

## **Trasmissione di Sars-Cov-2 e ventilazione di ambienti confinati. Note tecniche e indicazioni di prevenzione**

Romina Sezzatini\*, Martina Sapienza\*\*, Floriana D'Ambrosio\*\*,  
Umberto Moscato\*\*\*, Patrizia Laurenti\*,\*\*

\*Fondazione Policlinico Universitario A. Gemelli IRCCS, Roma, Italia

\*\*Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma, Italia

**Parole chiave:** Covid-19, Sars-Cov-2, Sistemi di ventilazione, Trasmissione aerea.

**Riassunto:** Le conoscenze riguardanti la nuova malattia infettiva COVID-19, diffusasi per la prima volta nella città di Wuhan in Cina, nel dicembre 2019, si basano sulle evidenze raccolte sui coronavirus precedentemente noti all'uomo. Le principali modalità di trasmissione del nuovo virus SARS-CoV-2 sono rappresentate da droplets respiratori e da contatti diretti e ravvicinati con soggetti infetti e superfici contaminate. Ad oggi, alcune pubblicazioni scientifiche forniscono prove iniziali sul fatto che il SARS-CoV-2 possa essere rilevato nell'aria ipotizzando, dunque, un'ulteriore via di contagio, sebbene tali risultati siano da considerarsi preliminari e necessitino di attente interpretazioni. A supporto di questa ipotesi, gli impianti di aerazione, finalizzati al miglioramento delle caratteristiche microclimatiche dell'aria indoor, potrebbero rappresentare una via agevole per diffondere e favorire il contagio del virus, soprattutto negli ospedali e in tutte le strutture sanitarie in cui la presenza di soggetti infetti è potenzialmente alta, così come la conseguente possibilità di contagio per via aerea. Tali impianti, infatti, generando getti d'aria a diversa velocità di immissione, possono interferire con l'emissione di particelle respiratorie e determinare una diffusione ambientale dei droplets potenzialmente contaminanti. Gli impianti di aerazione possono costituire, dunque, un potenziale canale di trasmissione di una carica virale capace di disperdersi nell'aria indoor, ma buone prassi gestionali, tecniche ed operative possono contenere il rischio di contagio mantenendolo basso, sia in ambienti comunitari sia in quelli sanitari.

**Transmission of Sars-Cov-2 and ventilation of indoor environments.**

**Technical notes and preventive measures**

**Key words:** Covid-19, Sars-Cov-2, ventilation system, airborne transmission.

**Summary:** Knowledge about the new infectious disease COVID-19, which first spread in the city of Wuhan in China, in December 2019, is based on the evidence retrieved from coronaviruses previously known to humans. The main transmission ways of the new SARS-CoV-2 virus are respiratory droplets and direct and close contact with infected individuals and contaminated surfaces. To date, some scientific publications provide initial evidence that SARS-CoV-2 can be detected in the air, thus assuming a further route of infection, that airborne, although these results are to be considered preliminary and they need careful interpretation. In support of this hypothesis, ventilation systems, aimed to improve indoor air, could represent an easy way to spread and promote the virus infection especially in hospitals and in all health facilities where the presence of infected individuals is potentially high as well as the possibility of infection by air. Indeed, by generating jets of air at different speeds, they can interfere with the emission of respiratory particles and determine an environmental diffusion of the potentially contaminating droplet. Therefore, ventilation systems could provide a potential transmission channel for the viral load able to spread out in indoor air. Nonetheless, good management, technical and operational practices may lead to a low risk of contagion, both in community and health environments.

## Introduzione

I Coronavirus (CoV) sono un'ampia famiglia di virus respiratori che possono causare malattie da lievi a moderate, dal comune raffreddore a sindromi respiratorie come la MERS (sindrome respiratoria mediorientale, Middle East respiratory syndrome) e la SARS (sindrome respiratoria acuta grave, Severe acute respiratory syndrome). I Coronavirus umani conosciuti ad oggi, comuni in tutto il mondo, sono sette.

Il 9 gennaio 2020 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha dichiarato che è stato individuato, da parte delle autorità cinesi, un nuovo ceppo di Coronavirus mai identificato prima nell'uomo, inizialmente denominato 2019-nCoV ed in seguito classificato ufficialmente con il nome di SARS-CoV-2. L'11 febbraio, l'OMS ha annunciato il nome della malattia respiratoria causata dal nuovo coronavirus, identificata con l'acronimo CoViD-19: Co (Corona); Vi (Virus); D ('Disease', malattia) e 19 (l'anno di identificazione del virus). Il virus è stato associato, apparentemente, a diversi casi di polmonite registrati a partire dal 31 dicembre 2019, nella città di Wuhan, in Cina. (1) I primi casi da infezione da CoViD-19 nel nostro Paese sono stati confermati dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) il 30 gennaio 2020, riferibili a due turisti cinesi ricoverati il 29 gennaio. Il 21 febbraio 2020, invece, viene confermato il primo caso autoctono di trasmissione locale di infezione da SARS-CoV-2 in Italia e precisamente a Codogno, comune della Lombardia in provincia di Lodi. (2)

All'inizio di marzo 2020, il virus si era ormai diffuso in tutta la penisola, tanto che, il Primo Ministro, con il DPCM del 9 marzo 2020, ha esteso le misure restrittive, già applicate per la Lombardia e le 14 province del nord più colpite dal coronavirus, a tutto il territorio nazionale. (3) Il 30 gennaio 2020, l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha definito il focolaio internazionale da SARS-CoV-2 un'emergenza di sanità pubblica di rilevanza internazionale, per poi dichiarare, l'11 marzo 2020, lo stato di pandemia, per la prima volta dopo l'influenza H1N1 del 2009 (4) Le attuali conoscenze riguardanti la trasmissione del virus SARS-CoV-2 si basano sullo studio dei dati raccolti fino ad ora e sulle evidenze derivanti dalla conoscenza degli altri Coronavirus noti e patogeni per l'uomo. Non si può escludere, pertanto, che il nuovo virus presenti delle caratteristiche di trasmissione in parte differenti da quelle a noi note.

SARS-CoV-2 condivide, dal punto di vista strutturale, il 79,5% della sequenza genica di SARS-CoV, agente responsabile dell'epidemia comunemente definita SARS, apparsa per la prima volta nel 2002.

La trasmissione, per entrambi, è interumana. Le infezioni respiratorie possono

essere trasmesse attraverso goccioline di dimensioni diverse: quando i *droplet* hanno un diametro  $> 5-10 \mu\text{m}$  vengono denominate goccioline respiratorie, quando invece presentano un diametro  $< 5 \mu\text{m}$  sono note come nuclei di goccioline (*droplet nuclei*). I *droplet* ( $> 10 \mu\text{m}$ ), che si formano da tosse e starnuti, in genere cadono su superfici distanti non oltre 1–2 m dalla persona infetta. (5) Le principali modalità di contagio sono da associarsi principalmente all'infezione attraverso *droplet*, goccioline di saliva ed aerosol delle secrezioni prodotte dalle vie aeree superiori di un soggetto contagioso e veicolate, soprattutto, tramite tosse e/o starnuti. Un altro meccanismo di trasmissione, ad oggi riconosciuto, è il contatto diretto ravvicinato, toccando con le mani contaminate la mucosa di bocca, naso e occhi e il contatto con superfici contaminate, sulle quali la persistenza del virus presenta una variabilità legata al materiale, alla concentrazione, alla temperatura e all'umidità. Una corretta igiene delle mani e delle superfici è pertanto indispensabile per la prevenzione dell'infezione. Per quanto riguarda la disinfezione delle superfici è dimostrato, invece, che disinfettanti contenenti alcol (etanolo) o a base di cloro (ipoclorito di sodio, comunemente conosciuto come candeggina) sono in grado di uccidere il virus, annullando rapidamente la sua capacità infettante, se scelti in base alla reattività e alla degradabilità del materiale di cui è costituita la superficie. [6,7]

Alcuni studi hanno dimostrato la presenza di particelle virali infettive di SARS-CoV-2 in campioni fecali e messo in evidenza che le proteine dei recettori ACE2 (*Angiotensin-Converting Enzyme 2*), utilizzati dal virus per l'ingresso cellulare, sono espresse nell'epitelio gastrointestinale, consentendo al SARS-CoV-2 di penetrare nelle cellule intestinali. (8)

I dati attualmente disponibili confermano le persone sintomatiche come una causa importante di diffusione del virus, sebbene si ritenga poco frequente, ma non improbabile, l'infezione e la trasmissione nelle fasi prodromiche della malattia, con sintomi assenti o molto lievi. Facendo riferimento alle conoscenze riguardanti SARS-CoV-1 e la sua diffusione nell'aria, così come quelle su virus simili a Norwalk e influenza A / H5N1, si potrebbe ipotizzare che anche il virus SARS-CoV-2 si diffonda per via aerea. (9)

Tale possibile via è diversa dalla trasmissione tramite *droplet* respiratori, in quanto si riferisce alla presenza di microrganismi all'interno dei nuclei di goccioline (*droplet nuclei*), generalmente considerati particelle con diametro  $< 5 \mu\text{m}$  e capaci di rimanere nell'aria per lunghi periodi di tempo, con possibile trasmissione anche per distanze maggiori di 1 m. La trasmissione aerea può, però, essere possibile in determinate circostanze e contesti specifici in cui vengono eseguite

procedure o trattamenti di supporto che generano aerosol: intubazione endotracheale, broncoscopia, aspirazione aperta, somministrazione di trattamento nebulizzato, ventilazione manuale prima dell'intubazione, rotazione del paziente in posizione prona, disconnessione del paziente dal ventilatore, ventilazione a pressione positiva non invasiva, tracheostomia e rianimazione cardiopolmonare. Ad oggi, alcune pubblicazioni scientifiche forniscono prove iniziali sul fatto che il virus COVID-19 possa essere rilevato nell'aria, tuttavia questi risultati iniziali vanno attentamente interpretati. (10) A tal proposito è, ancora oggi, degno di nota uno studio condotto in Cina, tra il 26 gennaio e il 10 febbraio 2020, in cui si è preso in esame un focolaio di SARS-CoV-2 sviluppatosi da un ristorante a Guangzhou, un locale privo di finestre e dislocato su 5 piani, ciascuno con il proprio impianto di climatizzazione. (11)

Questo studio ha visto coinvolte 10 persone di 3 gruppi di famiglie diverse ed ha evidenziato che un soggetto asintomatico, appartenente ad una di queste famiglie, ha contagiato persone che non appartenevano al proprio nucleo familiare, situate tra 1 e 3 metri di distanza. Esso ha evidenziato, inoltre, che tutte le persone collocate al di fuori dell'area interessata dal getto d'aria degli impianti di climatizzazione risultavano negative al tampone rino-oro faringeo per la ricerca dell'RNA virale. Poiché la distanza tra le persone coinvolte era  $>1$  m, si presume che un forte flusso d'aria dal condizionatore potrebbe aver propagato e diffuso le goccioline (droplet) tra i tavoli che si trovavano sulla stessa fila, in quanto, come riportato sopra, le piccole goccioline aerosolizzate cariche di virus ( $<5 \mu\text{m}$ ) possono rimanere in aria e percorrere lunghe distanze  $>1$  m. (12)

Lo studio, a detta degli stessi autori, ha però dimostrato dei limiti. Nonostante non sia stato eseguito uno studio sperimentale che simulasse la via di trasmissione aerea né studi sierologici su campioni di tamponi, gli autori hanno affermato che, nel focolaio oggetto del loro studio, la trasmissione delle goccioline è stata causata dalla ventilazione con aria condizionata e, in particolar modo, dalla direzione del flusso d'aria. Sulla base di numerose evidenze di diffusione tramite aerosol riguardanti altri Coronavirus, non si può ritenere nullo il rischio di questa modalità di trasmissione. (11)

### **Note Tecniche e indicazioni di prevenzione**

Partendo da tale presupposto, ci si è chiesti quale ruolo abbiano gli impianti di areazione sulla distribuzione del virus, dal momento che la trasmissione via aerosol è l'unica potenzialmente connessa a questi impianti. Non essendo stata dimostrata né smentita tale ipotesi, va comunque considerata secondo il prin-

cipio di massima sicurezza e cautela, tanto che gli esperti tecnici e scientifici del settore si sono impegnati nella realizzazione di prontuari, linee guida e rapporti tecnici. Alcuni studi hanno evidenziato la presenza di RNA virale sulle superfici di stanze di degenti sintomatici (13) e sulle griglie di ripresa, nonostante l'assenza in aria dello stesso. Questi dati indicano, quindi, che la contemporanea presenza in ambiente di un soggetto contagioso per COVID-19 e di un impianto di climatizzazione/ventilazione funzionante potrebbe favorire la diffusione del virus in ambiente, in quanto il SARS-Cov-2 sembrerebbe essere spostato dal flusso di aria tramite le goccioline ed essere depositato a distanza della fonte (i.e. soggetto contagioso).

Al fine di evitare questo rischioso connubio, enti istituzionali a tutela della salute dei cittadini, come l'Istituto Superiore di Sanità, o altri organi tecnici esperti in materia di impianti di areazione, hanno emanato documenti in cui evidenziano, come prima misura di contenimento per la diffusione del SARS-Cov-2 in ambienti indoor, la necessità di prediligere l'aerazione naturale degli ambienti e dei locali chiusi, essendo comunque la circolazione del virus pressoché assente nell'aria esterna. L'aerazione naturale deve avvenire attraverso l'apertura di porte e/o finestre, garantendo così un idoneo ricambio di aria ed un'efficace diluizione del virus in ambiente, avendo però cura di non generare flussi di aria a velocità non controllata, favorendo così la trasmissione in altri ambienti del virus, ad esempio aprendo contemporaneamente porte e finestre dello stesso ambiente. Al fine di evitare ciò, all'apertura di finestre o serramenti è necessario chiudere le porte di accesso all'ambiente e viceversa.

Tale modalità di ventilazione, però, non sempre garantisce il rispetto dei requisiti ambientali a seconda della destinazione d'uso, né tantomeno il necessario grado di comfort e benessere termico degli occupanti. Laddove non sia possibile attuare la ventilazione naturale, si può ricorrere alla ventilazione forzata che, a differenza della prima, garantisce un ricambio di aria costante, continuo e maggiormente gestibile, con conseguente minore concentrazione di particolato e di inquinanti biologici, e quindi, anche di SARS-COV-2 ove presente una fonte di contagio (e.g. un soggetto infetto).

Per una migliore qualità dell'aria indoor e quindi per una potenziale riduzione del virus in circolo, si possono utilizzare impianti aeraulici esistenti, adottando precauzioni operative e gestionali finalizzate al corretto utilizzo e al contenimento del rischio in ambiente indoor.

Per definizione, un impianto aeraulico è un complesso di apparecchiature, dispositivi, accessori e controlli necessari per ottenere la qualità dell'aria negli am-

bienti secondo condizioni predefinite, al fine di ridurre gli inquinanti in base alla temperatura, umidità, portata e ricambi d'aria.

L'impianto aeraulico permette, entro specifici range, indipendenti dai parametri meteorologici esterni e dalla stagionalità, di mantenere l'aria indoor sufficientemente umida (tra il 30% e il 70, con un range ottimale tra il 40% ed il 60%). In tal modo si potrebbe ovviare al problema della sensibilità del SARS-CoV-2 a valori di umidità >60%, favorendo una buona qualità dell'aria indoor ed un conseguente valido comfort delle persone. Ciò, per altro, al fine di non indurre uno stato di depressione o franca inibizione dei meccanismi di barriera dell'apparato respiratorio ed immunitari nelle persone esposte a condizioni di temperatura ed umidità relativa eccessiva od estrema. (7-14-15)

Il sistema aeraulico può prevedere sistemi di ventilazione, di climatizzazione, di condizionamento e di termoventilazione che possono favorire tutti la movimentazione dell'aria in ambienti indoor e quindi anche del droplet contaminante.

Le principali tipologie sono: (16)

- Unità di Trattamento aria (UTA)
- Ventilconvettori o unità terminali idroniche del tipo fan coil
- Climatizzatori ad espansione diretta o del tipo a split
- Climatizzatori portatili monoblocco
- Cappe aspiranti e a ricircolo (obbligatorie in presenza di piani di cottura e collegate ad una canna fumaria - Testo unico dell'edilizia - DPR 6 giugno 2001 n. 380; quando non è possibile installare quest'ultima, si adotta una cappa a ricircolo dell'aria aspirata nel locale, purificata con appositi filtri e con un sistema meccanico di ventilazione - UNI 7129) (17, 18).

Dalla precedente definizione, si può ben intuire che il sistema aeraulico è complesso nel suo insieme e per il suo corretto funzionamento sono diversi i fattori in gioco. Nella gestione della diffusione del SARS-COV-2 anche i fattori microclimatici, il flusso, la direzione e il ciclo dell'aria rappresentano elementi cardine da tenere sotto controllo.

In particolare, per scongiurare la diffusione del virus, gli impianti devono essere sottoposti ad una regolare pulizia in base alle indicazioni fornite dal produttore e, ad impianto fermo ed in assenza di persone all'interno degli ambienti, è fondamentale garantire la pulizia dei filtri per mantenere livelli di filtrazione/rimozione adeguati. E' necessaria un'altrettanta regolare pulizia dei cosiddetti apparati terminali come le prese, le griglie di ventilazione, le bocchette di mandata, con panni in microfibra inumiditi con acqua e sapone, oppure con etanolo a

tenore >70-72% in v/v (da preferirsi per la sua elevata volatilità evaporativa che non lascia imbibite od umide le superfici) asciugando successivamente. (19) Si raccomanda poi di ventilare sempre gli ambienti prima di consentire alle persone di rientrarvi, in modo da evitare che particelle di SARS-CoV-2, eventualmente risospese durante le operazioni di pulizia e disinfezione delle griglie ovvero dall'effetto "boost" dato dalla riaccensione dell'impianto post-sanificazione, possano determinare rischio di infezione.

Si deve, inoltre, garantire l'idoneo e corretto funzionamento dell'intero sistema, al fine di interrompere la catena di diffusione-trasmissione del virus prevenendo il contagio in ambiente indoor. Gli impianti di areazione, infatti, generano getti di aria, che in base alla velocità di immissione, possono interferire con l'emissione di particelle della respirazione e quindi anche con quelle contagiose; questo potrebbe determinare una diffusione ambientale del droplet contaminante. Al fine di gestire tale rischio, il ricambio di aria mediante immissione di aria esterna determina una riduzione della carica microbica e quindi dell'esposizione alla stessa. In un medesimo ambiente vale questa principale indicazione ma il bioaerosol sospeso potrebbe essere trasportato anche in altri ambienti, in quanto la movimentazione dell'aria dipende dalla differenza tra le pressioni. (20)

Poiché il rischio in ambienti indoor non sanitari è legato prevalentemente alla presenza di un soggetto infettante, è bene innanzitutto poter escludere tale presenza per ridurre il rischio.

Quando ciò non sia possibile o determinabile, è necessario predisporre una valutazione del rischio che consenta di indirizzare nel modo corretto il funzionamento degli impianti di aerazione.

A tale scopo, l'ISS ha definito il livello di rischio in ambiente in relazione a tale presenza e all'utilizzo dello stesso e, contemporaneamente, ha dato delle raccomandazioni operative per gli ambienti non sanitari né ospedalieri attuando una valutazione attraverso una matrice di rischio da contagio in ambiente indoor non sanitario, identificando 4 classi di rischio: molto basso, basso, moderato e alto. (21)

Tale matrice è stata creata correlando la probabilità di presenza di un soggetto infetto, in riferimento a quanto riportato dal DM Salute del 30/04/2020 (molto bassa, bassa, moderata, alta) con 5 tipologie di ambienti in relazione alla modalità di utilizzo, con rischio crescente in termini di attività e persone presenti, in relazione anche all'assenza o presenza di un preposto alla vigilanza per l'utilizzo di mascherine:

1. ambiente con postazioni assegnate e mobilità limitata a ingresso/uscita. Occupanti abituali, in assenza di nuovi soggetti;

2. ambiente con postazioni assegnate e mobilità limitata a ingresso/uscita. Presenza di occupanti occasionali;
3. ambiente con mobilità libera, nel rispetto della distanza interpersonale. Occupanti abituali, in assenza di nuovi soggetti;
4. ambiente con mobilità libera, nel rispetto della distanza interpersonale. Presenza di occupanti occasionali;
5. attività che non consentono il rispetto della distanza interpersonale.

Il livello di rischio così calcolato servirà per individuare le corrispondenti istruzioni operative e raccomandazioni per ogni tipologia di impianto: maggiore sarà il rischio, maggiori saranno gli interventi funzionali e gestionali che prevedono una minore velocità dell'aria (max 0,5 m/s) per non creare forti getti o correnti di aria, l'esclusione del ricircolo e l'esclusione dell'aspirazione degli ambienti comuni per non generare promiscuità d'aria ambiente tra differenti aree ed aumentare quindi la probabilità di diffusione.

Altri organi tecnici si sono impegnati nel definire corretti sistemi di gestione. Tra questi, l'AiCARR, (Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione) ha definito gli interventi tecnici per la riduzione del rischio da diffusione del SARS-CoV-2, di seguito sinteticamente riportati (22):

1. aumento della portata d'aria: questo deve riguardare sia il ventilatore di mandata dell'aria esterna sia quello di ripresa dell'aria esausta, cercando di mantenere inalterata la differenza di pressione nei singoli ambienti;
2. forzatura serrande in sola aria esterna: chiudere la serranda del ricircolo e contemporaneamente aprire le serrande dell'aria immessa e dell'aria espulsa;
3. disattivazione o by-pass del recuperatore di calore: i recuperatori rotativi vanno sempre arrestati per evitare una contaminazione dell'aria immessa;
4. mantenimento del set point dell'umidità relativa al di sopra del 40%: bassi valori di umidità rendono secche le mucose, riducendone la funzione di barriera al virus;
5. funzionamento in continuo dell'immissione dell'aria esterna: questo garantisce di avere all'interno degli ambienti aria alle condizioni di quella esterna al momento della riapertura dei locali.

### **Focus sugli impianti di aerazione in ospedale**

Gli ambienti indoor comuni, quali abitazioni e luoghi di lavoro, rappresentano siti in cui la probabilità di presenza di un soggetto infetto è il fattore discriminante su cui poter e dover gestire l'operatività di un sistema aeraulico; di conseguenza, l'assenza di tale elemento presuppone che gli impianti



possano essere operativi e funzionanti secondo le indicazioni e le istruzioni del costruttore e dell'ambiente in cui operano, avendo cura di garantire l'igiene delle componenti strutturali e la messa in sicurezza del funzionamento per il mantenimento della sicurezza ambientale, secondo un principio di massima precauzione e della qualità dell'aria indoor per il comfort termico e organizzativo dei soggetti presenti.

Discorso a parte meritano gli ospedali e tutte le strutture sanitarie, in cui la presenza di soggetti infetti è potenzialmente alta ed altrettanto alta è la conseguente possibilità di contagio per via aerea, trattandosi di ambienti ad alto rischio di base.

Per questo tali ambienti devono necessariamente prevedere sistemi operativi più stringenti e attenti ad evitare il rischio di contagio interno per via aerea tra i soggetti presenti.

Un esempio di gestione funzionale, in base all'alto rischio di contagio per via aerea da SARS-CoV-2 in ambienti sanitari, è dato sempre dall'AiCARR e di seguito riportato sinteticamente (23), fermo restando che, in presenza di pazienti infettivi, i principi base sono: la segregazione, la diluizione mediante un maggior numero di ricambi di aria, filtrazione assoluta dell'aria.

1. **MESSA IN DEPRESSIONE DEGLI AMBIENTI:** si realizza tramite il potenziamento della ripresa dell'aria;
2. **GESTIONE DELL'ESPULSIONE:** attraverso filtri H13 o H14 (filtri HEPA, High Efficiency Particulate Air filter, sono filtri assoluti, composti da più strati di foglietti filtranti, separati da setti in alluminio: il primo con una efficienza di filtrazione  $\geq 99,95$ , il secondo  $\geq 99,995$ );
3. **RICIRCOLO DELL'ARIA AMBIENTE:** è necessario eliminare il ricircolo per impedire la possibilità di contaminazione dell'aria ambiente. Le unità split, i ventilconvettori e i sistemi VRF (Flusso Refrigerante Variabile) per il riscaldamento e il raffreddamento, ricircolano solo l'aria ambiente della singola camera e costituiscono un basso rischio di diffusione se sottoposti ad accurata pulizia e disinfezione;
4. **MODULO DI TERAPIA INTENSIVA:**
  - Superficie posti letto 15 m<sup>2</sup>/p.l
  - Apparecchiature 600-800W/p.l. circa 50 W/m<sup>2</sup>
  - Illuminazione 5 W/m<sup>2</sup>
  - Portata di aria esterna minima  $\geq 10/12$  h-1 con un minimo di 6 h-1 come da DPR 14 gennaio 1997
  - Temperatura immissione dell'aria  $\geq 18^{\circ}\text{C}$
  - Umidità relativa tra il 40 e il 60% come da DPR 14 gennaio 1997.

5. PULIZIA TERMINALE: utilizzare aspiratore con microfiltro HEPA, pulire le superfici con aspirapolvere con asta telescopica, lavare con panno imbevuto con soluzione detergente, lasciar asciugare;
6. SOSTITUZIONE FILTRI ASSOLUTI: si deve verificare la loro tenuta;
7. DISATTIVAZIONE O BY-PASS DEI RECUPERATORI DI CALORE.

### **Conclusioni e riflessioni**

La diffusione del virus SARS-CoV-2 tramite bioaerosol è riconosciuta dall'OMS e può essere potenzialmente presente oltre il metro di distanza in ambiente chiuso ed in presenza di una sorgente infettiva continua come un malato di COVID-19, per cui la stessa Organizzazione Mondiale della Sanità evidenzia la necessità della ventilazione continua degli ambienti. [24, 25]

È noto che l'aumento di portata di aria esterna di rinnovo riduce il rischio per le malattie infettive [26, 27]; essa, però, deve essere eseguita con alcuni accorgimenti per poter permettere la diluizione del virus in aria ambiente e non creare di conseguenza possibilità di trasmissione. Ad oggi la trasmissione per via aerea di SARS-CoV-2 non è stata dimostrata e non ci sono evidenze scientifiche a supporto di questa ipotesi. Ci sono, invece, evidenze per altre malattie di origine virale analoghe al COVID-19, legate cioè ad altre tipologie di Coronavirus. Questo deve orientare al corretto funzionamento operativo dei sistemi di aerazione, secondo il principio di massima precauzione per gli ambienti indoor comuni non sanitari. La disinfezione e la pulizia degli impianti e una corretta gestione dei flussi, della velocità dell'aria, della portata, dei ricambi di aria e del ricircolo sembrano garantire una buona sicurezza. Per gli ambienti sanitari e ospedalieri, oltre l'applicazione di un principio di massima precauzione insieme all'aumento della frequenza di pulizia, gli accorgimenti tecnici-operativi devono essere sicuramente più stringenti e basati sull'esclusione di una diffusione per via aerea agendo sui ricambi, sull'esclusione del ricircolo, sull'adozione di filtri assoluti. Alla luce di quanto sinteticamente riportato, gli impianti di aerazione possono costituire un potenziale canale di trasmissione per la carica virale capace di disperdersi nell'aria indoor ma il mantenimento di un buon livello di manutenzione e pulizia/disinfezione periodica dell'impianto oltre a garantire una migliore qualità dell'aria attraverso buone prassi gestionali, tecniche ed operative, può contribuire a ridurre il rischio di contagio da microrganismi e da SARS-CoV-2, sia in ambienti comunitari che in quelli sanitari.

## Bibliografia

1. EpiCentro, Istituto Superiore di Sanità (ISS). "Coronavirus -Cosa Sono i Coronavirus." Wwww.Epicentro.Iss.It, 23 Jan. 2020, [www.epicentro.iss.it/coronavirus/cosa-sono](http://www.epicentro.iss.it/coronavirus/cosa-sono).
2. EpiCentro, Istituto Superiore di Sanità (ISS). "Focolaio Di Infezione Da Nuovo Coronavirus SARS-CoV-2: La Situazione in Italia." Wwww.Epicentro.Iss.It, 16 Jan. 2020, [www.epicentro.iss.it/coronavirus/sars-cov-2-italia](http://www.epicentro.iss.it/coronavirus/sars-cov-2-italia).
3. Ministero della Salute. "Covid-19, in Gazzetta Ufficiale Il Decreto #Iorestoacasa." Wwww.Salute.Gov.It, 10 Mar. 2020, [www.salute.gov.it/portale/nuovocoronavirus/dettaglioNotizieNuovoCoronavirus.jsp?lingua=italiano&id=4186](http://www.salute.gov.it/portale/nuovocoronavirus/dettaglioNotizieNuovoCoronavirus.jsp?lingua=italiano&id=4186).
4. EpiCentro. "SARS-CoV-2: Dichiarazione Di Pandemia." Epicentro.Iss.It, 12 Mar. 2020, [www.epicentro.iss.it/coronavirus/sars-cov-2-dichiarazione-pandemia](http://www.epicentro.iss.it/coronavirus/sars-cov-2-dichiarazione-pandemia). Accessed 4 June 2020.
5. Correia, G., et al. "Airborne Route and Bad Use of Ventilation Systems as Non-Negligible Factors in SARS-CoV-2 Transmission." *Medical Hypotheses*, vol. 141, Aug. 2020, p. 109781, 10.1016/j.mehy.2020.109781.
6. Pandemia SARS-CoV-2 - Manuale CoVID-19. W. Ricciardi, U. Moscato, P. Laurenti, F. D'Ambrosio, L. Villani. Edizione Idelson Gnocchi 1908, 2020.
7. Gruppo di Lavoro ISS Ambiente-Rifiuti COVID-19. Indicazioni sugli impianti di ventilazione/climatizzazione in strutture comunitarie non sanitarie e in ambienti domestici in relazione alla diffusione del virus SARS-CoV-2. Versione del 25 maggio 2020. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2020. (Rapporto ISS COVID-19, n. 33/2020).
8. Gruppo di Lavoro ISS Ambiente-Rifiuti COVID-19. Indicazioni sulle attività di balneazione, in relazione alla diffusione del virus SARS-CoV-2. Versione del 31 maggio 2020. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2020. (Rapporto ISS COVID-19, n. 36/2020).
9. Morawska L, Cao J. Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality [published online ahead of print, 2020 Apr 10]. *Environ Int.* 2020;139:105730. doi:10.1016/j.envint.2020.105730.
10. World Health Organization. "Modes of Transmission of Virus Causing COVID-19: Implications for IPC Precaution Recommendations." Wwww.Who.Int, [www.who.int/news-room/commentaries/detail/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations](http://www.who.int/news-room/commentaries/detail/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations).
11. Lu, Jianyun, et al. "Early Release - COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020 - Volume 26, Number 7—July 2020 - Emerging Infectious Diseases Journal - CDC." Wwww.Cdc.Gov, [wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/7/200764\\_article](http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/7/200764_article), 10.3201/eid2607.200764.
12. Fernstrom, Aaron, and Michael Goldblatt. "Aerobiology and Its Role in the Transmission of Infectious Diseases." *Journal of Pathogens*, vol. 2013, 2013, pp. 1-13, [www.hindawi.com/journals/jpath/2013/493960/](http://www.hindawi.com/journals/jpath/2013/493960/), 10.1155/2013/493960.
13. Ong, Sean Wei Xiang, et al. "Air, Surface Environmental, and Personal Protective Equipment Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) From a Symptomatic Patient." *JAMA*, 4 Mar. 2020, 10.1001/jama.2020.3227.
14. Gruppo di Lavoro ISS Ambiente e Qualità dell'Aria Indoor "Rapporto ISS COVID-19 n. 5/2020" Rev. 2 - Indicazioni ad interim per la prevenzione e gestione degli ambienti indoor in relazione alla trasmissione dell'infezione da virus SARS-CoV-2. Versione del 25 maggio 2020- pag. 4.
15. UNI 10339:1995. "Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura".
16. Gruppo di Lavoro Ambiente-Rifiuti COVID-19. "Rapporto ISS COVID-19 n. 33/2020" - Indicazioni sugli impianti di ventilazione/climatizzazione in strutture comunitarie non sanitarie e in ambienti domestici in relazione alla diffusione del virus SARS-CoV-2. Versione del 25 maggio 2020 - pag. 8-10.

17. D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 - "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia".
18. UNI 7129-1:2015 - "Impianti a gas per uso domestico e similare alimentati da rete di distribuzione - Progettazione, installazione e messa in servizio" Parte 1: Impianto interno.
19. UNI EN 15780:2011. "Ventilazione degli edifici - Condotti - Pulizia dei sistemi di ventilazione"
20. Gruppo di Lavoro Ambiente-Rifiuti COVID-19. "Rapporto ISS COVID-19 n. 33/2020" - Indicazioni sugli impianti di ventilazione/climatizzazione in strutture comunitarie non sanitarie e in ambienti domestici in relazione alla diffusione del virus SARS-CoV-2. Versione del 25 maggio 2020 - pag. 13-14.
21. Gruppo di Lavoro Ambiente-Rifiuti COVID-19. "Rapporto ISS COVID-19 n. 33/2020" - Indicazioni sugli impianti di ventilazione/climatizzazione in strutture comunitarie non sanitarie e in ambienti domestici in relazione alla diffusione del virus SARS-CoV-2. Versione del 25 maggio 2020 - pag. 17-18.
22. AiCARR. "Protocollo per la riduzione del rischio da diffusione del SARS-CoV2-19 mediante gli impianti di climatizzazione e ventilazione esistenti" 18 Mar. 2020.
23. AiCARR. "Protocollo per la riduzione del rischio da diffusione del SARS-CoV2-19 mediante gli impianti di climatizzazione e ventilazione in ambienti sanitari" Aprile 2020.
24. World Health Organization & United Nations Children's Fund (UNICEF). (2020). Water, sanitation, hygiene and waste management for COVID-19: technical brief, 03 March 2020. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331305>. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
25. World Health Organisation. "Infection Prevention and Control during Health Care When Novel Coronavirus (NCoV) Infection Is Suspected." [www.who.int/publications/i/item/10665-331495](http://www.who.int/publications/i/item/10665-331495), 19 Mar. 2020, [www.who.int/publications/i/item/10665-331495](http://www.who.int/publications/i/item/10665-331495).
26. Gammaitoni, Laura. "Using a Mathematical Model to Evaluate the Efficacy of TB Control Measures." *Emerging Infectious Diseases*, vol. 3, no. 3, Sept. 1997, pp. 335-342, 10.3201/eid0303.970310.
27. Knibbs, Luke D., et al. "Room Ventilation and the Risk of Airborne Infection Transmission in 3 Health Care Settings within a Large Teaching Hospital." *American Journal of Infection Control*, vol. 39, no. 10, Dec. 2011, pp. 866-872, 10.1016/j.ajic.2011.02.014.

*Referente:*

*Prof.ssa Patrizia Laurenti*

*Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma, Italia;*

*Fondazione Policlinico Universitario A. Gemelli IRCCS, Roma, Italia;*

*Patrizia.Laurenti@unicatt.it*