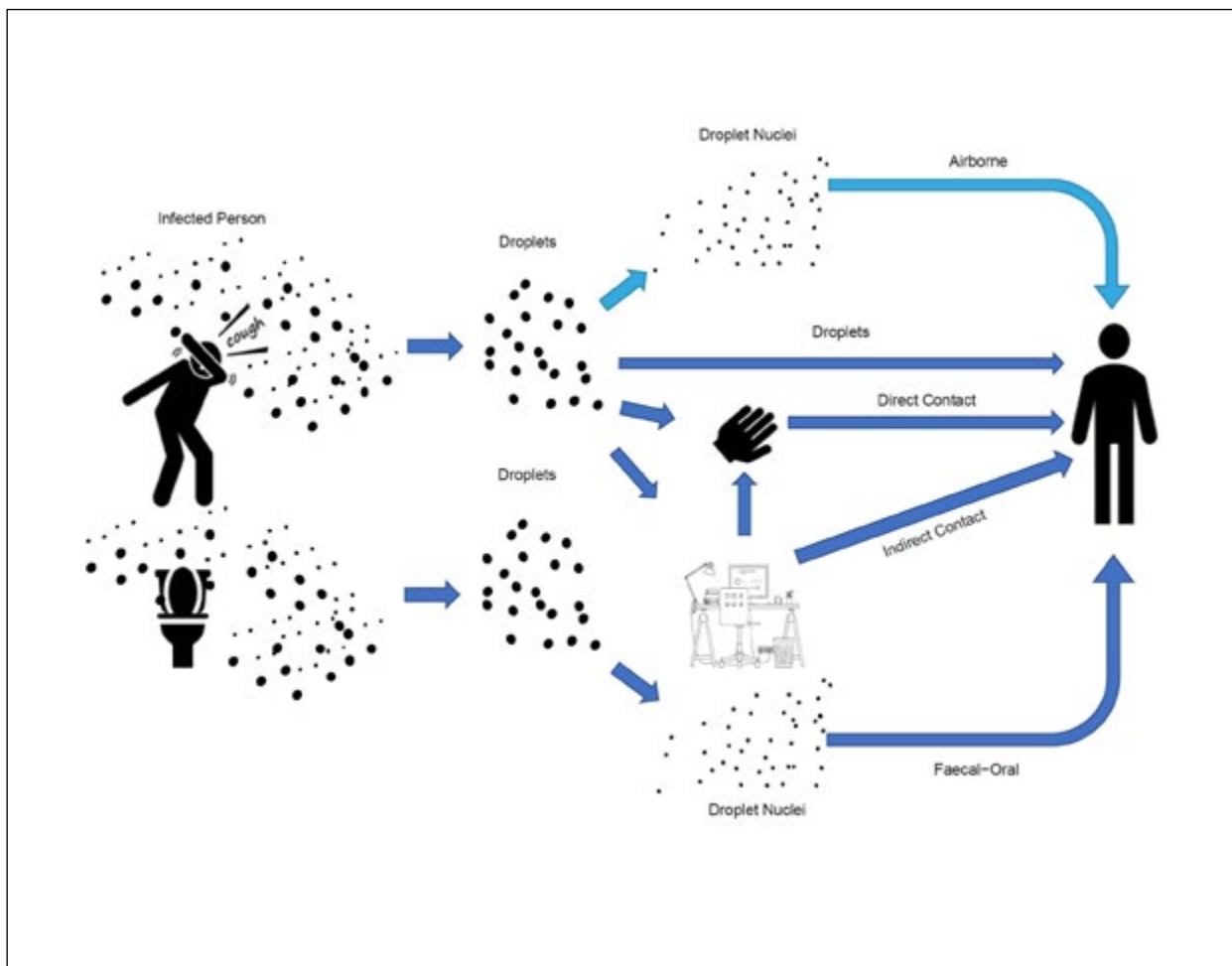
metrico. Il virus SARS-CoV-2 si è rivelato altamente stabile per 14 giorni a 4 °C. Secondo i dati oggi disponibili, per eliminare il virus è necessaria una temperatura di 37 °C per un giorno o di 56 °C per 30 minuti. La stabilità (vitalità) del virus SARS-CoV-2 è risultata invece molto elevata ad una temperatura interna tipica di 21-23 °C con umidità relativa del 65%, pertanto l'umidificazione fino a valori del 65% di UR può avere effetti molto limitati o pressochè nulli sulla stabilità del virus SARS-CoV-2.

Le piccole goccioline (o "droplets") che possono interessare per la trasmissione del virus evaporano rapidamente sotto qualsiasi valore di umidità relativa normalmente mantenuto in ambiente ma, al contrario, i sistemi nasali e le mucose sono più sensibili alle infezioni a valori di umidità relativa molto bassi (10-20%). Si ritiene pertanto che negli edifici dotati di sistemi di ventilazione con umidificazione centralizzata, non sia necessario modificare i setpoint, anche considerando l'arrivo della stagione estiva, dove tali sistemi non dovrebbero comunque essere in funzione. Non sono attualmente disponibili studi che sconsiglino l'umidificazione nella stagione fredda.

E' naturalmente da evitare il ricircolo d'aria negli ambienti. Infatti, eventuali

particelle contenenti virus, richiamate nei canali di ripresa, potrebbero rientrare in ambiente se le unità di trattamento aria centralizzate fossero dotate di sezioni di ricircolo dell'aria con serrande aperte. E' pertanto consigliata la chiusura delle serrande di ricircolo e l'operatività con unità di trattamento aria in funzionamento a tutta aria esterna, evitando di ricircolare l'aria contaminata e aumentando la quantità di aria esterna immessa nei locali. Questa operazione potrebbe influire sulla capacità di raffreddamento o riscaldamento dell'impianto, ma in questo particolare momento è fondamentale prevenire la contaminazione e proteggere la salute pubblica piuttosto che garantire il comfort termico: il potenziale beneficio per la salute pubblica è al momento prioritario rispetto al problema legato alla riduzione dell'efficienza energetica causata dal mancato ricircolo dell'aria.

Sempre con riferimento alla reimmissione in ambiente di aria contaminata, è opportuno considerare che l'utilizzo di recuperatori di calore di tipo rotativo (chiamati anche ruote entalpiche) potrebbe rivelarsi critico in caso di installazione e manutenzione carente. E' stato appurato che tali scambiatori, se correttamente costruiti, installati e mantenuti, hanno un trasferimento



Meccanismi di esposizione al virus tramite "droplets" indicate dalla Organizzazione Mondiale della Sanità per il COVID-19 SARS-CoV-2 (in colore blu scuro). In azzurro il meccanismo di trasmissione tramite aerosol conosciuto per il SARS-CoV-1 e altri virus influenzali (al momento non provato specificatamente per il SARS-CoV-2 (Fonte: Francesco Franchimon).

quasi nullo di inquinanti legati alle particelle (inclusi batteri e virus presenti nell'aria), ma il trasferimento è limitato agli inquinanti gassosi come il fumo di tabacco e altri odori. Pertanto, non vi sono prove del fatto che particelle contenenti virus a partire da 0,1 micron possano essere trasferite dall'aria di ripresa a quella di mandata. Se si sospettassero perdite nelle sezioni di recupero del calore, la regolazione della pressione sul lato dell'aria di espulsione o l'utilizzo di bypass (per i sistemi che ne sono dotati) possono essere delle valide opzioni per la soluzione del problema. La trasmissione di particelle di virus tramite dispositivi di recupero del calore che prevedono la completa separazione tra il flusso d'aria in mandata e quello in espulsione non è invece un problema. Un ulteriore aspetto da valutare riguarda la presenza di terminali

e unità di ricircolo aria in ambiente, ad esempio i ventilconvettori. Se possibile, e se non vi è alcuna significativa necessità di raffreddamento (o riscaldamento) si consiglia di spegnere queste unità o di mantenerle alla velocità minima di funzionamento per evitare una nuova sospensione in aria di particelle di virus nell'ambiente, specialmente in caso di ambienti occupati da più di un utente, perché il virus potrebbe sedimentare nei filtri e il continuo accendersi e spegnersi dei ventilatori potrebbe favorire la diffusione dello stesso in ambiente. Per quanto concerne la superficie della batteria di scambio termico dei ventilconvettori, è possibile inattivare il virus riscaldandola ad una temperatura di 60° C per un'ora oppure ad una temperatura di 40 ° C per un giorno. Queste temperature si applicano principalmente alle superfici dello scam-

biatore di calore e non ai filtri in cui si prevede che la temperatura rimanga a livelli inferiori. Pertanto, le operazioni di sostituzione dei filtri devono comunque essere effettuate con tutte le sicurezze del caso, considerando che sulle loro superfici possa essere presente del materiale potenzialmente infettivo.

La pulizia dei canali di ventilazione al fine di evitare la trasmissione di SARS-CoV-2 attraverso i sistemi di ventilazione è un ulteriore punto al momento controverso. Secondo le evidenze attualmente disponibili, ulteriori accorgimenti specifici per la pulizia dei canali di distribuzione non sono da considerarsi necessari contro la diffusione delle infezioni da ambiente ad ambiente perché di per sé, l'impianto di ventilazione non è una fonte di contaminazione se si seguono le indicazioni sopra indicate per quanto

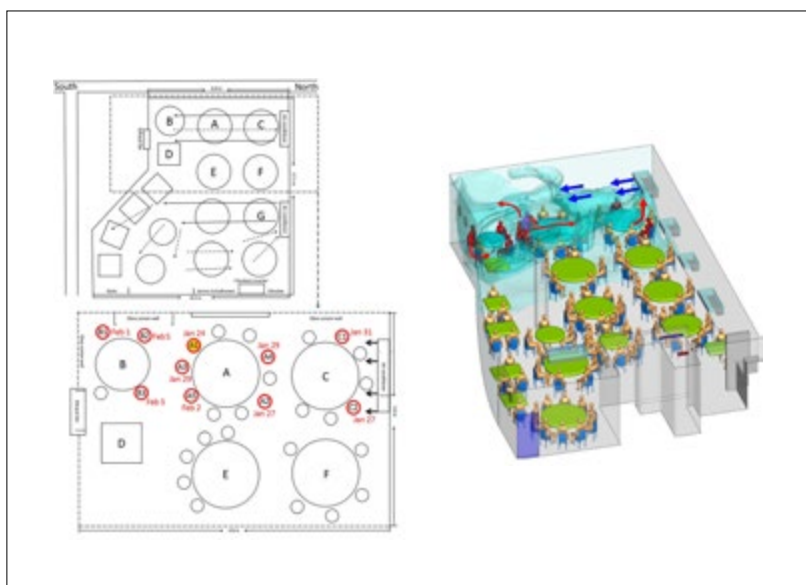
concerne la gestione dei recuperatori di calore e l'eliminazione del ricircolo d'aria. Non dovrebbero essere pertanto necessarie modifiche alle normali procedure periodiche di pulizia e sanificazione dei canali e di sostituzione dei filtri delle unità di trattamento aria. I filtri intasati non sono una fonte di contaminazione in questo contesto, ma possono ridurre il flusso d'aria di mandata, con un effetto negativo sull'efficacia del ricambio d'aria in ambiente. Pertanto, i filtri devono essere sostituiti secondo le normali procedure in caso di superamento dei limiti di pressione o in base alla manutenzione programmata. Le linee guida già richiamate non consigliano la sostituzione dei filtri d'aria esistenti con filtri di altre tipologie, così come una loro sostituzione più frequente. Occorre tuttavia considerare che il personale addetto alla manutenzione potrebbe essere a rischio qualora i filtri non venissero sostituiti in linea con le procedure di sicurezza standard. A tal fine, è bene supporre che i filtri possano sempre contenere materiale potenzialmente infettivo attivo, virus compresi. Non è noto se ciò rappresenti un importante rischio per infezione da virus, ma il principio di precauzione suggerisce di prestare sempre la massima attenzione. Ciò è particolarmente

importante, sia in edifici in cui si siano verificati dei casi di infezione, sia in tutti gli altri edifici, visto l'elevato numero di soggetti infetti asintomatici. I filtri devono pertanto essere sostituiti ad impianto spento, indossando guanti, mascherine di protezione respiratoria di livello di protezione adeguato (FFP3) e smaltiti in apposito sacco sigillato. Al fine della ripresa delle attività è comunque consigliabile, in via precauzionale, un intervento di sanificazione e pulizie di canali di distribuzione aria, sostituzione filtri e pulizia di batterie di scambio termico e vaschette di raccolta condensa di unità di trattamento aria e ventilconvettori installati in ambiente.

Infine, è opportuno osservare che l'utilizzo di filtri ad alta efficienza in impianti progettati per operare con filtri standard, potrebbe rivelarsi talvolta addirittura controproducente. Un filtro ad alta efficienza può provocare una caduta di pressione elevata, riducendo la portata d'aria che può raggiungere alcuni ambienti, accumula polvere e particelle molto rapidamente, richiedendo pertanto frequenti interventi di manutenzione o di sostituzione. Gli ospedali hanno sistemi meccanici appositamente progettati in grado di soddisfare i livelli di filtrazione richiesti,

che spesso si basano su altri sistemi e strategie di controllo per massimizzare i benefici della filtrazione e, ancora più importante, hanno personale dedicato che gestisce e mantiene tali sistemi in continuo, cosa che non è ipotizzabile avere in edifici con destinazione d'uso ordinaria.

Una ultima osservazione deve essere riservata ai depuratori d'aria portatili utilizzati in ambienti scarsamente ventilati. Essi rimuovono efficacemente le particelle dall'aria, offrendo un "effetto" simile alla ventilazione, ma per essere efficaci, devono avere almeno l'efficienza di un filtro HEPA. Inoltre, poiché il flusso attraverso i filtri dell'aria è limitato, l'area del pavimento che possono effettivamente servire è normalmente piuttosto piccola, in genere inferiore a 10 mq. Ad oggi non sono ancora disponibili prove cliniche dirette circa il loro beneficio nella riduzione del rischio di trasmissione di malattie infettive, ma alcuni benefici possono essere ragionevolmente considerati per i filtri HEPA portatili, a condizione che siano opportunamente dimensionati (ovvero, il loro tasso di rimozione sia appropriato alle dimensioni dei locali), mantenuti e gestiti. Come per i sistemi di filtrazione, è probabile che siano efficaci solo in sinergia con altre misure.



Planimetria, layout e modello del ristorante (Guangzhou, Cina) e del flusso d'aria in ambiente. I cerchi rossi indicano i posti delle persone che hanno contratto il virus. (Fonti: Lu J et al. COVID-19 outbreak associated with air conditioning in restaurant, Guangzhou, China, 2020. *Emerg Infect Dis.* 2020; Li Y et al., Aerosol transmission of SARS-CoV-2: Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant, *medrxiv.org*, 2020)

Questo contributo si basa su evidenze e dati attualmente disponibili. Tuttavia le informazioni sul virus SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome – Coronavirus) sono ancora così limitate (o addirittura inesistenti) che le informazioni relative al SARS-CoV-1 sono state utilizzate per proporre delle raccomandazioni sulle migliori pratiche da seguire. Si esclude pertanto qualsiasi responsabilità per eventuali danni che potrebbero derivare o essere collegati all'uso e applicazione delle informazioni qui presentate a fronte di nuove evidenze e informazioni sul virus SARS-CoV-2 dopo la data di pubblicazione. Ulteriori informazioni e aggiornamenti si possono reperire consultando i seguenti siti web: www.who.int; www.iss.it; www.rehva.eu; www.aicarr.org; www.cibse.org; www.ashrae.org