

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102020000032021
Data Deposito	23/12/2020
Data Pubblicazione	23/03/2021

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	N	15	04

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	12	Q	1	04

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	24	F	11	30

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	N	15	06

Titolo

Metodo per valutare il rischio di contaminazione ambientale da agenti patogeni diffusi per via aerea, in locali chiusi provvisti di impianti HVAC

Descrizione dell'invenzione Industriale avente per
titolo:

“METODO PER VALUTARE IL RISCHIO DI CONTAMINAZIONE
AMBIENTALE DA AGENTI PATOGENI DIFFUSI PER VIA
AEREA, IN LOCALI CHIUSI PROVVISI DI IMPIANTI HVAC”

a nome: Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, di nazionalità italiana, con sede in Via Università 4 - 41121 Modena.

Inventori designati: Tartarini Paolo - Cossarizza
Andrea - Muscio Alberto - Pedrazzi Simone -
Allesina Giulio - Puglia Marco - Morselli Nicolò -
Angeli Diego

Depositata il _____ al n. _____

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un metodo per valutare il rischio di contaminazione ambientale da agenti patogeni diffusi per via aerea, in locali chiusi. Detti locali sono provvisti di impianti HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning) che immettono e riprendono aria dall'ambiente, provocando correnti fluide che sono funzione della geometria del locale e del sistema di ventilazione.

In determinate situazioni reali di compresenza tra più persone nello stesso locale, esiste il

rischio di contagio tramite agenti patogeni che si diffondono per via aerea.

Dato uno specifico ambiente, provvisto di impianto di climatizzazione o di un sistema di aereazione o ventilazione, ci sono zone che sono caratterizzate da uno specifico rischio di diffusione dell'agente patogeno, a causa di fenomeni di trasporto indotti da fattori umani (respirazione, tosse e/o starnuto) accoppiati o meno da flussi d'aria forzati indotti dagli impianti di climatizzazione o causati dalla struttura dell'ambiente.

Il problema viene affrontato unendo competenze mediche ed ingegneristiche.

Scopo della presente invenzione è quello di fornire un metodo per valutare il comportamento degli impianti HVAC nella reale situazione di impiego, in modo da fornire le indicazioni necessarie per caratterizzarli e regolarli, al fine di ridurre al minimo i rischi di contagio, in caso di presenza di batteri o virus patogeni che si diffondono per via aerea.

Detta valutazione è effettuata mediante la combinazione di analisi sperimentali e numeriche termofluidodinamiche, basate sull'emissione di

droplets che simulino il respiro umano, modellando numericamente e/o monitorando la traiettoria e le distanze raggiunte da tali droplets fino al loro depositarsi sul pavimento o su oggetti presenti nel locale. Nell'analisi sperimentale, dette droplets contengono un tracciante che consente di visualizzarne la traiettoria dal punto di emissione fino al punto di caduta su una superficie del locale.

Quello descritto e altri scopi, come verrà esplicitato nel seguito, vengono raggiunti con un metodo, conforme alla rivendicazione 1, per analizzare il rischio legato a determinate situazioni reali di compresenza di più persone nello stesso locale, in termini di esposizione al contagio di malattie che si diffondono per via aerea.

Il metodo è diretto specificamente alla valutazione di impianti HVAC impiegati per il condizionamento di locali chiusi; detti impianti comprendono quelli dotati di bocchette di aerazione e bocchette di ripresa, quelli di ventilazione meccanica controllata e quelli di solo riscaldamento e/o di sola ventilazione. Detto metodo ha lo scopo di caratterizzare e regolare

tali impianti HVAC al fine di minimizzare l'esposizione al contagio delle persone presenti nel locale stesso, ed è caratterizzato dal fatto di comprendere le seguenti fasi:

- studio anemometrico del locale in modo da determinare le dimensioni e le caratteristiche dello stesso e generare una griglia di punti, per ciascuno dei quali sia nota intensità, direzione e verso della corrente d'aria, sommando l'eventuale portata erogata da dette bocchette di aerazione e aspirata da dette bocchette di ripresa;
- analisi numerica basata sui rilevamenti geometrici ed anemometrici;
- posizionamento di uno o più emettitori di droplets nei punti del locale in cui siano presenti delle persone, in modo da simularne il respiro, dette droplets contenendo un tracciante atto a visualizzarne la traiettoria e la distanza raggiunta;
- modellazione e/o rilevamento delle traiettorie delle droplets dal punto di emissione fino alla caduta delle stesse sulle superfici all'interno di detto locale; il rilevamento viene effettuato tramite mezzi atti a visualizzare il tracciante presente nelle droplets.

Forme di realizzazione preferite e varianti non banali della presente invenzione formano l'oggetto delle rivendicazioni dipendenti.

Il metodo proposto fornisce una stima delle aree a maggior rischio di contaminazione e dà indicazioni su come regolare gli impianti HVAC per ridurre il più possibile le aree a rischio.

Quanto descritto potrà essere implementato in un software basato sulla discretizzazione dei fenomeni termo-fluido-dinamici, da usare in fase di verifica di impianti esistenti o di progettazione ex novo.

Resta inteso che tutte le rivendicazioni allegate formano parte integrante della presente descrizione.

Risulterà immediatamente ovvio che si potranno apportare a quanto descritto innumerevoli varianti e modifiche, senza discostarsi dal campo di protezione dell'invenzione, come appare dalle rivendicazioni allegate.

La presente invenzione verrà meglio descritta da alcune forme preferite di realizzazione, fornite a titolo esemplificativo e non limitativo.

Il metodo secondo l'invenzione prevede l'impiego coordinato di dispositivi anemometrici,

di simulazioni numeriche, di emettitori di droplets e di un sistema di indagine della dispersione delle droplets stesse.

Poiché nella realtà il virus è contenuto nella saliva, il liquido di partenza è a base acqua, alla quale viene aggiunto un tracciante.

Detto tracciante potrà avere una colorazione riconoscibile nello spettro del visibile (ad esempio un inchiostro), nello spettro ultravioletto (pigmenti fluorescenti) o in entrambi gli spettri (ad esempio riboflavina oppure aluminati e carbonati di europio/stronzio oppure composti del fosforo e solfuro di zinco).

Qualora le goccioline siano di dimensioni inferiori a 5 μm e non fossero diversamente misurabili, si può usare come tracciante del DNA sintetico, e procedere alla rilevazione mediante l'amplificazione del DNA stesso tramite tecnica PCR (Polymerase Chain Reaction).

Il metodo, secondo l'invenzione, per testare gli impianti HVAC impiegati per il condizionamento in un locale chiuso, provvisto di un sistema di aerazione con bocchette di aerazione e bocchette di ripresa, comprende le seguenti fasi:

- studio anemometrico del locale in modo da

determinare le dimensioni e le caratteristiche dello stesso e generare una griglia di punti, per ciascuno dei quali sia nota intensità, direzione e verso della corrente d'aria, sommando la portata erogata da dette bocchette di aerazione e aspirata da dette bocchette di ripresa;

- posizionamento di uno o più emettitori di droplets nei punti del locale in cui siano presenti delle persone, in modo da simularne il respiro, dette droplets contenendo un tracciante atto a visualizzarne la traiettoria e/o la distanza raggiunta;

- modellazione e rilevamento delle traiettorie delle droplets dal punto di emissione fino alla caduta delle stesse sulle superfici all'interno di detto locale.

Secondo una forma preferita di attuazione, lo studio anemometrico del locale è seguito da un'analisi numerica basata sui rilevamenti geometrici ed anemometrici.

Il metodo secondo l'invenzione prevede ulteriormente la possibilità di posizionare nell'intorno di detti uno o più emettitori, delle superfici target, su cui andranno a depositarsi eventualmente le droplets.

La rilevazione delle droplets potrà essere effettuata in tempo reale o a posteriori.

La rilevazione in tempo reale prevede illuminare le droplets con opportune fonti luminose, ovvero isolando una porzione con una lama laser, dette fonti luminose essendo in funzione della natura del tracciante, quindi saranno nello spettro del visibile o dell'ultravioletto. L'impiego di sorgenti luminose o di sistemi a lama laser permette di isolare un piano della nebbia dispersa dall'emettitore, dando informazioni immediate sulla direzione di contagio.

La rilevazione a posteriori viene effettuata dopo un opportuno tempo di esposizione, dipendente dal tipo di attività che si vuole simulare, andando a misurare per processing di immagine la concentrazione del tracciante depositato su dette superfici target, poste nell'intorno di detti uno o più emettitori, al fine di avere una chiara indicazione del grado di rischio a cui si esporrebbero eventuali utenti del locale oggetto di indagine. In questo modo possono essere individuate aree a maggior rischio.

Lavorando sui sistemi di aerazione sarà poi possibile valutare migliorie a "costo zero" che non

richiedano la riprogettazione dell'impianto.

Sarà inoltre possibile valutare velocemente l'efficacia di misure di sicurezza quali l'introduzione di barriere in plexiglas e/o il distanziamento delle postazioni delle persone.

Infine, il confronto fra diversi regimi di funzionamento degli impianti e fra diverse configurazioni impiantistiche permetterà di fornire utili informazioni su queste ultime, in termini di efficacia delle prestazioni di contrasto alla diffusione di agenti patogeni per via aerea.

Detti emettitori di droplets potranno funzionare per nebulizzazione in pressione, per atomizzazione ad ultrasuoni, per atomizzazione per effetto Venturi o metodi di dispersione assimilabili negli effetti.

Si sono descritte delle forme preferite di attuazione dell'invenzione, ma naturalmente esse sono suscettibili di ulteriori modifiche e varianti nell'ambito della medesima idea inventiva. In particolare, agli esperti nel ramo risulteranno immediatamente evidenti numerose varianti e modifiche, funzionalmente equivalenti alle precedenti, che ricadono nel campo di protezione dell'invenzione, come evidenziato nelle

rivendicazioni allegate nelle quali i segni di riferimento posti tra parentesi non possono essere interpretati nel senso di limitare le rivendicazioni stesse. Inoltre, la parola "comprendente" non esclude la presenza di elementi e/o fasi diversi da quelli elencati nelle rivendicazioni. L'articolo "un", "uno" o "una" precedente un elemento non esclude la presenza di una pluralità di tali elementi. Il semplice fatto che alcune caratteristiche siano citate in rivendicazioni dipendenti diverse tra loro non indica che una combinazione di queste caratteristiche non possa essere vantaggiosamente utilizzata.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per testare gli impianti HVAC impiegati per la climatizzazione di un locale chiuso provvisto di un sistema di aerazione, con bocchette di aerazione e bocchette di ripresa, o dotato di semplici sistemi di riscaldamento/raffrescamento o di sola ventilazione, caratterizzato dal fatto di comprendere le seguenti fasi:

- studio anemometrico del locale in modo da determinare le dimensioni e le caratteristiche dello stesso e generare una griglia di punti, per ciascuno dei quali sia nota intensità, direzione e verso della corrente d'aria, sommando l'eventuale portata erogata da dette bocchette di aerazione e aspirata da dette bocchette di ripresa;
- posizionamento di uno o più emettitori di droplets nei punti del locale in cui siano presenti delle persone, in modo da simularne il respiro, dette droplets contenendo un tracciante atto a visualizzarne la traiettoria e/o la distanza raggiunta;
- modellazione e/o rilevamento delle traiettorie delle droplets dal punto di emissione fino alla caduta delle stesse sulle superfici all'interno di detto locale, detto rilevamento essendo effettuato

tramite mezzi atti a visualizzare il tracciante presente nelle droplets.

2. Metodo per testare gli impianti HVAC, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di prevedere ulteriormente un'analisi numerica basata sui rilevamenti geometrici ed anemometrici.

3. Metodo per testare gli impianti HVAC, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di posizionare, attorno all'emettitore, una o più superfici target su cui andranno eventualmente a depositarsi le droplets emesse.

4. Metodo per testare gli impianti HVAC, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto tracciante ha una colorazione riconoscibile nello spettro del visibile, oppure nello spettro dell'ultravioletto o in entrambi.

5. Metodo per testare gli impianti HVAC, secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detto tracciante è rispettivamente un inchiostro, un pigmento fluorescente, quale riboflavina oppure alluminati e carbonati di europio/stronzio oppure composti del fosforo e solfuro di zinco.

6. Metodo per testare gli impianti HVAC, secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detti mezzi atti a visualizzare il tracciante

presente nelle droplets comprendono sorgenti di luce visibile e/o ultravioletta.

7. Metodo per testare gli impianti HVAC, secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detti mezzi atti a visualizzare il tracciante presente nelle droplets comprendono una lama laser atta ad illuminare un piano nella dispersione di dette droplets.

8. Metodo per testare gli impianti HVAC, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto tracciante è DNA sintetico, rilevabile tramite l'amplificazione del DNA stesso tramite tecnica PCR (Polymerase Chain Reaction).

9. Metodo per testare gli impianti HVAC, secondo almeno una delle rivendicazioni da 1 a 8, caratterizzato dal fatto di misurare per processing di immagine la concentrazione del tracciante depositato su dette superfici target poste nell'intorno di detto emettitore.

10. Metodo per testare gli impianti HVAC, secondo almeno una delle rivendicazioni da 1 a 9, caratterizzato dal fatto che detti emettitori di droplets funzionano per nebulizzazione in pressione, per atomizzazione ad ultrasuoni o per atomizzazione per effetto Venturi.