

**Rischio COVID-19 secondario a trasmissione di SARS-CoV-2  
attraverso i sistemi aeraulici.**

**INDICE**

	Pag.
1 Premessa	2
2 Obiettivi	2
3 Metodologia	3
4 Risultati	3
4.1 Caratteristiche e funzionamento dei principali impianti aeraulici	3
4.2 Rischio COVID.19 secondario a impianti aeraulici: <i>Scoping Review</i>	5
5 Interventi raccomandati	7
6 Bibliografia	9
7 Gruppo di lavoro	12
<i>Tabella 1</i> Articoli scientifici riguardanti il rischio di trasmissione di <i>SARS-CoV-2</i> secondario a impianti aeraulici	13
<i>Tabella 2</i> Articoli scientifici riguardanti il rischio di trasmissione di altri Coronaviridae e agenti etiologici secondario a impianti aeraulici	14
<i>Tabella 3</i> Interventi correttivi consigliati per la riduzione del rischio COVID-19 conseguente a trasmissione di SARS-CoV-2 attraverso impianti aeraulici: convergenza delle evidenze scientifiche e dei documenti tecnici di Società Tecnico-scientifiche	17
<i>Allegato 1</i> Estrazione delle indicazioni riportate nei Documenti Tecnici Internazionali e Linee di indirizzo Nazionali per il corretto utilizzo dei condizionatori per la prevenzione della diffusione di SARS-CoV-2 in ambienti indoor	21

## **1. Premessa**

La trasmissione del virus SARS-CoV-2, avviene attraverso tre modalità: (1) per contatto ravvicinato e diretto tra persona e persona; (2) per inalazione di goccioline liquide (droplets di dimensioni comprese tra 5-10  $\mu\text{m}$  di diametro) emesse da un soggetto infetto attraverso tosse o starnuti; (3) attraverso superfici contaminate da droplets o da secrezioni respiratorie di un soggetto infetto (saliva, secrezioni nasali, espettorato).

I droplets generalmente si propagano per brevi distanze, e possono raggiungere direttamente le mucose nasali, orali o le congiuntive di soggetti suscettibili presenti entro 1 metro di distanza, oppure depositarsi sulle superfici. Da queste ultime il virus si può trasmettere indirettamente, attraverso il contatto delle mani contaminate con bocca, naso e occhi. Negli ambienti sanitari è possibile anche la trasmissione per via aerea a seguito di esposizione al pericolo SARS-CoV-2 del personale di assistenza durante l'esecuzione di alcune procedure assistenziali (ventilazione forzata, intubazione, lavaggio broncoalveolare, ecc.) in grado di generare aerosol con droplets di dimensioni  $<5 \mu\text{m}$  di diametro (droplets nuclei) capaci di raggiungere nell'aria distanze maggiori. Per tali procedure il WHO raccomanda precauzioni per contenere la trasmissione aerea (WHO, 29 marzo 2020).

Alcuni studi stanno indagando anche su una eventuale via di trasmissione oro-fecale, in quanto il virus è stato rinvenuto anche nelle feci di soggetti infetti. Tuttavia ad oggi non vi sono evidenze scientifiche che confermano questa via di trasmissione (WHO, 29 marzo 2020).

Relativamente alle condizioni ambientali, SARS-CoV-2, come altri coronavirus (*Doremalen et al.*, 2020) e come gran parte dei virus, risulta stabile alle temperature di refrigerazione ( $+4^{\circ}\text{C}$ ), con una riduzione della carica virale, in condizioni sperimentali di laboratorio, pari a circa 0,7 log in 14 giorni (*Chin et al.*, 2020).

A temperatura ambiente, di contro, SARS-CoV-2 mostra una minore stabilità e virus in grado di infettare possono essere rilevati fino a 7 giorni a  $22^{\circ}\text{C}$  oppure fino a 1 giorno a  $37^{\circ}\text{C}$  (*Chin et al.*, 2020).

Relativamente al parametro umidità valori di umidità inferiori al 40% risultano permissivi la sopravvivenza in ambiente di SARS-CoV-2 e in generale di virus con envelope (*Shajahan et al.*, 2019). Inoltre, è stato dimostrato che una umidità  $<40\%$  può causare secchezza delle mucose compromettendo le normali funzioni di barriera meccanica e di innesco delle prime fasi di attivazione del sistema immunitario rendendo i soggetti più suscettibili alle infezioni (*Kudo et al.*, 2019).

Pertanto, valori di umidità relativa compresi tra 40% e 60% negli ambienti confinati possono contribuire a limitare la sopravvivenza e diffusione di SARS-CoV-2 e allo stesso tempo mantenere idratate e integre le mucose degli occupanti (*Dietz et al.*, 2019).

## **2. Obiettivi**

Facendo seguito al mandato della Task Force\_COVID-19 "Sapienza" del 30 aprile u.s. "Impianti di condizionamento e rischio COVID-19" per la Comunità "Sapienza", il Gruppo di Lavoro, riportato in calce, coordinato dalla scrivente ha inteso acquisire le caratteristiche salienti degli impianti aeraulici e le evidenze scientifiche di rischio COVID-19 ad essi correlato per orientare le azioni di miglioramento continuo nella manutenzione e ottimizzazione della gestione degli impianti operanti in Sapienza e, nel contempo, dare indicazioni di gestione degli ambienti da parte degli occupanti. Riteniamo che il lavoro possa contribuire anche all'aggiornamento del DVR relativamente a questo Rischio.

### 3. Metodologia

Relativamente all'acquisizione di informazioni su tipologia e funzionamento degli impianti aeraulici più frequentemente utilizzati in ambienti di lavoro "non industriali" sono stati consultati i documenti dell'Associazione Italiana Igienisti di Impianti Aeraulici, valutati informalmente con un Ingegnere esperto di lungo percorso in collaudo impianti.

Relativamente all'acquisizione di evidenze scientifiche su "rischio COVID-19 secondario a presenza in ambienti indoor di impianti aeraulici" è stata effettuata una Scoping Review.

La revisione è stata effettuata considerando sia articoli pubblicati su riviste scientifiche sia documenti tecnici, utilizzando il motore di ricerca PubMed attraverso utilizzo delle seguenti *key words* ed indicatori booleani (data 6 maggio 2020):

- ("air conditioning"[TIAB] OR hvac[TIAB]) AND (covid\*[TIAB] OR coronavirus[TIAB]),
- SARS AND Air Conditioning.

Non sono stati posti limiti temporali o di lingua.

In considerazione del recente riconoscimento di SARS-CoV-2 come nuovo agente etiologico implicato nel determinismo del rischio COVID-19, le stringhe di ricerca sono state costruite per includere nella ricerca prodotti che trattassero dell'associazione di interesse riferita a esposizione anche a altri Coronaviridae.

Sono stati pertanto inclusi tutti gli articoli che contenevano nel titolo e/o abstract e/o corpo del testo dati qualitativi e/o quantitativi su associazione SARS-CoV e *air conditioning*.

La forza dell'evidenza di associazione del Rischio di esposizione a SARS-CoV e sistemi di gestione aeraulica è stata definita sulla base del disegno dello studio (metanalisi, studi sperimentali, studi osservazionali e case report, revisioni sistematiche, revisioni narrative).

### 4. Risultati

#### 4.1 Caratteristiche e funzionamento dei principali impianti aeraulici presenti in ambienti di lavoro

Dalla lettura dei documenti dell'AISA (2020) e dal confronto con un Ingegnere esperto è emerso che gli impianti aeraulici che gestiscono la fluidodinamica di ambienti indoor si distinguono per complessità modalità di funzionamento in: impianti di condizionamento a tutt'aria (U.T.A., Unità Trattamento Aria); impianti misti aria-acqua, del tipo "aria primaria e ventilconvettori" (Fan coil); impianti a fluido refrigerante (Split). A seguire si riporta una breve descrizione delle tre differenti tipologie di impianti funzionale alla struttura della relazione.

##### 4.1.1. Impianti di condizionamento a tutt'aria (U.T.A.)

In questa tipologia di impianti il controllo di tutte le grandezze microclimatiche (temperatura, umidità relativa, purezza e velocità dell'aria) viene effettuato mediante l'impiego di aria. Possono essere impianti a portata costante o a portata variabile.

Gli impianti a tutt'aria immettono aria esterna nell'ambiente indoor; tuttavia, per motivi legati al risparmio energetico, molti impianti riprendono una percentuale significativa dell'aria indoor (normalmente superiore al 70%) e dopo correzione delle grandezze microclimatiche la reintroducono negli ambienti in un ciclo continuo (AIIISA, 2020).

Sempre nell'ottica del risparmio energetico questi impianti sono dotati di sistemi di recupero di calore che possono essere di diverse tipologie:

- *Recuperatori di calore a piastre*: generalmente non c'è contatto tra aria di immissione e aria di ripresa e emissione in particolare se le piastre sono di materiale metallico (alluminio).
- *Recuperatori di calore rotativi*: in questo sistema l'aria esterna passa attraverso la ruota prima di entrare nel resto del sistema di trattamento (HVAC, Heating, Ventilation and Air Conditioning), assorbendo il calore recuperato dall'aria di espulsione. In questo sistema di recuperatore di calore può avvenire il contatto tra aria di immissione e aria di espulsione (possibile rischio di permanenza nel sistema e di reimmissione negli ambienti di inquinanti e pericoli biologici).

Sono impianti generalmente dotati di efficienti sistemi di filtraggio dell'aria esterna che vanno da filtri tipo F7 fino a tipo F9 in grado, questi ultimi, di trattenere anche particolato atmosferico del tipo PM10. La norma UNI EN 13779/2008, relativa alla "Progettazione e alla realizzazione dei sistemi di ventilazione e climatizzazione per gli edifici non residenziali caratterizzati dall'occupazione umana, ad esclusione delle applicazioni in processi industriali" definisce i principali parametri rilevanti per tali impianti. La norma stabilisce l'utilizzo di filtri F8 nei luoghi di lavoro.

Negli impianti a tutt'aria generalmente vengono tenute in sovrappressione le aree di lavoro quali uffici e i camminamenti comuni mentre, i servizi igienici vengono mantenuti a pressione negativa.

#### **4.1.2. Impianti misti aria-acqua, del tipo "aria primaria e ventilconvettori" (Fan coil)**

Questi impianti utilizzano contemporaneamente come fluidi termovettori l'aria (detta primaria) e l'acqua. L'aria, costituita da sola aria esterna, viene immessa in quantità sufficiente a soddisfare il livello di qualità dell'aria in ambiente, viene trattata (filtrata) in una U.T.A. ed inviata alle unità locali (Fan coil) che sono deputate a correggere e mantenere le grandezze microclimatiche operando riscaldamento/raffrescamento a umidità specifica costante. In questi impianti l'aria primaria immessa ha il compito di controllare l'umidità relativa e la purezza dell'aria, mentre l'acqua ha il compito di fronteggiare riscaldamento/rinfriscamento dell'aria.

Questi impianti non hanno una rete di condotti per la ripresa dell'aria dagli ambienti che fuoriesce da fessure degli infissi o attraverso aperture dette "transit" poste sulle porte ed è promossa da una depressione creata meccanicamente in locali opportuni (ad esempio nei servizi igienici).

#### **4.1.3. Impianti a fluido refrigerante (Split)**

Questi impianti sono costituiti da unità singole (condizionatori da finestra) che racchiudono in un unico involucro l'unità frigorifera, la batteria di scambio e l'unità di ventilazione. A volte questi condizionatori sono realizzati in versione pompa di calore e possono quindi provvedere anche a soddisfare esigenze microclimatiche invernali. Una tipologia più interessante d'impianti a fluido refrigerante è quella denominata, con recente neologismo, impianto split (split system). L'unità esterna, composta dal motore del condizionatore e dalla ventola radiale, e l'unità interna, detta anche "split", che provvede a distribuire l'aria condizionata. Il fluido termovettore in questo caso è un gas refrigerante alogenato. L'aria del locale viene filtrata meccanicamente, trattata termicamente, eventualmente deumidificata e nuovamente diffusa nello stesso locale.

Sia gli impianti misti aria-acqua (tipo fan-coil) che gli impianti a fluido refrigerante (tipo split) sono generalmente un'unità a "tutto ricircolo" di aria indoor. Inoltre, entrambe le tipologie montano filtri del tipo G3- G4 o anche categorie inferiori meno efficienti dei filtri F7-F9 montati sugli impianti a tutt'aria.

## 4.2 Rischio COVID-19 secondario a impianti aeraulici: Scoping Review

Sono stati reperiti n. 20 articoli pubblicati su riviste scientifiche dal 2004 ad oggi. Di questi, 15 studi affrontano il rischio correlato all'utilizzo di impianti di condizionamento o di ambienti con ventilazione meccanica riferendosi al pericolo Coronavirus (n. 5 relativi a SARS-CoV-2 e n. 10 relativi a SARS-CoV-1). I restanti 5 articoli trattano di altri pericoli quali virus influenzali, rhinovirus, virus parainfluenzali e in generale di microrganismi patogeni per i quali è accertata la trasmissione aerea.

Considerato il mandato abbiamo ritenuto utile aggregare l'evidenza reperita dai lavori scientifici distinguendo gli studi che hanno trattato il focus rischio di esposizione a SARS-CoV-2 e impianti aeraulici (**Tabella 1**) dagli studi che hanno trattato medesimo rischio correlato alla esposizione a altri Coronaviridae o altri virus di cui è accertata la trasmissione aerea (**Tabella 2**).

Nello specifico nelle **Tablelle 1 e 2** è possibile prendere visione dell'extraction data per Autore, Anno di Pubblicazione/Rivista, Titolo, agente/i biologici, risultati salienti, evidenza scientifica specifica di rischio di contagio correlato a impianti di aerazione a seguito esposizione a SARS-CoV-2 (**Tabella 1**) e altri Coronaviridae (MERS, SARS-CoV-1), virus influenzali (H1N1), Virus Respiratorio Sinciziale, virus del vaiolo e altri agenti etiologici quali bacillo tubercolare e *Bacillus anthracis* (**Tabella 2**).

Inoltre, sono stati valutati approfonditamente 3 documenti tecnici derivanti dalle Linee Guida Internazionali Americane (ASHRAE, 14 aprile 2020), Europee (Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione per affrontare l'emergenza COVID-19 nei luoghi di lavoro - REHVA, 3 aprile 2020) e Italiane (*Rapporto ISS COVID-19 n. 5/2020*, 21 aprile 2020 - sezione relativa agli "ambienti lavorativi", richiamato anche dall'INAIL (documenti tecnici dell'INAIL "Linee di indirizzo per la riapertura delle attività economiche, produttive e ricreative", protocollo condiviso tra le parti sociali e approvato dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 26 aprile 2020). Di tali documenti si riportano integralmente le parti salienti funzionali alla presente relazione in **Allegato 1**.

Dalla lettura dei cinque studi riguardanti la possibile trasmissione di "SARS-CoV-2" associata all'utilizzo di impianti di condizionamento (**Tabella 1**) è emerso che solo un articolo riporta evidenza scientifica specifica di rischio di contagio di SARS-CoV-2 dovuto ad impianto di aerazione (Lu et al., 2020). Lu et al. (2020) descrivono un focolaio di contagio di COVID-19 a Guangzhou, Cina, che ha coinvolto 10 persone di 3 famiglie a seguito di una cena consumata nello stesso ristorante. La distanza tra il paziente considerato caso indice, asintomatico al momento della cena, e i tavoli degli altri casi era superiore al metro. Pertanto, gli Autori concludono a favore del ruolo del flusso d'aria in uscita dal condizionatore nella propagazione dei droplets infetti tra i tavoli. Lo studio in questione è di tipo osservazionale (case report). I restanti 4 articoli [2 opinion paper (Correia et al., 2020; Morawska et al., 2020) e 2 revisioni non sistematiche (Gameiro da Silva et al., 2020; Dietz et al., 2020)], in assenza di evidenza specifica di rischio di esposizione a SARS-CoV-2, gli autori sostengono tuttavia l'ipotesi di trasmissione aerea del virus e quindi del potenziale ruolo dell'impianto di aerazione nella sua diffusione basandosi su analogie con altri virus e agenti patogeni per i quali è accertata la trasmissione aerea.

Per quanto sopra non esistono solide evidenze sperimentali riguardanti rischio specifico per esposizione a SARS-CoV-2 dovuto ad impianti aeraulici al momento della stesura di questo rapporto (06/05/2020).

Dalla lettura dei 10 *studi riguardanti la possibile trasmissione di “SARS-CoV-1” associata all’utilizzo di impianti aeraulici (Tabella 2)*, è emerso che 4/10 studi riferiscono di assenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio di SARS-CoV-1 dovuto ad impianto di aerazione di cui 2/4 articoli sono revisioni narrative, 1/4 i è una revisione sistematica della letteratura e 1/4 è uno studio sperimentale. I restanti 6/10 articoli dimostrano presenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio di SARS-CoV-1 dovuto ad impianto di aerazione di cui 5/6 sono studi sperimentali e 1/6 è un case report. L’ipotesi di trasmissione aerea è sostenuta in base a:

- studi di fluidodinamica su particelle e droplets (*Li Y et al., 2004; Huang et al., 2004; Chen et al., 2011; Hang J., 2015*);
- studio sperimentale che ha dimostrato la presenza di un cluster nosocomiale di SARS (*Li Y et al., 2004*);
- studio sperimentale che dimostra come la bassa umidità relativa e bassa temperatura sono parametri fisici favorenti la vitalità di SARS-CoV-1 e, in generale, dei virus con envelope lipidico (*Chan et al., 2011*).

Dagli articoli di interesse per la centralità del pericolo “SARS-CoV-2” associato all’ utilizzo di impianti di condizionamento emerge che il rischio di trasmissione dell’infezione COVID-19 è legato ai seguenti fattori chiave:

1. efficienza della ventilazione (ricambi d’aria per ora);
2. direzionalità del fronte di ventilazione (capace di movimentare droplets veicolanti SARS-CoV-2 da sorgente Vs. soggetti sani suscettibili negli ambienti indoor);
3. dimensione dei droplets (droplets di diametro >50 µm sedimentano più rapidamente per effetto gravitazionale; droplets di piccole dimensione <10 µm evaporano in 0.2 secondi riducendosi a droplets nuclei che permangono più a lungo nell’aria respirabile (*Yang et al., 2020*). Tali particelle non vengono trattenute dai migliori sistemi filtranti HPA\_MERV;
4. bassa umidità e bassa temperatura sono parametri fisici favorenti la vitalità di SARS-CoV-2 e in generale dei virus costituiti da envelope lipidico.

Emerge altresì che, per quanto concerne la necessità di sostituzione/pulizia dei filtri, già studi sperimentali pregressi (*Farnsworth et al., 2006; Goyal et al., 2011*) avevano dimostrato assenza di virus vitali in campionamenti di aria effettuati a valle dei filtri di aerazione.

*Relativamente ai documenti tecnici* il documento *REHVA* (Linee Guida Europee, 3 aprile, 2020) non indica come intervento necessario la sostituzione dei filtri, mentre il *Rapporto ISS COVID-19 n. 5/2020* e il documento *ASHRAE* (Linee Guida Americane, 14 aprile, 2020) ritengono importante acquisire informazioni sulla tipologia e sullo stato di usura dei filtri installati e solo se si evidenzia la necessità di sostituzione per prossimità alla manutenzione e per rilevazione di caduta di portata, orientano verso l’impiego di filtri più efficienti (es. UNI EN ISO 16890:2017: F7-F9) .

È stato ritenuto, altresì, strumento utile al processo valutativo decisionale riportare integralmente in **Allegato 1** le parti salienti e congruenti con il mandato dei documenti tecnici *ASHRAE, REHVA* e *ISS*, dalle quali derivano, anche sulla base delle evidenze scientifiche disponibili, indicazioni raccomandate riferite a interventi/azioni di miglioramento al fine di ridurre il rischio di trasmissione via droplets del virus SARS-CoV-2 in ambiente indoor ad opera degli impianti aeraulici (**Tabella 3**).

## 5. *Interventi raccomandati*

Tenuto conto dell'analisi di contesto che pone Sapienza come una organizzazione non paragonabile a setting assistenziali e/o di accadimento di cluster, in termini di rischio di esposizione a SARS-CoV-2 per presenza di persone positive COVID-19;

tenuto conto che COVID-19 è una emergenza di sanità pubblica globale in atto e in quanto tale caratterizzata da forti livelli di incertezza su aspetti che attengono sia all'agente etiologico (meccanismo di azione patogenetica e modalità di trasmissione), sia all'ospite (determinanti personali/polimorfismo genico e esposizione recettore a livello polmonare, comportamentali, comorbidità etc.), sia all'ambiente/tecnologie in termini di condizioni in grado di garantire zone di permissività di sopravvivenza di SARS-CoV-2 nella trasmissione via droplets;

tenuto conto della convergenza delle indicazioni derivanti dai documenti tecnici internazionali e nazionali e dalla evidenza scientifica (**Allegato 1 e Tabella 3**);

si può pensare di perseguire nell'immediato i seguenti n.12 interventi/azioni che il Gruppo di lavoro ritiene proporzionali alle esigenze di garanzia di sicurezza d'uso degli impianti aeraulici presenti in Sapienza e coerenti con la linea di indirizzo strategico della TF-COVID-19 Sapienza in termini di osservanza del principio di massima precauzione per la Comunità Sapienza.

### **Relativamente agli impianti “a tutt’aria”:**

- 1) Tenere gli impianti sempre accesi 24 ore su 24 per 7 giorni su 7 diminuendo la velocità di ventilazione nel fine settimana e al termine delle attività lavorative (*ASHRAE*, 14 aprile 2020; *REHVA*, 3 aprile 2020; *Rapporto ISS 5/2020*).
- 2) Non vengono fornite particolari raccomandazioni relative ai parametri temperatura e umidità relativa poiché dalla letteratura scientifica si evince che le condizioni utili a ridurre la sopravvivenza del virus SARS-CoV-2 non sono comunque compatibili con il comfort termico della persona richiedendo valori di temperatura  $>30^{\circ}\text{C}$  e di UR prevalentemente superiore al 60% (*ASHRAE*, 14 aprile 2020; *REHVA*, 3 aprile 2020; *Rapporto ISS 5/2020*; *Correira et al.*, 2020; *Shajahan et al.*, 2019; *Chan et al.*, 2011).
- 3) Aumentare i ricambi d'aria/ora tenendo conto del numero di lavoratori presenti e del tipo di attività svolta e durata della permanenza negli ambienti mediante l'apertura periodica di finestre (preferibile brevi periodi con frequenza ripetuta, piuttosto che un lungo periodo in unica soluzione) (*Rapporto ISS 5/2020*; *Dietz et al.*, 2020).
- 4) Aumentare l'immissione di aria esterna e la ventilazione di scarico (*ASHRAE*, 14 aprile 2020; *Dietz et al.*, 2020).
- 5) Chiudere le serrande di ricircolo e aprire le serrande di immissione e espulsione (*ASHRAE*, 14 aprile 2020; *REHVA*, 3 aprile 2020; *Rapporto ISS 5/2020*; *Correira et al.*, 2020).
- 6) Bypassare i sistemi di ventilazione a recupero in quegli impianti dotati di recuperatori di calore rotativi (soprattutto se non garantiscono la performance dell'1-2%) (*ASHRAE*, 14 aprile 2020; *REHVA*, 3 aprile 2020).
- 7) Relativamente ai filtri degli impianti di condizionamento non si evincono raccomandazioni per la “sostituzione dei filtri in essere” (*REHVA*, 3 aprile 2020), ma si ritiene comunque necessario acquisire informazioni sulla tipologia e sullo stato di usura e laddove si evidenzia la necessità di sostituzione (per prossimità all'intervento di manutenzione/sostituzione programmata o per perdita di carico), si suggerisce la sostituzione con filtri più efficienti (*UNI EN ISO 16890:2017: F7-F9*) (*Rapporto ISS 5/2020*); se sono messe in atto le normali procedure di pulizia e manutenzione degli impianti da quanto emerso dalla letteratura scientifica i filtri non sembrano sostenere il rischio di trasmissione di virus appartenenti alla famiglia Coronaviridae tra cui SARS-CoV-2 (*Goyal et al.*, 2011; *Farnsworth et al.*, 2006).

- 8) In merito alla pulizia e sanificazione delle canaline, se sono messe in atto le normali procedure di pulizia e manutenzione degli impianti e se sono stati effettuati gli interventi relativi alla chiusura del ricircolo e alla verifica di performance del sistema di recupero di calore, non viene indicata come necessaria l'operazione di pulizia e sanificazione straordinaria (*REHVA*, 3 aprile 2020).

**Relativamente agli impianti “a tutto ricircolo” (Fancoil, Split):**

- 9) Direzionare il flusso di aria degli impianti locali (tipo fancoil, split) verso l'alto, riducendo e bilanciando i flussi evitando flussi forzati diretti su occupanti gli ambienti. Si raccomanda di indossare sempre mascherine chirurgiche quando necessario lavoro in compresenza.
- 10) Relativamente ai Fan-coil, necessari per garantire il benessere termico, si consiglia di tenerli sempre accesi per evitare la deposizione delle particelle aerodisperse che verrebbero risospese alla riaccensione (*REHVA*, 3 aprile 2020).
- 11) Aprire periodicamente le finestre per aumentare la ventilazione e i ricambi di aria (*Rapporto ISS 5/2020*).
- 12) Effettuare la pulizia degli apparecchi terminali locali una volta a settimana nel caso di contemporanea condivisione dello stesso ambiente da parte di più lavoratori e ogni 4 settimane nel caso di ambienti occupati da un singolo lavoratore (*Rapporto ISS 5/2020*).

Agli interventi sopraelencati va anche indicata l'ispezione periodica degli impianti aeraulici finalizzata a valutare lo stato di sporco e quindi di efficacia della gestione degli stessi (*AIISA*, 2020). Lo sporco dell'impianto comporta un incremento del rilascio di polveri sottili negli ambienti indoor. In un recente studio *Setti e al.* (2020) hanno attratto l'attenzione sulle “polveri sottili” presentato lo stato della ricerca sul possibile ruolo di PM10 nella trasmissione di SARS-CoV-2 in ambiente outdoor riportando rinvenimento di RNA SARS-CoV-2 in PM10, rilevato a elevate concentrazioni dell'aria outdoor della città di Bergamo, epicentro lombardo di COVID-19. Gli Autori ipotizzano un ruolo del particolato aerodisperso nella trasmissione del virus e quindi un possibile ruolo come indicatore di ricorrenza dell'epidemia. Quanto sopra sostiene la necessità di aprire periodicamente le finestre per aumentare i ricambi d'aria in grado di ridurre in ambienti indoor la concentrazione di inquinanti incluso PM10 liberati dall'impianto (*Rapporto ISS COVID-19 n.5/2020*).

Una volta l'anno è necessario verificare il bilanciamento nelle portate dei diffusori di alimentazione e delle griglie di scarico assicurando i flussi di aria con una pressione positiva negli ambienti di lavoro e camminamento comune e negativa nei servizi igienici (*Li et al.*, 2004).

Sarà cura della competenza tecnica di Sapienza effettuare un'accurata mappatura degli impianti presenti all'interno dell'Ateneo che consenta di conoscere il numero e la tipologia delle tecnologie presenti, i sistemi filtranti installati, la vetustà e lo storico di interventi di manutenzione ordinaria/straordinaria. In seguito a tale mappatura sarà possibile effettuare la valutazione del rischio e performance i termini di garanzia di confort termico e definire la fattibilità dell'immediata attuazione degli interventi in valutazione.



## 6. Bibliografia

Associazione Italiana Igienisti Sistemi Aeraulici. LA POSIZIONE DI AIISA 15.04.2020. [http://www.aiisa.it/cms/uploadfile/news/8639b22fff1f9bb276e239be1dad83cb82d30be\\_04-05-2020%20AIISA%20E%20LA%20SANIFICAZIONE%20DEGLI%20IMPIANTI%20AERAULICI%20CHIARIMENTI.pdf](http://www.aiisa.it/cms/uploadfile/news/8639b22fff1f9bb276e239be1dad83cb82d30be_04-05-2020%20AIISA%20E%20LA%20SANIFICAZIONE%20DEGLI%20IMPIANTI%20AERAULICI%20CHIARIMENTI.pdf)

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.14/04/2020.

Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione. Posizione di AiCARR sul funzionamento degli impianti di climatizzazione durante l'emergenza COVID-19. [https://www.clivet.com/documents/10125/6320072/AICARR\\_COVID-19.pdf/0c612541-201b-ec0c-bdc3-a4f9dbbb1f42](https://www.clivet.com/documents/10125/6320072/AICARR_COVID-19.pdf/0c612541-201b-ec0c-bdc3-a4f9dbbb1f42)

Carlsson T, Kovacs P, Karlsson M, Ruud S, Fransson J, 1995. State of the art Investigation of rotary air-to-air heat exchangers. SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (The Swedish National Testing and Research Institute) Energiteknik (Energy Engineering) SP RAPPORT 1995:24

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.

Chan KH., Malik Peiris JS., Lam SY, Poon LLM, Yuen KY and Seto WH. The Effects of Temperature and Relative Humidity on the Viability of the SARS Coronavirus. Advances in Virology Vol. 2011, Article ID 734690, 7 pages. <https://doi.org/10.1155/2011/734690> .

Chen C, Zhao B, Yang X and Li Y. Role of two-way airflow owing to temperature difference in severe acute respiratory syndrome transmission: revisiting the largest nosocomial severe acute respiratory syndrome outbreak in Hong Kong. J R Soc Interface. 2011 May 6; 8(58): 699–710. <https://dx.doi.org/10.1098/rsif.2010.0486>

Chin Alex WH, Chu JTS, Perera MRA, Hui KPY, Yen HL, Chan MCW, et al. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. The Lancet Microbe April 2, 2020 [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30003-3)

Correia G, Rodrigues L, Gameiro da Silva M, Gonçalves T. Airborne route and bad use of ventilation systems as non-negligible factors in SARS-CoV-2 transmission. Medical Hypotheses 141 (2020) 109781. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.109781>

Dietz L, Horve PF, Coil DA, Fretz M, Eisen JA, Van Den Wymelenberg K. 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pandemic: Built Environment Considerations To Reduce Transmission. Applied and Environmental Science. March/April 2020 Volume 5 Issue 2. <https://msystems.asm.org/content/5/2/e00245-20>

Doremalen van 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.

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>

Farnsworth JE, Goyal SM, Won Kim S, Thomas Kuehn H, Raynor PC, Ramakrishnan MA, Anantharaman S and Tang W. Development of a method for bacteria and virus recovery from

- heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) filters. *J. Environ. Monit.*, 2006, 8, 1006–1013.  
<https://doi.org/10.1039/B606132J>
- Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Association: REHVA COVID-19 guidance document, April 3, 2020 /REHVA European HVAC Journal, April 2020.
- Fisk WJ, Faulkner D, Palonen J, Seppanen O, 2002. Performance and costs of particle air filtration technologies. *Indoor Air* 12(4): 223-234.
- Goyal SM, Anantharaman S, Ramakrishnan MA, Sajja S, Won Kim S, Stanley NJ, Farnsworth JE, Kuehn TH, Raynor PC. Detection of Viruses in Used Ventilation Filters From Two Large Public Buildings. *Am J Infect Control*. 2011 Sep;39(7):e30-8. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2010.10.036>
- Hang J, Li Y, Ching WH, Wei J, Jin R, Liu Li, Xie X. Potential Airborne Transmission Between Two Isolation Cubicles Through a Shared Anteroom. *Building and Environment* Vol 89, July 2015, 264-278. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.03.004>
- Kudo E., Songa E., Yockeya L.J., Rakiba T., Wonga P.W., Homerb R.J. and Iwasakia A. Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection. *PNAS* | May 28, 2019 | vol. 116 | no. 22 | 10905–10910 [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1902840116](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1902840116)
- Ijaz MK, Brunner AH, Sattar SA, Nair RC, Johnson-Lussenburg CM, 1985. Survival Characteristics of Airborne Human Coronavirus 229E. *Journal of General Virology* 66(12): 2743-2748.
- Li Y, Leung GM, Tang JW, Yang X, Chao CYH, Lin JZ, Lu JW, Nielsen PV, Niu J, Qian H, Sleigh AC, Su H-JJ, Sundell J, Wong TW, Yuen PL. Role of Ventilation in Airborne Transmission of Infectious Agents in the Built Environment - A Multidisciplinary Systematic Review. *Indoor Air* 2007 Feb;17(1):2-18. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2006.00445.x>
- Li Y, Huang X., Yu ITS, Wong TW, Qian H. Role of air distribution in SARS transmission during the largest nosocomial outbreak in Hong Kong. *Indoor Air* 2005 Apr;15(2):83-95 <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2004.00317.x>
- Li Y, Duan S, Yu ITS, Wong TW. Multi- zone modeling of probable SARS virus transmission by airflow between flats in Block E, Amoy Gardens. *Indoor Air* 2004; 15: 96–111. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2004.00318.x>
- Lu J, Gu J, Li K, Xu C, Su W, Lai Z, Zhou D, Yu C, Xu B, and Yang Z. COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020. *Emerg Infect Dis*. 2020 Jul. <https://doi.org/10.3201/eid2607.200764>
- Luongo JC, Fennelly KP, Keen JA, Zhai ZJ, Jones BW, Miller SL. Role of mechanical ventilation in the airborne transmission of infectious agents in buildings. *Indoor Air* 2016; 26: 666–678. <https://doi.org/10.1111/ina.12267>
- Morawska L, Cao J. Airborne transmission of SARS-CoV-2: the world should face the reality. *Environment International* (2020). <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105730>
- Qian H, Zheng X. Ventilation control for airborne transmission of human exhaled bio-aerosols in buildings. Review. *J Thorac Dis* 2018;10(Suppl 19):S2295-S2304. <http://jtd.amegroups.com/issue/view/319>
- Rapporto ISS COVID-19 n. 5/2020 Rev. Indicazioni ad interim per la prevenzione e gestione degli ambienti indoor in relazione alla trasmissione dell'infezione da virus SARS-CoV-2 Gruppo di Lavoro ISS Ambiente e Qualità dell'Aria Indoor. Versione 21 aprile 2020.

Shajahan A, Culp CH, Williamson B. Effects of Indoor Environmental Parameters Related to Building Heating, Ventilation, and Air Conditioning Systems on Patients' Medical Outcomes: A Review of Scientific Research on Hospital Buildings. *Indoor Air* 2019 Mar;29(2):161-176. <https://doi.org/10.1111/ina.12531>

Setti L, Passarini F, De Gennaro G, Barbieri P, Pallavicini A, Ruscio M, et al. Searching for SARS-COV-2 on Particulate Matter: A Possible Early Indicator of COVID-19 Epidemic Recurrence. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 2986. <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/9/2986#>

Stone, W., O. Kroukamp, D.R. Korber, J. McKelvie, and G.M. Wolfaardt. 2016. Microbes at surface-air interfaces: The metabolic harnessing of relative humidity, surface hygroscopicity, and oligotrophy for resilience. *Frontiers in Microbiology* 7:1563. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01563>

WHO. Modes of transmission of virus causing COVID-19: implications for IPC precaution recommendations. *Scientific Brief 29 March 2020*. Geneva: WHO; 2020. <https://www.who.int/newsroom/commentaries/detail/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precautionrecommendations>

WHO, 2020b. Water, sanitation, hygiene and waste management for COVID-19. World Health Organization, Geneva.

Yang X, Ou C, Yang H, Liu L, Song T, Kang M, Lin H, and Hang J. Transmission of pathogen-laden expiratory droplets in a coach bus. *J Hazard Mater.* 2020 Apr 12 : 122609. <https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.jhazmat.2020.122609>

<b>7. Gruppo di Lavoro;</b>	<b>Ruolo</b>	<b>Firma</b>
<i>Alessia Cottarelli</i>	Assegnista di Ricerca Sezione Igiene DSPMI	f.to Alessia Cottarelli
<i>Lucia Marinelli</i>	Contrattista di Ricerca Sezione Igiene DSPMI	f.to Lucia Marinelli
<i>Roberta Noemi Pocino</i>	Medico In Formazione Specialistica in Igiene e Medicina Preventiva	f.to Roberta Noemi Pocino
<i>Lavinia Camilla Barone</i>	Medico In Formazione Specialistica in Igiene e Medicina Preventiva	f.to Lavinia Camilla Barone
<i>Federica Turatto</i>	Medico In Formazione Specialistica in Igiene e Medicina Preventiva	f.to Federica Turatto
<i>Elena Mazzalai</i>	Medico In Formazione Specialistica in Igiene e Medicina Preventiva	f.to Elena Mazzalai
<i>Federica Pagano</i>	Medico In Formazione Specialistica in Igiene e Medicina Preventiva	f.to Federica Pagano
<i>Carlo Maria Previte</i>	Medico In Formazione Specialistica in Igiene e Medicina Preventiva	f.to Carlo Maria Previte
<i>Prof. Paolo Villari</i>	Ordinario di Igiene, Direttore DSPMI	f.to Paolo Villari
<i>Prof.ssa Maria De Giusti</i>	Ordinario di Igiene, DSPMI	

*Data ultima revisione 24 maggio 2020*  
*Data invio a Task Force 25 maggio 2020 ore 00.08*

*Maria De Giusti* 

**Tabella 1:** Articoli scientifici riguardanti il rischio di trasmissione di SARS-CoV-2 secondario a impianti aerulici (Scoping Review, data ultimo accesso a PubMed 6 maggio, 2020).

Autore	Data di pubblicazione/ Rivista	Titolo	Risultati salienti	Evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-2 dovuto a impianti di aerazione	Link
Correia et al.	21/04/2020 Medical Hypotheses	<b>Airborne route and bad use of ventilation systems as non-negligible factors in SARS-CoV-2 transmission</b>	Si sostiene l'ipotesi della trasmissione aerea di SARS-CoV-2, tramite la diffusione di droplet nuclei di dimensioni < 5µm che possono rimanere sospese in aria per lunghi periodi di tempo e percorrere grandi distanze. L'umidità influisce sull'envelope lipidico: UR <50% permette al virus di sopravvivere più a lungo; UR >80% è in grado di ridurre la sopravvivenza. La ventilazione viene riconosciuta come un'importante strategia di controllo della malattie infettive poiché facilita la diluizione della carica virale e rimuove l'agente infettivo dall'ambiente. Tuttavia, se mal gestiti, i sistemi HVAC potrebbero contribuire alla diffusione dei patogeni per via aerea negli ambienti indoor favorendo il flusso di aria infetta in ambienti chiusi e il trasporto di virus in ambienti separati che condividono un impianto di ventilazione centralizzato.	<b>Assenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-2 dovuto a impianti di aerazione.</b> <i>Disegno dello studio: Opinione.</i> L'ipotesi di trasmissione aerea viene sostenuta sulla base di: -case report di contagi; -somiglianza con SARS-CoV-1 e MERS.	<a href="https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.109781">https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.109781</a>
Gameiro da Silva et al.	04/2020 PREPRINT	<b>An analysis of the transmission modes of COVID-19 in light of the concepts of Indoor Air Quality</b>	La vitalità del virus nell'aria veicolato dai droplet dipende dalla temperatura, umidità e componente ultravioletta. I virus con envelope come I coronavirus e SARS CoV-2 resistono meglio in ambienti secchi, freddi e in assenza di luce naturale, mentre sono destabilizzati in ambienti con più alto tasso di umidità.	<b>Assenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-2 dovuto a impianti di aerazione.</b> <i>Disegno dello studio: Revisione narrativa.</i> L'ipotesi viene sostenuta da: -somiglianza con SARS-COV-1 e paramyxoviridae; -comportamento di microparticelle in generale.	DOI: 10.13140/RG.2.2.28663.78240
Jianyun Lu et al.	01/07/2020 EID Journal-CDC	<b>COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020</b>	L'articolo descrive un focolaio di COVID-19 che ha coinvolto 10 persone di 3 famiglie (famiglie A-C) in seguito a una cena nello stesso ristorante a Guangzhou, Cina. Le conclusioni dello studio portano ad ipotizzare che la trasmissione sia stata causata da droplet contaminato spinto dalla direzione del flusso di ventilazione dell'aria condizionata a una distanza >1m di distanza.	<b>Presenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-2 dovuto a impianti di aerazione.</b> <i>Disegno dello studio: studio osservazionale/case report.</i>	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/eid/article/26/7/20-0764_article">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/eid/article/26/7/20-0764_article</a>
Morawska et al.	10/04/2020 Environmental International	<b>Airborne transmission of SARS-CoV-2: the world should face the reality</b>	È molto probabile che il virus della SARS-CoV-2 si diffonda anche per via aerea, e si invita pertanto a prendere tutte le possibili precauzioni contro la trasmissione per via aerea in scenari interni. Le precauzioni includono: aumento del tasso di ventilazione, utilizzo di una ventilazione naturale, evitare il ricircolo dell'aria, evitare di rimanere nel flusso d'aria diretto di un'altra persona, riduzione al minimo del numero di persone che condividono lo stesso ambiente e utilizzo di dispositivi di protezione individuale (es. mascherine).	<b>Assenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-2 dovuto a impianti di aerazione.</b> <i>Disegno dello studio: Opinione.</i> L'ipotesi di trasmissione aerea viene sostenuta sulla base di: -case report di contagi; -somiglianza con SARS-CoV-1 e MERS.	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7151430/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7151430/</a>
Dietz et al.	March/April 2020/ Applied and Environmental Science.	<b>2019 novel coronavirus (COVID-19) pandemic: built environment considerations to reduce transmission</b>	Non è da escludere una trasmissione per via aerea pertanto gli autori consigliano di: (1) curare l'installazione e manutenzione di sistemi di filtraggio dell'aria; (2) aumentare la frazione di aria esterna negli ambienti chiusi -o attraverso sistemi di ventilazione o aprendo le finestre ove possibile; (3) mantenere un livello di umidità relativa >40% (ma non a livelli eccessivi che potrebbero invece favorire l'insorgenza di muffe).	<b>Assenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-2 dovuto a impianti di aerazione.</b> <i>Disegno dello studio: revisione non sistematica della letteratura.</i> Le raccomandazioni sulla gestione degli impianti di ventilazione vengono formulate sulla base di: -somiglianza con altri virus e patogeni trasmissibili per via aerea.	<a href="https://msystems.asm.org/content/5/2/e00245-20">https://msystems.asm.org/content/5/2/e00245-20</a>

**Tabella 2.** Articoli scientifici riguardanti il rischio di trasmissione di altri Coronaviridae e agenti etiologici secondario a impianti aerulici (Scoping Review, data ultimo accesso a PubMed 6 maggio, 2020).

<b>Autore</b>	<b>Anni di Pubblicazione/RIV ISTA</b>	<b>Titolo</b>	<b>Agente biologico</b>	<b>Risultati salienti</b>	<b>Evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-1 dovuto a impianti di aerazione</b>	<b>Link</b>
Qian H, Zheng X.	Luglio 2018/ Journal of Thoracic Disease	Ventilation control for airborne transmission of human exhaled bio-aerosols in buildings. Review	SARS, H1N1, MERS	Importanza della verifica e del controllo della direzione del flusso di aria: normalmente negli uffici commerciali, la direzione del flusso di aria è generalmente progettata per creare una pressione positiva negli ambienti e una pressione negativa nei servizi igienici allo scopo di impedire fuoriuscita di inquinanti. La mancanza di controllo delle differenze di pressione tra gli ambienti potrebbe essere stata la ragione dell'epidemia di SARS in un hotel di Hong Kong Metropole, dove il paziente indice, vomitando in corridoio, a pressione positiva rispetto alle camere, ha infettato gli ospiti di 13 camere vicine.	<b><u>Assenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-1 dovuto a impianti di aerazione.</u></b> <i>Disegno dello studio: revisione narrativa</i> L'ipotesi di trasmissione aerea non viene sostenuta in quanto necessarie ulteriori evidenze scientifiche	<a href="http://jtd.a-megroups.com/issue/view/319">http://jtd.a-megroups.com/issue/view/319</a>
Luongo JC et al.	31/10/2015/ Indoor Air-Internation journal of indoor environment and health	Role of Mechanical Ventilation in the Airborne Transmission of Infectious Agents in Buildings - REVIEW	patogeni trasmissibili via droplet/aerosol (incluso SARS-CoV-1)	Review incentrata sulla trasmissione via aerosol in setting ad elevata densità di occupanti e il ruolo degli impianti di ventilazione meccanica. È comunemente accettato che gli impianti aumentino il rischio. Probabilità pre-studio alta, ma c'è bisogno di livello di evidenza superiore per fornire dati quantitativi sulla variazione dei parametri es. ricambio d'aria umidità ecc. Esistono ancora notevoli lacune nella conoscenza del ruolo della ventilazione meccanica nella trasmissione degli agenti patogeni per via aerea.	<b><u>Assenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-1 dovuto a impianti di aerazione.</u></b> <i>Disegno dello studio: revisione narrativa</i> L'ipotesi di trasmissione aerea non viene sostenuta in quanto necessari ulteriori studi osservazionali con una migliore caratterizzazione del sistema HVAC	<a href="https://doi.org/10.1111/ina.12267">https://doi.org/10.1111/ina.12267</a>
Hang J.	2015/ Building and Environment	Potential airborne transmission between two isolation cubicles through a shared anteroom	SARS	Studio sperimentale con numerose prove di fluidodinamica che hanno dimostrato quali sono gli errori da correggere negli ambienti a pressione negativa (esempio tempo di apertura porta, differenza di temperatura) che fanno alzare il rischio di contaminazione.	<b><u>Presenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-1 dovuto a impianti di aerazione.</u></b> <i>Disegno dello studio: sperimentale</i> L'ipotesi di trasmissione aerea viene sostenuta in quanto offre risultati significativi inerenti simulazioni di fluidodinamica effettuate su particelle e droplets	<a href="https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.03.004">https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.03.004</a>
Chan et al.	31/06/2011/ Advances in Virology	The Effects of Temperature and Relative Humidity on the Viability of the SARS Coronavirus	SARS-CoV-1	Studio sperimentale in cui è stata saggiata la vitalità di un ceppo del virus SARS HKU39849 a diverse condizioni di temperatura e Umidità Relativa Ad alti valori di umidità relativa (>95%) e basse temperature (28-33 gradi) la vitalità del virus non viene alterata. Ad alte temperature (38 gradi) e umidità relativa del 80-90% si ha una perdita di vitalità pari a 0,25~2 log10 in 24 e ad alte temperature (38 gradi) e umidità relativa > 95% vi è una significativa perdita di vitalità virale (>3 log10). Sulla base di questi elementi si ipotizza che il largo uso di strumenti di condizionatori a Hong Kong e Singapore possa aver contribuito a maggior diffusione dell'infezione.	<b><u>Presenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-1 dovuto a impianti di aerazione.</u></b> <i>Disegno dello studio: sperimentale</i> L'ipotesi di trasmissione aerea viene sostenuta in quanto a bassi livelli di umidità relativa e ridotte temperature si verifica un aumento della vitalità del virus	<a href="https://dx.doi.org/10.1155%2F2011%2F734690">https://dx.doi.org/10.1155%2F2011%2F734690</a>

Chen	2011/J. R. Soc. Interface	Role of two-way airflow owing to temperature difference in severe acute respiratory syndrome transmission: revisiting the largest nosocomial severe acute respiratory syndrome outbreak in Hong Kong.	SARS	Nello studio sperimentale è stata valutata l'influenza della stratificazione verticale della temperatura quando l'aria del cubicolo non è ben miscelata. Confrontando con precedenti risultati della simulazione fluidodinamica computazionale, hanno scoperto che lo scambio d'aria, a causa delle piccole differenze di temperatura tra i cubicoli, svolge un ruolo importante nella trasmissione della SARS. Hanno tratto le seguenti conclusioni: - lo scambio d'aria a causa della differenza di temperatura svolge un ruolo significativo nella trasmissione della SARS - il modello multi-zona che combina l'effetto del flusso d'aria a due vie può essere un approccio di simulazione - ridurre l'area delle aperture tra i cubicoli e il corridoio (ad es. L'installazione di tende sulle aperture) può essere un miglioramento più conveniente ed economico sulla progettazione generale.	<b><u>Presenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-1 dovuto a impianti di aerazione.</u></b> <i>Disegno dello studio: sperimentale</i> L'ipotesi di trasmissione aerea viene sostenuta in quanto dallo studio emerge che lo scambio di aria tra i cubicoli ha un ruolo determinante nella trasmissione della SARS-CoV-1	<a href="https://dx.doi.org/10.1098/rsif.2010.0486">https://dx.doi.org/10.1098/rsif.2010.0486</a>
Goyal et al.	2011/Am J Infect Control	Detection of viruses in used ventilation filters from two large public buildings	influenza A, influenza B, respiratory syncytial, coronavirus es, parainfluenza a etc...	Studio sperimentale che valuta la presenza di virus vitali nei filtri di aerazione di 2 grandi ospedali. Non stati rinvenuti virus vitali nei filtri degli impianti di aerazione ma è stato rinvenuto acido nucleico di virus dell'influenza A in 9 dei 64 filtri testati, di virus dell'influenza B in 2 filtri e di parainfluenza virus 1 in un filtro. Condizioni climatiche e possono aver contribuito sulla vitalità dei virus. E' stato dimostrato che virus presenti nell'aerosol possono viaggiare per lunghe distanze in un edificio prima di venire catturato dai filtri del sistema di aerazione che in molti casi sono in grado di attraversare poiche i filtri non catturano il 100% delle particelle virali.	<b><u>Assenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da diversi virus, inclusi Coronavirus, dovuto a impianti di aerazione.</u></b> <i>Disegno dello studio: sperimentale</i>	<a href="https://doi.org/10.1016/j.ajic.2010.10.036">https://doi.org/10.1016/j.ajic.2010.10.036</a>
Y Li	17/02/2007 Indoor Air	Role of Ventilation in Airborne Transmission of Infectious Agents in the Built Environment - A Multidisciplinary Systematic Review	measles, tuberculosis, chickenpox, influenza, smallpox and SARS	Revisione sistematica della letteratura in cui emerge una forte evidenza di associazione tra la ventilazione, la direzionalità del flusso d'aria negli ambienti confinati e la trasmissione di malattie infettive quali morbillo, tubercolosi, influenza vaiolo e SARS. Mentre sono insufficienti i dati a supporto per determinare la corretta quantità minima di ventilazione richiesta negli ospedali, scuole, uffici in relazione alla diffusione delle malattie infettive per via aerea.	<b><u>Assenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-1 dovuto a impianti di aerazione.</u></b> <i>Disegno dello studio: revisione sistematica della letteratura</i> L'ipotesi di trasmissione aerea non viene sostenuta in quanto non vi sono sufficienti evidenze scientifiche in merito al corretto uso degli impianti di ventilazione	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17257148/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17257148/</a>
James E Farnsworth	08/10/2006/Journal of Environmental Monitoring	Development of a Method for Bacteria and Virus Recovery From Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) Filters	Bacillus anthracis, SARS virus respiratorio sinciziale e virus del vaiolo	Studio sperimentale in cui virus e batteri sono stati nebulizzati simulando in una condotta d'aria a monte di un MERV-14. Non sono stati rinvenuti virus vitali a valle del filtro mentre si è avuto un discreto recupero di bacillus.	<b><u>Assenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-1 dovuto a impianti di aerazione.</u></b> <i>Disegno dello studio: sperimentale</i> L'ipotesi di trasmissione aerea non viene sostenuta in quanto lo studio fa riferimento solo alla concentrazione di batteri formanti spore determinata analizzando il materiale raccolto nei filtri HVAC ma le medesime tecniche analitiche sono impraticabili ai fini della determinazione della concentrazione dei virus.	<a href="https://doi.org/10.1039/b606132j">10.1039/b606132j</a>

<i>Li Y et al.</i>	2005 Apr; 15(2):83-95 Indoor Air	Role of air distribution in SARS transmission during the largest nosocomial outbreak in Hong Kong.	SARS-CoV-1	Gli Autori hanno eseguito misurazioni sulla distribuzione dell'aria di un reparto ospedaliero investito da un grave focolaio nosocomiale di SARS ad Hong Kong nel marzo 2003. Hanno discusso dell'associazione tra il modello di infezione spaziale e il modello di dispersione di bio-aerosol previsto dimostrando che il sistema di ventilazione e di distribuzione dell'aria non erano bilanciati nelle portate dei diffusori di alimentazione e delle griglie di scarico. Suggestiscono di effettuare periodicamente il bilanciamento del flusso: una volta all'anno.	<b><u>Presenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-1 dovuto a impianti di aerazione.</u></b> <i>Disegno dello studio: sperimentale</i> L'ipotesi di trasmissione aerea viene sostenuta in quanto le evidenze suggeriscono la necessità di effettuare periodicamente il bilanciamento del flusso.	<a href="https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2004.00317.x">https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2004.00317.x</a>
<i>Li Y et al.</i>	24/11/2004/ Indoor Air- Internation journal of indoor environment and health	Multi-zone modeling of probable SARS virus transmission by airflow between flats in Block E, Amoy Gardens	SARS-CoV-1	Attraverso il modello multi-zona viene studiata la possibile trasmissione aerea di SARS nel cluster dell'Amoy Garden (palazzo residenziale blocco E) con 349 casi e 42 morti in pochi giorni. Lo studio ha evidenziato il duplice ruolo della ventilazione nella diffusione del virus; da una parte la direzione della ventilazione naturale ha influito ad aumentare il rischio di infezione in appartamenti sottotetto; dall'altra ha contribuito a diluire la concentrazione di aerosol contaminato. Lo studio evidenzia la necessità di migliorare la qualità dell'aria indoor e della ventilazione meccanica e naturale degli edifici residenziali, uffici e hotels.	<b><u>Presenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-1 dovuto a impianti di aerazione.</u></b> <i>Disegno dello studio: case-report</i> L'ipotesi di trasmissione aerea viene sostenuta in quanto lo studio ha dimostrato la necessità di una revisione della qualità dell'aria indoor e del sistema di ventilazione negli edifici.	<a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1600-0668.2004.00318.x">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1600-0668.2004.00318.x</a>
<i>Huang et al.</i>	2004/Indoor Air-	Role of Air Distribution in SARS Transmission During the Largest Nosocomial Outbreak in Hong Kong	SARS-CoV-1	Lo studio attraverso l'utilizzo del simulatore di fluidodinamica CFD, fornisce evidenza, di trasmissione via aerosol in un cluster nosocomiale di SARS. Conferma il bisogno di migliorare i sistemi di ventilazione e condizionamento in ambiente ospedaliero.	<b><u>Presenza di evidenza scientifica specifica di rischio di contagio da SARS-CoV-1 dovuto a impianti di aerazione.</u></b> <i>Disegno dello studio: sperimentale</i> L'ipotesi di trasmissione aerea viene sostenuta dal verificarsi di un cluster nosocomiale di SARS.	doi:10.1111/j.1600-0668.2004.00317.x



**Tabella 3.** Interventi correttivi consigliati per la riduzione del rischio COVID-19 conseguente a trasmissione di SARS-CoV-2 via droplets attraverso i sistemi aeraulici: convergenza delle evidenze scientifiche derivanti dalla lettura di n. 20 articoli su rivista e n. 4 documenti tecnici di Società Tecnico-scientifiche(Scoping Review, data ultimo accesso a PubMed, 6 maggio 2020).

Parametro di intervento	Range	Autore/anno	Titolo/rivista
<b>Funzionamento impianto</b>	Tenere impianti accesi per più tempo (24h/7g)	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.14/04/2020	ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols
	Tenere impianti accesi (24h/7g)	Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione	Posizione di AiCARR sul funzionamento degli impianti di climatizzazione durante l'emergenza COVID-19
	Tenere impianti accesi (24h/7g)	REHVA, April 3, 2020	REHVA COVID-19 guidance document /REHVA European HVAC Journal
	Tenere impianti accesi (24h/7g)	Rapporto ISS COVID-19 n. 5/2020 Rev.	Indicazioni ad interim per la prevenzione e gestione degli ambienti indoor in relazione alla trasmissione dell'infezione da virus SARS-CoV-2 Gruppo di Lavoro ISS Ambiente e Qualità dell'Aria Indoor
<b>Umidità Relativa (UR%)</b>	> 50% - (>80% riduzione vitalità di virus con envelope)	Correira et al., 21/4/2020	Airborne route and bad use of ventilation systems as non-negligible factors in SARS-CoV-2 transmission/ Medical Hypotheses
	>80 % Efficace	REHVA, April 3, 2020	REHVA COVID-19 guidance document /REHVA European HVAC Journal
	35% aumentato rischio 95% riduzione del rischio	Yang et al., 27/03/2020	Transmission of pathogen-laden expiratory droplets in a coach bus/ Journal of Hazardous Material
	> 40% - 60%	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.14/04/2020	ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols
	40-60%	Dietz, 2020	2019 novel coronavirus (COVID-19) pandemic: built environment considerations to reduce transmission. mSystems - American Society of Microbiology
	Virus (non envelope): 40-70% Covid and Lassa fever(con env): >80% Bacteria: usually high RH with exceptions	SHAJAHAN, 25/01/2019	Effects of indoor environmental parameters related to building heating, ventilation, and air conditioning systems on patients' medical outcomes: A review of scientific research on hospital buildings /Indoor air
	>95%	K. H. Chan et al.,31/06/2011	The Effects of Temperature and Relative Humidity on the Viability of the SARS Coronavirus/ Advances in Virology
<b>Temperatura (T°C)</b>	>30° C Efficace	REHVA, April 3, 2020	REHVA COVID-19 guidance document /REHVA European HVAC Journal
	Airborne influenza: 30°C and 50% RH or higher T°C and any RH	SHAJAHAN, 25/01/2019	Effects of indoor environmental parameters related to building heating, ventilation, and air conditioning systems on patients' medical outcomes: A review of scientific research on hospital buildings /Indoor air
	>38° C	K. H. Chan et al., 31/06/2011	The Effects of Temperature and Relative Humidity on the Viability of the SARS Coronavirus/Advances in Virology
<b>Portata dell'aria</b>	Garantire un buon ricambio d'aria tenendo conto del numero di lavoratori presenti, del tipo di attività svolta e della durata della permanenza negli ambienti di lavoro. Aprire anche finestre piu volte al	Rapporto ISS COVID-19 n. 5/2020 Rev.	Indicazioni ad interim per la prevenzione e gestione degli ambienti indoor in relazione alla trasmissione dell'infezione da virus SARS-CoV-2 Gruppo di Lavoro ISS Ambiente e Qualità dell'Aria Indoor

	giorno per aumentare ricambi d'aria.		
	Incrementare solo se si incrementa anche la frazione di aria esterna	<i>Dietz, 2020</i>	<i>2019 novel coronavirus (COVID-19) pandemic: American Society of Microbiology</i>
	Aumentare i ricambi d'aria per ora	<i>Knibbs et al., 2011</i>	<i>Room ventilation and the risk of airborne infection transmission in 3 health care settings within a large teaching hospital/ Am J Infect Control</i>
	Aumentare portata d'aria esterna (sia ventilatore di mandata esterna che quello di ripresa)	Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione	<i>Posizione di AiCARR sul funzionamento degli impianti di climatizzazione durante l'emergenza COVID-19</i>
<b>Ventilazione</b>	preferire ventilazione naturale	<i>Knibbs et al., 2011</i>	<i>Room ventilation and the risk of airborne infection transmission in 3 health care settings within a large teaching hospital/ Am J Infect Control</i>
	Aumentare la ventilazione esterna	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.14/04/2020	<i>ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols</i>
	Aumentare l'immissione di aria e la ventilazione di scarico. Apertura periodica delle finestre per 15 minuti.	<i>REHVA, April 3, 2020</i>	<i>REHVA COVID-19 guidance document /REHVA European HVAC Journal</i>
	Apertura frequente delle finestre	Rapporto ISS COVID-19 n. 5/2020 Rev.	<i>Indicazioni ad interim per la prevenzione e gestione degli ambienti indoor in relazione alla trasmissione dell'infezione da virus SARS-CoV-2 Gruppo di Lavoro ISS Ambiente e Qualità dell'Aria Indoor</i>
	Chiusura del ricircolo	<i>Correia et al., 21/4/2020</i>	<i>Airborne route and bad use of ventilation systems as non-negligible factors in SARS-CoV-2 transmission. Medical Hypotheses</i>
<b>Serrande impianto (immissione, espulsione, ricircolo)</b>	Forzatura serrande aria esterna al 100%	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.14/04/2020	<i>ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols</i>
	Favorire maggiore ingresso di aria esterna	<i>Dietz, 2020</i>	<i>2019 novel coronavirus (COVID-19) pandemic: built environment considerations to reduce transmission. mSystems - American Society of Microbiology</i>
	Chiusura serrande di ricircolo e apertura di serrande di immissione e espulsione	Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione	<i>Posizione di AiCARR sul funzionamento degli impianti di climatizzazione durante l'emergenza COVID-19</i>
	Chiusura del ricircolo	<i>REHVA European HVAC Journal, April 3, 2020</i>	<i>REHVA COVID-19 guidance document /REHVA European HVAC Journal</i>
	Eliminare totalmente la funzione di ricircolo dell'aria	<i>Rapporto ISS COVID-19 n. 5/2020 Rev.</i>	<i>Indicazioni ad interim per la prevenzione e gestione degli ambienti indoor in relazione alla trasmissione dell'infezione da virus SARS-CoV-2 Gruppo di Lavoro ISS Ambiente e Qualità dell'Aria Indoor</i>
<b>Recuperatore calore</b>	Bypassare i sistemi di ventilazione a recupero di calore	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.14/04/2020	<i>ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols</i>
	1-2% (<5% sistemi esistenti) Verificare la corretta installazione degli scambiatori rotanti che potrebbero causare	<i>REHVA / April 3, 2020</i>	<i>REHVA COVID-19 guidance document /REHVA European HVAC Journal</i>
<b>Bilanciamento dei flussi di aria</b>	Pressione positiva negli ambienti e negativa nei servizi igienici	<i>Qian H. et al., 2018</i>	<i>Ventilation control for airborne transmission of human exhaled bio-aerosols in buildings. Review/ J Thorac Dis.</i>

	Una volta l'anno verificare il bilanciamento nelle portate dei diffusori di alimentazione e delle griglie di scarico.	<i>Li Y et al., 2005</i>	Role of air distribution in SARS transmission during the largest nosocomial outbreak in Hong Kong./Indoor Air
	Uso di sistemi di filtraggio efficienti negli impianti centralizzati (es. MERV-13)	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.14/04/2020	<i>ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols</i>
	Non è necessario cambiarli	<i>REHVA, April 3, 2020</i>	<i>REHVA COVID-19 guidance document /REHVA European HVAC Journal</i>
<b>Filtri</b>	se si è vicini ai tempi di sostituzione del pacco filtrante (per perdite di carico elevate, o a poche settimane dall'intervento di manutenzione programmata, ecc.), sostituire con pacchi filtranti più efficienti (es. UNI EN ISO 16890:2017: F7-F9). Una volta effettuata la sostituzione, assicurarsi della tenuta all'aria al fine di evitare possibili trafilamenti d'aria.	<i>Rapporto ISS COVID-19 n. 5/2020 Rev.</i>	<i>Indicazioni ad interim per la prevenzione e gestione degli ambienti indoor in relazione alla trasmissione dell'infezione da virus SARS-CoV-2 Gruppo di Lavoro ISS Ambiente e Qualità dell'Aria Indoor</i>
	Assenza di recupero di virus vitali a valle dei filtri degli impianti di condizionamento	<i>Goyal et al., 2011</i>	Detection of viruses in used ventilation filters from two large public buildings. Am J Infect Control. 2011 Sep;39(7):e30-8
	Assenza di recupero di virus vitali a valle dei filtri degli impianti di condizionamento	<i>Farnsworth et al., 2006</i>	<i>Development of a method for bacteria and virus recovery from heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) filters. J. Environ. Monit., 2006, 8, 1006–1013</i>
<b>Pulizia canaline</b>	Non necessaria se attuate le normali procedure di pulizia e manutenzione degli impianti	<i>REHVA, April 3, 2020</i>	<i>REHVA COVID-19 guidance document /REHVA European HVAC Journal</i>
<b>Fan coil</b>	Se necessario l'utilizzo si consiglia di tenerli sempre accesi per evitare la deposizione delle particelle aerodisperse che verrebbero risospese alla riaccensione. Eseguire apertura periodica delle finestre per aumentare la ventilazione (ricambi di aria) Preferibile non utilizzare in ambienti a maggior presenza di persone.	<i>REHVA, April 3, 2020</i>	<i>REHVA COVID-19 guidance document /REHVA European HVAC Journal</i>
	Non utilizzare in ambienti con più persone. In caso di accensione solo in stanze con una persona pulire filtri dell'aria di ricircolo del fancoil o ventilatori ogni 4 settimane.	<i>Rapporto ISS COVID-19 n. 5/2020 Rev.</i>	<i>Indicazioni ad interim per la prevenzione e gestione degli ambienti indoor in relazione alla trasmissione dell'infezione da virus SARS-CoV-2 Gruppo di Lavoro ISS Ambiente e Qualità dell'Aria Indoor</i>



**Estrazione delle indicazioni riportate nei Documenti Tecnici Internazionali e Linee di indirizzo Nazionali per il corretto utilizzo dei Condizionatori per la prevenzione della diffusione di SARS-CoV-2 in ambienti indoor**

**ALLEGATO 1**

Di seguito si riportano le indicazioni per il corretto utilizzo degli impianti di condizionamento fornite dai 3 documenti tecnici derivanti dalle Linee Guida Internazionali Americane (*ASHRAE*, 14 aprile 2020), Europee (Condizionamento dell’Aria, Riscaldamento e Refrigerazione per affrontare l’emergenza COVID-19 nei luoghi di lavoro - *REHVA*, 3 aprile 2020) e Italiane (*Rapporto ISS COVID-19 n. 5/2020*, 21 aprile 2020 - sezione relativa agli “ambienti lavorativi”, richiamato anche dall’INAIL (documenti tecnici dell’INAIL “Linee di indirizzo per la riapertura delle attività economiche, produttive e ricreative”, protocollo condiviso tra le parti sociali e approvato dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 26 aprile 2020). Di tali documenti si riportano integralmente le parti salienti funzionali alla presente relazione.

Sono state prese in considerazione solo le indicazioni relative agli edifici pubblici e settori commerciali (es. uffici, scuole, negozi, strutture sportive etc.) dove solo occasionalmente ci si aspetta occupanti infetti.

Le indicazioni, di seguito elencate, sono suddivise per tipologia di intervento sugli impianti (sia di VMC sia Fancoil etc.) sulle variabili di seguito elencate:

1. **Funzionamento impianto**
2. **Temperatura (T°C) Umidità Relativa (UR%)**
3. **Portata/Ricambio dell’aria**
4. **Ventilazione**
5. **Serrande impianto (immissione, espulsione, ricircolo)**
6. **Recuperatore calore**
7. **Bilanciamento dei flussi di aria**
8. **Filtri**
9. **Pulizia canaline**
10. **Impianti locali (Fan coil)**
11. **Impianti locali (tipo split)**

**1. Funzionamento impianto**

**ASHRAE:** “Tenere gli impianti accesi più a lungo: se possibile 24 ore su 24 per 7 giorni su 7. Non è raccomandato disabilitare i sistemi di condizionamento per ridurre il rischio di trasmissione di SARS-CoV-2. La ventilazione e la filtrazione dell’aria indoor forniti dai sistemi di condizionamento possono ridurre la concentrazione della carica virale di SARS-CoV-2 negli ambienti confinati e, pertanto, ridurre il rischio di trasmissione aerea. Locali privi di condizionamento possono causare stress termici che contribuiscono ad abbassare le difese immunitarie del lavoratore esponendolo a un rischio maggiore di infezioni.

**REVHA:** Tenere gli impianti sempre accesi 24 ore su 24 per 7 giorni su 7. Durante i giorni di attività portare l’impianto alla velocità impostata almeno 2 ore prima dell’inizio dell’attività lavorativa e passarla ad una velocità inferiore 2 ore dopo il termine. Nei fine settimana e durante la notte ridurre la velocità di ventilazione.

**Rapporto ISS:** Negli edifici dotati di specifici impianti di ventilazione (Ventilazione Meccanica Controllata, VMC) questi devono mantenere attivi l'ingresso e l'estrazione dell'aria 24 ore su 24, 7 giorni su 7 (possibilmente con un decremento dei tassi di ventilazione nelle ore notturne di non utilizzo dell'edificio).

## 2. Temperatura (T°C) e Umidità Relativa (UR%)

**ASHRAE:** Il Position Document di *ASHRAE* non fornisce raccomandazioni definitive sul settaggio dei parametri di Temperatura Umidità Relativa degli impianti di condizionamento al fine di prevenire la trasmissione di SARS-CoV-2 poiché sono parametri che necessitano di una valutazione caso-per-caso. Tuttavia, forti evidenze scientifiche suggeriscono che il controllo dell'UR% può ridurre la trasmissione di agenti infettivi, compresi i virus influenzali pertanto si incoraggia di valutare attentamente le impostazioni di Temperatura e Umidità. In particolare, alcuni studi hanno dimostrato che un UR inferiore al 40% è associata a tre fattori che possono aumentare il rischio di infezione. In primo luogo l'aerosol contaminato emesso da un soggetto infetto evapora rapidamente divenendo droplet nuclei che rimangono sospesi nell'aria e in grado di percorrere lunghe distanze. In secondo luogo, molti virus e batteri sono resistenti all'essiccamento e sono in grado di aumentare la vitalità a valori di UR bassi (*Stone et al., 2016*). Infine, gli immunologi hanno chiarito i meccanismi attraverso i quali valori di UR <40% sono in grado di alterare le membrane delle mucose e altri meccanismi di protezione del sistema immunitario (*Kudo et al., 2019*).

**REVHA:** Non cambiare l'impostazione dei parametri settati poiché i valori di Temperatura e UR% in grado di ridurre la sopravvivenza del virus SARS-CoV-2 superano rispettivamente 30°C e 65% e quindi non compatibili con il comfort termico della persona (*Chin et al., 2020; Doremalen et al., 2020; Doremalen et al., 2013; Ijaz et al. 1985; Casanova LM. et al., 2010*).

**Rapporto ISS:** Il documento dell'ISS non riporta alcuna indicazione relativa al settaggio dei parametri di Temperatura e Umidità del sistema di condizionamento.

## 3. Portata/Ricambio dell'aria

**ASHRAE:** Il documento non riporta indicazioni relative alla portata d'aria.

**REVHA:** Il documento non riporta indicazioni relative alla portata d'aria.

**Rapporto ISS:** Garantire un buon ricambio dell'aria in tutti gli ambienti dove sono presenti postazioni di lavoro e personale aprendo con maggiore frequenza le diverse aperture: finestre e balconi. L'ingresso dell'aria esterna outdoor all'interno degli ambienti di lavoro opera una sostituzione/diluizione e, contemporaneamente, una riduzione delle concentrazioni degli inquinanti specifici (es. COV, PM10, ecc.), della CO2, degli odori, dell'umidità e del bioaerosol che può trasportare batteri, virus, allergeni, funghi filamentosi (muffe). In particolare, scarsi ricambi d'aria favoriscono, negli ambienti indoor, l'esposizione a inquinanti e possono facilitare la trasmissione di agenti patogeni tra i lavoratori.

Il ricambio dell'aria deve tener conto del numero di lavoratori presenti, del tipo di attività svolta e della durata della permanenza negli ambienti di lavoro. Durante il ricambio naturale dell'aria è opportuno evitare la creazione di condizioni di disagio/discomfort (correnti d'aria o freddo/caldo eccessivo) per il personale nell'ambiente di lavoro.

## 4. Ventilazione

**ASHRAE:** La ventilazione con un sistema efficiente di flussi d'aria è la prima strategia di controllo delle malattie infettive poiché agisce sulla diluizione dell'aria ambiente intorno alla sorgente di infezione rimuovendo l'agente infettivo. Aumentare la ventilazione di aria esterna.

**REVHA:** Garantire una regolare ventilazione con l'apertura delle finestre anche negli edifici con ventilazione meccanica. L'areazione con l'apertura delle finestre è l'unico modo per aumentare il tasso di ricambio di aria. Aprirle per 15 minuti quando si entra in una stanza soprattutto se precedentemente era occupata da altre persone. Negli ambienti privi di ventilazione meccanica aumentare la frequenza dell'apertura.

Nei servizi igienici con pressione negativa bisogna evitare di aprire le finestre per impedire il cambio di direzione della ventilazione e il ritorno negli ambienti di lavoro. Se presenti le ventole di aspirazione queste devono rimanere accese 24 ore su 24 per 7 giorni su 7. Informare gli utenti di chiudere il coperchio del water prima di azionare lo scarico (WHO, 2020b.).

**Rapporto ISS:** Negli edifici dotati di specifici impianti di ventilazione può risultare utile, dove possibile nel corso della giornata lavorativa, aprire le finestre e i balconi per pochi minuti più volte al giorno per aumentare ulteriormente il livello di ricambio dell'aria. La decisione di operare in tal senso spetta generalmente al responsabile della struttura in accordo con il datore di lavoro.

Negli edifici senza specifici sistemi di ventilazione può essere opportuno, preferibilmente, aprire quelle finestre e quei balconi che si affacciano sulle strade meno trafficate e durante i periodi di minore passaggio di mezzi (soprattutto quando l'edificio è in una zona trafficata. In generale, si raccomanda di evitare di aprire le finestre e balconi durante le ore di punta del traffico (anche se in questo periodo è molto diminuito) o di lasciarle aperte la notte. È preferibile aprire per pochi minuti più volte al giorno, che una sola volta per tempi lunghi.

## 5. Serrande impianto (immissione, espulsione, ricircolo)

**ASHRAE:** Aumentare la ventilazione di aria esterna (disabilitare la ventilazione a richiesta e aprire le serrande verso l'esterno con forzatura dell'apertura al 100% esternamente se le condizioni interne ed esterne lo permettono).

**REVHA:** Chiudere il ricircolo garantendo il 100% di aria esterna anche dove le unità di trattamento aria sono dotate di filtri per l'aria di estrazione poiché questi ultimi hanno una efficienza standard non paragonabile alla maggiore efficienza dei filtri HEPA (Fisk et al., 2002).

**Rapporto ISS:** Eliminare totalmente la funzione di ricircolo dell'aria per evitare l'eventuale trasporto di agenti patogeni (batteri, virus, ecc.) nell'aria.

## 6. Recuperatore calore

**ASHRAE:** Bypassare i sistemi di ventilazione a recupero di energia che potrebbero potenzialmente perdere aria di estrazione contaminata e riportarla nell'aria di mandata esterna.

**REVHA:** Verificare la corretta installazione dei sistemi a recupero di calore e misurare la differenza di pressione per la determinazione delle perdite. Spesso ventilatori montati in modo errato sono causa di una maggiore pressione sul lato di estrazione dell'aria che porta a perdite dell'aria di ripresa in quella di mandata. In caso di perdite <5% compensare con l'aumento della ventilazione esterna, secondo la norma EN 16798-3:2017, in caso di perdite >5% bypassare sistemi di recupero calore (Carlsson et al., 1995).

**Rapporto ISS:** Il documento dell'ISS non riporta alcuna indicazione relativa al recuperatore di calore.

## 7. Bilanciamento dei flussi di aria

**ASHRAE:** Il documento non riporta indicazioni relative al bilanciamento dei flussi d'aria.

**REVHA:** Il documento non riporta indicazioni relative al bilanciamento dei flussi di aria.

**Rapporto ISS:** Il documento non riporta indicazioni relative al bilanciamento dei flussi d'aria.

## 8. Filtri:

**ASHRAE:** Migliorare i sistemi di filtrazione dell'aria dotandosi di filtri MERV-13 o su livelli più alti possibile.

**REVHA:** Sostituire i filtri secondo il normale programma di manutenzione e in caso di superamento dei limiti di pressione.

**Rapporto ISS:** Acquisire tutte le informazioni sul funzionamento dell'impianto VCM (es. controllo dell'efficienza di funzionamento, perdite di carico, verifica del registro di conduzione, tempi di scadenza della manutenzione, tipo di pacco filtrante installato, interventi programmati, ecc.). Eventualmente se si è vicini ai tempi di sostituzione del pacco filtrante (per perdite di carico elevate, o a poche settimane dall'intervento di manutenzione programmata, ecc.), al fine di migliorare la filtrazione dell'aria in ingresso, sostituire con pacchi filtranti più efficienti (es. UNI EN ISO 16890:2017: F7-F9). Una volta effettuata la sostituzione, assicurarsi della tenuta all'aria al fine di evitare possibili trafileamenti d'aria.

## 9. Pulizia canaline

**ASHRAE:** Aggiungere dispositivi di disinfezione UVGI (Lampade UV-C a lunghezza d'onda di 254 nm) su canaline o sulle unità di trattamento aria o su dispositivi portatili in luoghi ad alta densità di occupanti come sale d'attesa.

**REVHA:** Non serve se sono state messe in atto la chiusura del ricircolo e le indicazioni circa il sistema di recupero del calore.

**Rapporto ISS:** Il documento dell'ISS non riporta alcuna indicazione relativa alla pulizia delle canaline.

## 10. Impianti locali (tipo Fan coil)

**ASHRAE:** Sistemi di ventilazione locali con 100% di apporto di aria esterna con efficienti sistemi di filtrazione o con sistemi di disinfezione con raggi UV e se accompagnati da sistemi di aspirazione locali possono ridurre il rischio di esposizione come dimostrato in studi sperimentali di fluidodinamica computazionale in setting ospedalieri.

**REVHA:** Tenerli sempre accesi per evitare la deposizione delle particelle aerodisperse che verrebbero risospese alla riaccensione. Aprire periodicamente le finestre per aumentare la ventilazione e i ricambi di aria. Se possibile (quando non vi è necessità di raffreddamento) si raccomanda di tenere spente le unità per evitare la risospensione delle particelle virali nella stanza, specialmente quando occupata da più persone.

**Rapporto ISS:** Negli edifici dotati di impianti misti di riscaldamento/raffrescamento con apparecchi terminali locali il cui funzionamento e regolazione della velocità possono essere centralizzati oppure effettuati dai lavoratori che occupano l'ambiente o la stanza (es. fancoil, ventilconvettori solo per citarne alcuni) questi vanno mantenuti fermi per evitare che, con il



ricircolo dell'aria, si diffondano, all'interno della struttura, eventuali contaminanti, compreso potenzialmente il virus SARS-CoV-2. Solo nel caso in cui a seguito della riorganizzazione (es. adeguamento degli spazi, aree, minimizzazione della presenza di personale, distanziamento, limitazione dei percorsi e delle zone per evitare contatti ravvicinati e gli assembramenti, differenziazione e scaglionamento degli orari di lavoro, ecc.), è prevista giornalmente la presenza di un singolo lavoratore (sempre lo stesso) per ogni ambiente o stanza, è possibile mantenere in funzione l'impianto. Si raccomanda di verificare che nelle vicinanze delle prese e griglie di ventilazione dei terminali, non siano presenti tendaggi, oggetti e piante, che possano interferire con il corretto funzionamento. Al tal fine pulire periodicamente, ogni quattro settimane, in base alle indicazioni fornite dal produttore ad impianto fermo, filtri dell'aria di ricircolo del fancoil o del ventilconvettore per mantenere gli adeguati livelli di filtrazione/rimozione.

Rimane ancora valida la procedura di pulizia settimanale degli apparecchi terminali locali (fancoil o ventilconvettore) nel caso di contemporanea condivisione dello stesso ambiente o stanza da parte di più lavoratori. Durante la pulizia dei filtri fare attenzione alle batterie di scambio termico e alle bacinelle di raccolta della condensa. Evitare di utilizzare e spruzzare prodotti per la pulizia detergenti/disinfettanti spray direttamente sul filtro per non inalare sostanze inquinanti (es. COV), durante il funzionamento. I prodotti per la pulizia/disinfettanti spray devono essere preventivamente approvati dal SPP. Dove possibile in questi ambienti sarebbe necessario aprire regolarmente le finestre e balconi per aumentare il ricambio e la diluizione degli inquinanti specifici (es. COV, PM10, ecc.), della CO2, degli odori, dell'umidità e del bioaerosol che può trasportare batteri, virus, allergeni, funghi filamentosi (muffe) accumulati nell'aria ricircolata dall'impianto. È preferibile aprire per pochi minuti più volte al giorno, che una sola volta per tempi lunghi.

## **11. Impianti locali (tipo Split)**

**ASHRAE:** Sistemi di ventilazione locali con 100% di apporto di aria esterna con efficienti sistemi di filtrazione o con sistemi di disinfezione con raggi UV e se accompagnati da sistemi di aspirazione locali possono ridurre il rischio di esposizione come dimostrato in studi sperimentali di fluidodinamica computazionale in setting ospedalieri.

**REVHA:** Il documento non riporta alcuna indicazione

**Rapporto ISS:** Nel caso in cui alcuni singoli ambienti di lavoro siano dotati di piccoli impianti autonomi di riscaldamento/raffrescamento con una doppia funzione e con un'unità esterna (es. pompe di calore split, termoconvettori) o di sistemi di climatizzazione portatili collegati con un tubo di scarico flessibile dell'aria calda appoggiato o collegato con l'esterno dove l'aria che viene riscaldata/raffrescata è sempre la stessa (hanno un funzionamento simile agli impianti fissi), è opportuno pulire regolarmente in base al numero di lavoratori presenti nel singolo ambiente: ogni quattro settimane nel caso di singolo lavoratore (sempre lo stesso), in tutti gli altri casi ogni settimana, in base alle indicazioni fornite dal produttore e ad impianto fermo, i filtri dell'aria di ricircolo in dotazione all'impianto/climatizzatore per mantenere livelli di filtrazione/rimozione adeguati. Evitare di utilizzare e spruzzare prodotti per la pulizia detergenti/disinfettanti spray direttamente sul filtro per non inalare sostanze inquinanti (es. COV), durante il funzionamento. Pulire le prese e le griglie di ventilazione con panni puliti in microfibra inumiditi con acqua e con i comuni saponi, oppure con una soluzione di alcool etilico con una percentuale minima del 70% v/v asciugando successivamente.