

Nota preliminare per la gestione degli impianti di climatizzazione e ventilazione per la riduzione del rischio di diffusione del virus SARS-CoV-2

Prof. Ing. Emanuele Habib

27 Aprile 2020

1 Preambolo

Il presente documento esprime valutazioni tecniche in merito agli impianti di ventilazione e climatizzazione ed è rivolto esclusivamente ad **strutture non sanitarie**, in cui si presume che non vi siano soggetti affetti dal virus ma si intende mitigare gli effetti di un'eventuale presenza occasionale (es. persona asintomatica).

2 Premessa

In letteratura sono indicate diverse modalità presunte di trasmissione del Corona Virus denominato SARS-CoV-2 responsabile della pandemia COVID-19 [1-3]:

1. Trasmissione diretta da un soggetto infetto tramite gocce espessorate (droplet - gocce diametro $> 5 \mu\text{m}$);
2. Trasmissione per contatto diretto o indiretto;
3. Trasmissione fecale-orale tramite aerosol di origine fecale generato negli impianti di scarico (aerosol - gocce diametro $< 5 \mu\text{m}$);
4. Trasmissione aerogena tramite bio-aerosol generato da espessorato (aerosol - gocce diametro $< 5 \mu\text{m}$).

Il rischio connesso alle prime due modalità di trasmissione può essere limitato mediante opportuni comportamenti da parte degli occupanti (distanziamento), con l'utilizzo di DPI opportuni (mascherine) e mediante disinfezione periodica delle superfici. La gittata delle gocce espessorate (droplet) può essere incrementata da eventuali correnti d'aria in ambiente.

Le ultime due modalità di trasmissione, seppure non confermate [1], presentano un'interazione con gli impianti di climatizzazione e ventilazione.

La modalità 3 è limitata ai soli bagni e la sua interazione con il resto dell'edificio è generalmente limitata dalla ventilazione in aspirazione di tali locali.

La modalità 4 presenta invece interazioni significative con l'ambiente in relazione ai moti dell'aria all'interno della zona ed alla asportazione e diluizione dei patogeni.

3 Livelli di rischio

Allo stato attuale, le evidenze disponibili in merito alle modalità di trasmissione del virus sono incomplete. In particolare, l'analisi delle possibili modalità di contagio tra gli ospiti di un ristorante a Guangzhou in China [4], in cui era presente una persona asintomatica, in un locale privo di finestre e dotato di un impianto di climatizzazione unico per l'intera sala, ha evidenziato che:

- i contagiati, che non appartenevano al nucleo familiare del soggetto infetto, erano situati a distanze comprese tra 1 e 3 metri dalla presunta sorgente;
- nell'ambiente erano presenti 83 persone tra ospiti e personale, ma tutte le persone che si trovavano al di fuori dell'area interessata dal getto d'aria dell'impianto di climatizzazione sono risultate negative.

Le conclusioni degli autori dell'articolo, ampiamente condivisibili, sono che la diffusione sia avvenuta per effetto della diffusione di goccioline (droplets) dal soggetto infetto, senza trasmissione per aerosol. Ciononostante, poiché vi sono state evidenze di diffusione tramite aerosol di altri coronavirus (SARS-CoV, MERS-CoV) [5], non si può ritenere nullo il rischio di tale ulteriori modalità di diffusione.

4 Persistenza nel tempo del rischio di diffusione

Recenti prove sperimentali hanno evidenziato un'emivita del virus SARS-CoV-2 in aerosol pari a circa 1 ora [6]. Ciò comporta che ad ogni ora successiva all'emissione del bio-aerosol infettivo si ha un dimezzamento della carica virale vitale in ambiente.

La sopravvivenza del virus si riduce in modo esponenziale con la temperatura. Nel mezzo di conservazione è stata rilevata una sopravvivenza di 1 giorno a 37°C che si riduce a circa 15 minuti a 56°C e a circa 1 minuto a 70°C [7]. Umidità relative elevate hanno evidenziato una riduzione della persistenza del coronavirus, con riduzione significativa per umidità relative pari a 80% a temperature comprese tra 30°C e 40°C [8-9].

Poiché il virus ha un diametro aerodinamico compreso tra $0.08 \mu\text{m}$ e $0.16 \mu\text{m}$ [10], può formare aerosol stabile con persistenza indefinita in aria. Ciò comporta in particolare che viene trascinato dall'aria senza subire fenomeni di separazione inerziale.

La persistenza della carica virale immessa in ambiente può essere ridotta mediante ventilazione con aria priva di patogeni (diluizione). Ciò può essere realizzato mediante immissione di aria esterna in ambiente. Al riguardo è stato osservato in ambienti non ospedalieri [11], con più utenti per zona, una significativa correlazione inversa tra probabilità di infezione e portata d'aria esterna, per valori inferiori a 2 ricambi orari. Al contrario, non sono state rilevate correlazioni significative tra concentrazione di CO₂ e probabilità di infezione per valori inferiori a 250 ppm al di sopra del valore basale

5 Modalità di contagio aerogeno mediato dall'impianto di climatizzazione/ventilazione

L'impianto di climatizzazione/ventilazione può mitigare o acuire il rischio di contagio aerogeno. Infatti, il bio-aerosol generato da un soggetto, in assenza di moto dell'aria, tende a persistere nella zona circostante con un moto convettivo ascendente derivante dalla maggiore temperatura rispetto all'ambiente al momento dell'emissione. Ciò può provocare un allontanamento del bio-aerosol dalla zona occupata dalle persone.

L'impianto di climatizzazione o di ventilazione può incrementare la gittata delle gocce o determinare lo spostamento dell'aerosol verso una diversa porzione dell'ambiente, investendo altri occupanti e favorendone il contagio.

L'immissione di aria esterna determina una diluizione dei patogeni, riducendo la carica virale media e quindi la probabilità di contagio (in modo non necessariamente proporzionale).

D'altra parte, l'impianto di ventilazione, qualora la ripresa dell'aria non avvenga nello stesso ambiente di immissione, in modo bilanciato, può comportare la diffusione dei patogeni verso gli ambienti adiacenti.

Quindi, la gestione dell'impianto di climatizzazione e di ventilazione deve essere adeguata alle caratteristiche dell'impianto e alla modalità d'uso degli ambienti.

Le mascherine protettive delle vie respiratorie ordinarie (tipo chirurgico) riducono l'emissione di goccioline (droplet) e bio-aerosol, ma non garantiscono la protezione da eventuali patogeni in sospensione. A tal fine sarebbero necessarie mascherine filtranti facciali FFP2 o FFP3. Le linee guida dell'ISS [1] limitano l'utilizzo di tali DPI ai soli operatori sanitari impegnati in alcune specifiche operazioni, specie in considerazione della ridotta disponibilità di tali dispositivi

nell'attuale pandemia. Nella gestione degli impianti si deve quindi ritenere che tutti gli occupanti degli ambienti siano privi di filtri facciali.

5.1 Diffusione all'interno della medesima zona

All'interno di un singolo ambiente si possono verificare le seguenti condizioni:

Ambiente occupato da un singolo utente, in via esclusiva.	Nessun rischio specifico di diffusione.	Impianti di climatizzazione autonomi possono operare in modo ordinario.
Ambiente occupato da diversi utenti, seppure non contemporaneamente (es. sala copie, sala ristoro con accesso limitato)	Diffusione per presenza differita	La ventilazione dei locali riduce la concentrazione di aerosol.
Ambiente occupato da più utenti o da un singolo utente in via prevalente, con sporadici accessi di altri utenti. (es. una segreteria)	Diffusione per presenza contemporanea	Impianti di climatizzazione a ricircolo (es. fan-coil, split) possono favorire la diffusione tra le diverse parti dell'ambiente. La ventilazione dei locali riduce la concentrazione di aerosol.

Si deve rammentare che l'intervento del personale di pulizia dell'ambiente o di altri operatori determina quasi sempre la presenza di più utenti in uno stesso ambiente, salvo che ciò sia differito per un tempo sufficiente alla diluizione/inattivazione dell'eventuale bio-aerosol.

5.2 Diffusione tra zone distinte

La ventilazione può determinare il movimento di masse d'aria da un ambiente ad un altro adiacente, con trasporto dell'eventuale bio-aerosol sospeso. Ogni impianto di ventilazione centralizzata determina in genere una diffusione tra zone adiacenti, a prescindere dall'eventuale prestazione di climatizzazione.

Ventilazione con sola aria esterna, con aspirazione bilanciata da ciascuna zona	Rischio di diffusione minimo, richiede una verifica dell'effettivo bilanciamento
Ventilazione con sola aria esterna, con aspirazione in zone comuni (corridoio, bagni)	Rischio di diffusione elevato di contaminazione delle zone di aspirazione
Ventilazione con ricircolo	Rischio di diffusione elevato per la contaminazione delle zone servite attraverso il ricircolo

Si segnala inoltre che la ventilazione naturale mediante l'apertura delle finestre determina in genere una diffusione tra zone adiacenti. La chiusura delle porte tra le stanze, in presenza di partizioni interne a tenuta d'aria, consente di ridurre o eliminare il rischio di diffusione.

6 Bibliografia

- [1] Gruppo di lavoro ISS Prevenzione e controllo delle Infezioni. Indicazioni ad interim per un utilizzo razionale delle protezioni per infezione da SARS-COV-2 nelle attività sanitarie e sociosanitarie (assistenza a soggetti affetti da covid-19) nell'attuale scenario emergenziale SARS-COV-2. Versione del 28marzo 2020. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2020 (Rapporto ISS COVID-19, n.2/ 2020 Rev.)
- [2] Zhang W, Du RH, Li B, et al. Molecular and serological investigation of 2019-nCoV infected patients: implication of multiple shedding routes. *Emerg Microbes Infect.* 2020;9(1):386–389. Published 2020 Feb 17. doi:10.1080/22221751.2020.1729071
- [3] Yang, Y, Shang, W, Rao, X. Facing the COVID-19 outbreak: What should we know and what could we do? *J Med Virol.* 2020; 92: 536– 537. <https://doi.org/10.1002/jmv.25720>
- [4] Lu J, Gu J, Li K, Xu C, Su W, Lai Z, et al. COVID-19 outbreak associated with air conditioning in restaurant, Guangzhou, China, 2020. *Emerg Infect Dis.* 2020 Jul [26/04/2020]. <https://doi.org/10.3201/eid2607.200764>
- [5] Kutter J S, Spronken M I, Fraaij P L, Fouchier R AM, Herfst S, Transmission routes of respiratory viruses among humans. *Current Opinion in Virology* 2018, 28:142–151. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2018.01.001>
- [6] Doremalen N, Bushmaker T, Morris D, Holbrook M, Gamble A, Williamson B, Tamin A, Harcourt J, Thornburg N, Gerber S, Lloyd-Smith J, de Wit E, Munster V, 2020. Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1. medRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2020.03.09.20033217>
- [7] Chin A, Chu J, Perera M, Hui K, Yen H-L, Chan M, Peiris M, Poon L. 2020. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. medRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2020.03.15.20036673>
- [8] van Doremalen N, Bushmaker T, Munster VJ, 2013. Stability of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) under different environmental conditions. *European communicable disease bulletin* 18(38): 1-4

- [9] Casanova LM, Jeon S, Rutala WA, Weber DJ, Sobsey MD, 2010. Effects of Air Temperature and Relative Humidity on Coronavirus Survival on Surfaces. *Applied and Environmental Microbiology* 76(9): 2712–2717
- [10] Morawska L, 2006. Droplet fate in indoor environments, or can we prevent the spread of infection? *Indoor Air* 16(2): 335-347.
- [11] Luongo JC, Fennelly KP, Keen JA, Zhai ZJ, Jones BW, Miller SL, 2016. Role of mechanical ventilation in the airborne transmission of infectious agents in buildings. *Indoor Air* 25(6): 666-678