



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

**Convegno «Siti e strumenti a
supporto delle attività di
prevenzione»**

Bologna, 9 Maggio 2023

La Banca delle Soluzioni: Sezione Microclima.



Alice Caporale, dottoranda
Prof.ssa Cristina Mora
Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Bologna

Ing. Lucia Botti
*Centro di Ricerca Interdipartimentale sulla Sicurezza e Prevenzione dei Rischi
(CRIS), Università di Modena e Reggio Emilia*

La “Banca delle Soluzioni” come strumento per la prevenzione e la riduzione del rischio da microclima

- *La struttura della sezione microclima*
- *Le schede tecniche*

La Banca delle Soluzioni apre al Microclima

Sono necessarie **soluzioni e strumenti**
per la riduzione del rischio da Microclima

Il Dipartimento di Ingegneria industriale dell'Università di Bologna ha
implementato uno dei suoi **strumenti di prevenzione**:



[**bancadellesoluzioni**]

PARENTESI MAI SOSPESE

In linea con il **D.Lgs.81/08** nel **2021 nasce il Gruppo di lavoro** dedicato al **Microclima** all'interno progetto Banca delle Soluzioni (2014), con lo scopo di **individuare soluzioni tecniche e tecnologiche in grado di eliminare, ridurre o limitare il rischio da microclima** a favore del benessere dei lavoratori.



La struttura della sezione



La Banca delle Soluzioni per il Microclima rappresenta una raccolta di soluzioni tecniche per il miglioramento delle condizioni ambientali all'interno e la riduzione dei rischi legati a condizioni ambientali inappropriate all'esterno.

APPROFONDIMENTI FONDAMENTALI PER GLI OPERATORI

- "DESCRIZIONE DEL RISCHIO DA MICROCLIMA"
- "CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE"
- "NORME TECNICHE PER LA GESTIONE DEL MICROCLIMA"

Tali documenti, che rimandano alle informazioni presenti nel **Portale Agenti Fisici (PAF)**, costituiscono uno **strumento informativo che orienti gli attori aziendali della sicurezza e gli operatori della prevenzione** ad una risposta corretta ai fini della prevenzione e protezione da Microclima in tutti i comparti lavorativi.

The screenshot shows the website for Safety Engineering, Department of Industrial Engineering at the University of Bologna. The main navigation bar includes 'Cerca qui', 'Home', 'About', 'Sezioni', 'Didattica', 'Documenti', 'Eventi', 'Contatti', and 'Accedi'. The page title is 'Safety Engineering' with the subtitle 'Department of Industrial Engineering - University of Bologna'. The main content area is titled 'MICROCLIMA' and features a large image of a person in a protective suit. Below the title, there is a paragraph describing the section's focus on research, materials, and safety measures. The 'AMBITI' (Areas) section lists three categories: 'Dispositivi di monitoraggio' (Monitoring devices), 'Microclima - Casi di studio' (Microclimate - Case studies), and 'Soluzioni tecniche per il microclima' (Technical solutions for microclimate). The 'APPROFONDIMENTI' (Deepenings) section lists three categories: 'Criteri e strumenti di progettazione' (Criteria and design tools), 'Descrizione del rischio da microclima' (Description of microclimate risk), and 'Norme tecniche per il microclima' (Technical standards for microclimate).

La struttura della sezione: approfondimenti

Cerca qui

Home About Sezioni ▾ Didattica Documenti Eventi Contatti [Accedi](#)

Safety Engineering

Department of Industrial Engineering - University of Bologna

Criteri e strumenti di progettazione

SEZIONE WORK IN PROGRESS

In questa sezione verranno pubblicati criteri per una corretta progettazione degli ambienti di lavoro e degli impianti che tengano conto delle variabili microclimatiche e del loro impatto sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori.

Inoltre, tale sezione presenterà un elenco di strumenti digitali e software a supporto della progettazione del microclima sul luogo di lavoro.

Partners



Safety Engineering
dina@svest.unibo.it
Dipartimento di Ingegneria Industriale
Viale Risorgimento 2, Bologna

DM Safety Engineering | University of Bologna. ©Copyright 2023 - ALMA MATER STUDIORUM - Università di Bologna - Via Zamboni, 33 - 40126 Bologna Parita IVA: 018370378
Disclaimer and Privacy Policy

Cerca qui

Home About Sezioni ▾ Didattica Documenti Eventi Contatti [Accedi](#)

Safety Engineering

Department of Industrial Engineering - University of Bologna

Danger

Descrizione del rischio

Con il termine microclima si indica l'insieme delle grandezze fisiche ambientali e dei parametri personali/sogettivi che determinano lo scambio termico tra uomo ed ambiente, dando luogo a condizioni di comfort, discomfort o stress termico. Uno squilibrio nelle condizioni di equilibrio termico uomo-ambiente, può determinare effetti significativi sia sulla salute fisica che sul benessere psicologico dei lavoratori coinvolti ed il diverso stato di malessere o stress dipendono dal grado di attivazione dei meccanismi di termoregolazione necessari a mantenere la temperatura interna del corpo umano in un intorno dei 37 °C.



Sono diverse le patologie da caldo e da freddo che possono insorgere durante il lavoro in caso di condizioni microclimatiche inadeguate: gli apparati interessati sono quello cardiocircolatorio, respiratorio, muscoloscheletrico, con diversa gravità a seconda del livello di esposizione a temperature troppo basse o troppo elevate. Possono inoltre insorgere condizioni di affaticamento e disattenzione che, a loro volta, possono portare ad un incremento del rischio infortunistico. Gli effetti sulla salute possono insorgere sia nel caso di lavoro al chiuso che all'aperto e possono essere collegati alla stagionalità o indipendenti da essa.

Per tali motivi gli indici che la normativa tecnica propone per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori al microclima sono diversi a seconda delle condizioni in cui ci si trova.

Il rischio di esposizione a microclima in ambiente di lavoro è trattato al titolo VIII ed al titolo II - allegato IV del Decreto Legislativo 81/08 e la sua valutazione rientra tra gli obblighi del datore di lavoro, secondo le modalità contenute nell'art. 181 del decreto stesso.

Per una descrizione dettagliata del rischio e delle modalità di valutazione dei diversi indici microclimatici può essere consultata la sezione [microclima](#) del [Portale degli Agenti Fisi](#).

La valutazione del rischio deve portare ad individuare le soluzioni necessarie a rimuovere o mitigare il rischio di esposizione (art. 182 del D. Lgs.81/08) attraverso un insieme di soluzioni di tipo tecnico, organizzativo o procedurale, a partire dalla accurata progettazione dei locali di lavoro e dalla scelta di materiali ed impianti.

All'esito della valutazione del rischio, nel caso di ambienti/attività già esistenti, si dovrà progettare e pianificare i processi lavorativi in funzione della riduzione del rischio; ridurre l'effetto dei fattori fisici nel luogo di lavoro compatibilmente con la tipologia di lavoro svolta; ridurre al minimo indispensabile la durata e l'intensità dell'esposizione dei lavoratori; ridurre al minimo indispensabile il numero dei lavoratori potenzialmente esposti; provvedere alla formazione e all'informazione dei lavoratori; fornire attrezzature adeguate e dispositivi di protezione collettiva o individuali idonei a ridurre il rischio.

Con lo scopo di studiare lo stato dell'arte sulle tecnologie di miglioramento del microclima e di individuare soluzioni tecniche e tecnologiche in grado di eliminare, ridurre o limitare il rischio da microclima a favore del benessere dei lavoratori, nel 2021 nasce il Gruppo di lavoro per lo sviluppo di una nuova sezione all'interno della Banca delle Soluzioni dedicata al Microclima. Questa nuova sezione vuole costituire uno strumento informativo che orienti gli attori aziendali della sicurezza e gli operatori della prevenzione ad una risposta corretta ai fini della prevenzione e protezione da Microclima in tutti i comparti lavorativi.

Cerca qui

Home About Sezioni ▾ Didattica Documenti Eventi Contatti [Accedi](#)

Safety Engineering

Department of Industrial Engineering - University of Bologna

ISO

Norme tecniche

Questa sezione costituisce una premessa alla sezione Microclima, all'interno della quale verranno presentate le norme tecniche che regolano il settore e che permettono la valutazione del rischio da Microclima. Per una descrizione dettagliata del rischio e delle modalità di valutazione dei diversi indici microclimatici possono essere consultate le sezioni [microclima](#) e [normativa](#) del [Portale degli Agenti Fisi](#).

Le norme sono aggiornate al 4 Maggio 2023.

Classificazione	Titolo	Indicazioni
UNI EN ISO 7730: 2006	Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale	applicabile agli AMBIENTI MODERATI
UNI EN ISO 7726: 2002	Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
UNI EN ISO 8996: 2022	Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione del metabolismo energetico	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
UNI EN ISO 9920: 2009	Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dell'isolamento termico e della resistenza evaporativa dell'abbigliamento	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
UNI EN ISO 9886: 2004	Ergonomia - Valutazione degli effetti termici (thermal strain) mediante misurazioni fisiologiche	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
UNI EN ISO 10551: 2019	Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dell'influenza dell'ambiente termico mediante scale di giudizio soggettivo	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
UNI EN ISO 11399: 2001	Ergonomia degli ambienti termici - Principi e applicazioni delle relative norme internazionali	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
UNI EN ISO 12894: 2002	Ergonomia degli ambienti termici - Supervisione medica per persone esposte ad ambienti molto caldi o molto freddi	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
UNI EN ISO 13731: 2004	Ergonomia degli ambienti termici - Vocabolario e simboli	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
UNI EN ISO 15265: 2005	Ergonomia dell'ambiente termico - Strategia di valutazione del rischio per la prevenzione dello stress o del disagio termico in condizioni di lavoro	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
UNI EN ISO 28803: 2012	Ergonomia degli ambienti fisici - Applicazione di norme internazionali alle persone con speciali necessità	applicabile a tutti gli AMBIENTI CLIMATICI
UNI EN ISO 7243: 2017	Ergonomia degli ambienti termici - Valutazione dello stress da calore utilizzando l'indice WBGT (temperatura globale del bulbo bagnato)	applicabile agli AMBIENTI SEVERI CALDI
UNI EN ISO 7933: 2005	Ergonomia dell'ambiente termico - Determinazione	applicabile agli AMBIENTI

La struttura della sezione: ambiti

TRE AMBITI DI INDAGINE:

- **“DISPOSITIVI DI MONITORAGGIO DEL MICROCLIMA”** contenente i link alle schede delle soluzioni relative alle stazioni complete e alle centraline portatili per il monitoraggio dei parametri ambientali.
- **“SOLUZIONI TECNICHE PER IL MICROCLIMA”** suddivise nelle seguenti sottosezioni:
 - **Materiali** (in termini funzionali, non di materiale costituente, es. differenziazione nuovo e già costruito).
 - **Attrezzature** (soluzioni puntuali da applicare nelle singole posizioni di lavoro, es. pedane).
 - **Impianti** (es. raffrescamento, riscaldamento, ecc.).
 - **DPI** (es. dispositivi indossabili con funzione riscaldante o rinfrescante).
- **“CASI DI STUDIO”** ovvero esempi di successo e soluzioni sviluppate dalle aziende per risolvere delle problematiche specifiche di natura microclimatica.



La struttura della sezione: ambiti

Search: Home About Sezioni ▾ Didattica Documenti Eventi Contatti Accedi

Safety Engineering

Department of Industrial Engineering - University of Bologna

Dispositivi di monitoraggio

SIMBOLOGIA UTILIZZATA ALL'INTERNO DELLE SCHEDE TECNICHE

- Ambiente con alti tassi di umidità
- Ambiente con bassi tassi di umidità
- Ambiente severo caldo
- Ambiente severo freddo
- Sistema con sensori
- Sistema con videocamera

DISPOSITIVI DI MONITORAGGIO

DISPOSITIVI DI MONITORAGGIO

+ Monitoraggio e misurazione del microclima

SE CONOSCI SOLUZIONI NON ANCORA INSERITE NEL PORTALE, DAI IL TUO CONTRIBUTO!

Proponi una soluzione

Partners

SIMBOLOGIA UTILIZZATA ALL'INTERNO DELLE SCHEDE TECNICHE

- Ambiente con alti tassi di umidità
- Ambiente con bassi tassi di umidità
- Ambiente severo caldo
- Ambiente severo freddo
- Sistema con sensori
- Sistema con videocamera

Aggiunta di **nuove icone per identificare l'ambiente di applicazione** delle soluzioni tecniche.

Search: Home About Sezioni ▾ Didattica Documenti Eventi Contatti Accedi

Safety Engineering

Department of Industrial Engineering - University of Bologna

Dispositivi di monitoraggio

Monitoraggio e misurazione del microclima

- CENTRALINA MICROCLIMATICA PORTATILE
- STAZIONE DI MISURA DEL MICROCLIMA

La struttura della sezione: ambiti

Cerca qui

Home About Sezioni ▾ Didattica Documenti Eventi Contatti [Accedi](#)

Safety Engineering

Department of Industrial Engineering - University of Bologna

Soluzioni tecniche per il microclima

Le soluzioni tecniche proposte nelle schede della sezione Microclima sono attrezzature presenti ad oggi sul mercato, in grado di migliorare le condizioni ambientali del luogo di lavoro per ridurre il rischio da microclima degli operatori coinvolti. Una soluzione per il miglioramento del microclima, in particolare la progettazione degli spazi con materiali idonei e di impianti adatti ha lo scopo di consentire lo svolgimento delle attività lavorative in condizioni di sicurezza, efficacia ed efficienza.

Le seguenti schede sono suddivise in funzione della tipologia di soluzione da adottare (strutturale, impiantistica o dispositivi personal). Ciascuna scheda presenta le informazioni caratteristiche dell'ambiente lavorativo in cui si inseriscono e della soluzione tecnica proposta.

SIMBOLOGIA UTILIZZATA ALL'INTERNO DELLE SCHEDE TECNICHE

Ambiente con alti tassi di umidità	Ambiente con bassi tassi di umidità	Ambiente severo caldo	Ambiente severo freddo
	Sistema con sensori	Sistema con videocamera	

SOLUZIONI TECNICHE PER IL MICROCLIMA

- [DPI](#)
- [IMPIANTI](#)
 - Raffrescamento
 - Riscaldamento
- [MATERIALI](#)

SOLUZIONI TECNICHE PER IL MICROCLIMA

- [DPI](#)
- [IMPIANTI](#)
 - Raffrescamento
 - Riscaldamento
- [MATERIALI](#)

Cerca qui

Home About Sezioni ▾ Didattica Documenti Eventi Contatti [Accedi](#)

Safety Engineering

Department of Industrial Engineering - University of Bologna

Impianti

Raffrescamento

1. RAFFRESCATORI FISSI
2. RAFFRESCATORI MOBILI

Riscaldamento

1. LAMPADE AD INFRAROSSI
2. PANNELLI RADIANTI
3. PEDANE RISCALDANTI
4. RISCALDAMENTO RADIANTE A PAVIMENTO
5. TERMOSTRISCE AD ACQUA

1. [Elenco produttori per queste soluzioni](#)

Raffrescamento

- ↓ RAFFRESCATORI FISSI
- ↓ RAFFRESCATORI MOBILI

Riscaldamento

- ↓ LAMPADE AD INFRAROSSI
- ↓ PANNELLI RADIANTI
- ↓ PEDANE RISCALDANTI
- ↓ RISCALDAMENTO RADIANTE A PAVIMENTO
- ↓ TERMOSTRISCE AD ACQUA

↓ [Elenco produttori per queste soluzioni](#)

LA SCHEDA TECNICA

Dispositivi di monitoraggio | Monitoraggio e misurazione microclima



Centralina microclimatica portatile



Descrizione

Registrare ed elaborare le principali variabili microclimatiche (temperatura, umidità e velocità dell'aria) per valutare il comfort termico negli ambienti di lavoro con una strumentazione portatile e di facile utilizzo. In particolare, necessità di valutare il discomfort termico in ambiente moderato e lo stress termico in ambiente severo caldo.



Modalità d'uso

Piccole stazioni microclimatiche palmari piegate per la misurazione del microclima e dei suoi parametri principali. Il software analizza i dati registrati rispondendo gli indici che determinano ambienti termici moderati e severi caldi (WBGT, PMV, PPD).

Vantaggi

- Portatili
- Facilità di utilizzo e lettura dei dati

Svantaggi

- Non può montare tutte le tipologie di sonde
- può montare al massimo 3 sonde contemporaneamente.

Caratteristiche tecniche

Questo tipo di centraline microclimatiche sono dotate di 3 ingressi per le sonde digitali che dialogano con il dispositivo interno di acquisizione e memorizzazione dei dati della misura delle grandezze microclimatiche. Sono presenti microfono e telecamera per la registrazione di commenti vocali e visivi. Grado di protezione: IP54. Intervallo di memorizzazione dati impostabile da 1sec a 1h. Autonomia: 24h in consumo massimo. Trasmissione dati: wifi o cavo USB. Temperatura di esercizio: da -5°C a +50°C. Range di umidità varia in base alla sonda: da 0 a 90% senza condensa.

Manutenzione

Ricarica USB

Conformità alle norme

ISO 7730, 7726, 7243 e 8996, ASHRAE Standard 55 e 62.1-2019

Costo

Acquisto 3.000€

[bancadellesoluzioni.it]

Per avere informazioni su come trovare questa soluzione, visita il sito www.bancadellesoluzioni.org
CONOSCI O PRODUCI ALTRE SOLUZIONI COME QUESTA? SCRIVI A dm.safetyengineering@unibo.it
Schema creato il 14/04/2022 e aggiornata il 28/03/2023

CLASSIFICAZIONE

Classificazione della soluzione rispetto al tipo di ambiente

TITOLO E ICONE

Icone descrittive del tipo di tecnologie utilizzate e dell'ambiente di applicazione

PROBLEMATICA

Descrizione e caratteristiche della problematica microclimatica da risolvere

CARATTERISTICHE DELLA SOLUZIONE

Modalità d'uso

Vantaggi e svantaggi

Caratteristiche tecniche

Manutenzione

Conformità alle norme

Costo (acquisto, installazione e manutenzione)

INFORMAZIONI SUL PROGETTO

Link alla Banca delle Soluzioni

Informazioni per dare il proprio contributo

Data di aggiornamento della scheda

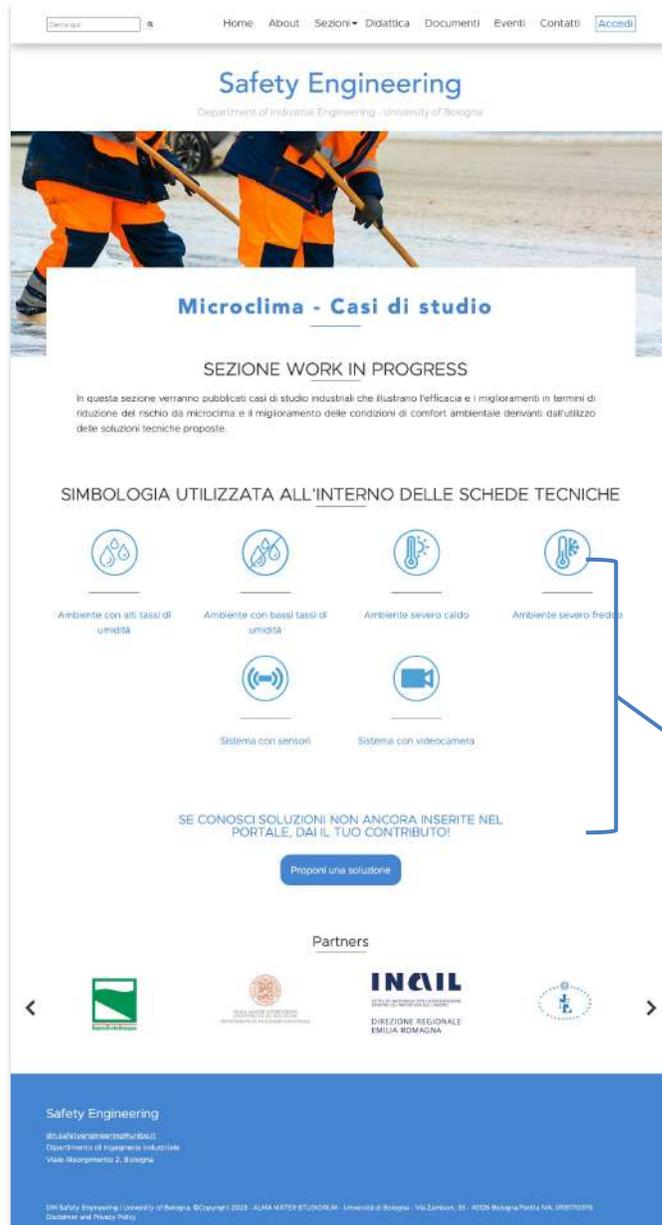


**Se presente,
link diretto alla
scheda caso di
studio
corrispondente**



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

La struttura della sezione: ambiti



La sezione casi di studio è in fase di lavorazione.

SIMBOLOGIA UTILIZZATA ALL'INTERNO DELLE SCHEDE TECNICHE



Aggiunta di **nuove icone per identificare l'ambiente di applicazione** delle soluzioni tecniche.

IL CASO STUDIO

1. AMBIENTI TERMICI

1.1. Dispositivi di monitoraggio



Monitoraggio remoto di temperatura e umidità in edifici storici



Il monitoraggio ambientale in edifici storici come musei, gallerie d'arte e fondazioni culturali richiede l'impiego di installazioni non invasive, di un sistema di allarmistica in tempo reale e di soluzioni facilmente scalabili e riposizionabili in base alle necessità.

Condizioni preesistenti

Contesto applicativo

Il Cliente, una nota galleria d'arte a Venezia, richiede un sistema di acquisizione dati wireless (temperatura e umidità) e la sua visualizzazione con la possibilità di esportare i dati per interfacciarsi con il proprio software gestionali.

Le richieste del Cliente riguardano la fornitura delle seguenti componenti:

- n.1 software di visualizzazione dati.
- n.100 sensori di temperatura e umidità.
- n.1 assistenza annua.

Condizioni ambientali presenti

Le condizioni presenti sono variabili in quanto si tratta di monitorare edifici posti in microclimi diversi e soggetti ad umidità diversa, è necessario quindi che il sistema sia flessibile per adattarsi a diversi contesti.

Eventuali dispositivi già presenti

Non sono presenti altri dispositivi

Eventuali rischi

Non vi sono rischi per gli operatori quanto per la conservazione delle opere.

Misurazioni relative al comfort/parametri ambiente

Nessuna.

Soluzione adottata

Descrizione dell'intervento

EDALAB ha fornito un sistema IoT di controllo e monitoraggio Cloud basato sui seguenti componenti:

- Centralina BOX-IO per la raccolta dei dati provenienti dai sensori con protocollo LoRaWAN e connessione di rete LTE per la condivisione in Cloud.
- Sensori di temperatura e umidità con protocollo di acquisizione dati LoRaWAN e sistema di acquisizione dati ogni 15 minuti.
- Antenna ad alto guadagno 868 MHz per garantire la copertura LoRaWAN.
- Piattaforma di visualizzazione dati (in forma di grafici e tabelle) CLOUD, raggiungibile tramite browser WEB.

Parametri analizzati

Temperatura e umidità.

Posizionamento sensori

Sensori posizionati in concomitanza delle aperture di ogni sala.

Fattori che determinano la riduzione del rischio/aumento del comfort

Controllo ambientale e modifica dei parametri in tempo reale per garantire il mantenimento di temperature e livelli di umidità adeguati alla conservazione delle opere.



[[bancadellesoluzioni](#)]

Per avere informazioni su come trovare questa soluzione, visita il sito safetyengineering.din.unibo.it/banca-delle-soluzioni/

CONOSCI O PRODUCI ALTRE SOLUZIONI COME QUESTA? SCRIVI A din.safetyengineering@unibo.it

Scheda creata il 14/04/2023 e aggiornata il 14/04/2023



Se presente, link diretto alla scheda tecnica corrispondente

CLASSIFICAZIONE

Classificazione della soluzione rispetto al tipo di ambiente

TITOLO E ICONE

Icone descrittive del tipo di tecnologie utilizzate e dell'ambiente di applicazione

PROBLEMATICHE E CONDIZIONI PREESISTENTI

Caratteristiche della problematica microclimatica da risolvere

Contesto applicativo

Condizioni ambientali presenti

Eventuali dispositivi già presenti

Eventuali rischi

Misurazioni relative al comfort/parametri ambientali

CARATTERISTICHE DELLA SOLUZIONE

Descrizione dell'intervento

Parametri analizzati

Posizionamento sensori

Fattori che determinano la riduzione del rischio/aumento del comfort

INFORMAZIONI SUL PROGETTO

Link alla Banca delle Soluzioni

Informazioni per dare il proprio contributo

Loghi

Raffrescatori fissi

Necessità di abbassare le temperature in grandi locali caratterizzati da condizioni climatiche calde e secche, dovute all'irraggiamento solare, all'apporto di calore da parte degli impianti e dei macchinari ed alla mancanza di sufficiente ricambio d'aria.

Questi ambienti (es: capannoni di produzione o locali per la logistica) spesso devono mantenere dei varchi aperti rendendo insostenibile l'utilizzo degli impianti di condizionamento.



Raffrescatori fissi



Descrizione

Necessità di **abbassare le temperature in grandi locali** caratterizzati da condizioni climatiche **calde e secche**, dovute all'irraggiamento solare, all'apporto di calore da parte degli impianti e dei macchinari ed alla mancanza di sufficiente ricambio d'aria.

Questi ambienti (es: capannoni di produzione o locali per la logistica) spesso devono mantenere dei varchi aperti rendendo insostenibile l'utilizzo degli impianti di condizionamento.



Modalità d'uso

Strumenti fissi per il raffrescamento industriale dotati di un serbatoio d'acqua utilizzata per raffreddare ed evaporare il calore. L'aria fredda risultante viene espulsa dal sistema con mandata laterale, dall'alto o dal basso, con l'aiuto di potenti ventilatori motorizzati. Sistemi gestiti da remoto tramite pannello di controllo e/o telecomando. Spesso abbinati ad apparecchi di estrazione dell'aria (ventilatori elicoidali o torrini) per aumentare la capacità di raffrescamento.

Vantaggi

- Filtrazione dell'aria e abbassamento delle temperature (5-10°C) in **spazi di medie/grandi dimensioni**.
- Installazione facile e versatile.
- **Bassissimi costi** di esercizio e di manutenzione
- Sono **privi di emissione**, non contenendo gas refrigeranti.

Svantaggi

- Queste apparecchiature comportano un **aumento dell'umidità interna**, pertanto può rendersi necessario monitorare gli indici di confort e stress termico, oltre che l'impatto sulla attività produttiva (impianti e materiali)

Caratteristiche tecniche

Area di raffreddamento: 200-400mq. Il serbatoio, a carico/scarico automatico, ha dimensioni comprese tra i 18 e i 40 litri. Consumi: 250-1500W in base alla velocità selezionata. Grado di protezione IP54, IPX4 o IP24. Rumorosità: 55-80dB. Alcuni dispositivi presentano sistemi OZOSYSTEM per la sterilizzazione dell'acqua.

Manutenzione

Pulizia di fine stagione (lavaggio del circuito di distribuzione dell'acqua, dei pacchi evaporativi, della pompa di ricircolo e della vasca di raccolta acqua). Copertura del sistema e scarico dell'acqua nella stagione invernale per evitare danni causati dal gelo. Ogni tre/quattro anni si consiglia di sostituire i pacchi evaporativi

Conformità alle norme

Certificazione CE

Costo

Acquisto 2000-4500€

Installazione varia dai 4000€ ai 7000 €

Manutenzione circa 300€ all'anno per corpo macchina



Raffrescatori mobili

Necessità di abbassare le temperature all'aperto o in locali di piccole dimensioni, o in corrispondenza di un singolo macchinario, in presenza di condizioni climatiche calde e secche, dovute all'irraggiamento solare, all'apporto di calore da parte degli impianti e dei macchinari ed alla mancanza di sufficiente ricambio d'aria. In questi ambienti (soprattutto all'esterno) spesso non è sostenibile utilizzare gli impianti di condizionamento.

Raffrescatori mobili



Descrizione

Necessità di **abbassare le temperature** all'aperto o in **locali di piccole dimensioni**, o in corrispondenza di un singolo macchinario, in presenza di **condizioni climatiche calde e secche**, dovute all'irraggiamento solare, all'apporto di calore da parte degli impianti e dei macchinari ed alla mancanza di sufficiente ricambio d'aria. In questi ambienti (soprattutto all'esterno) spesso non è sostenibile utilizzare gli impianti di condizionamento.



Modalità d'uso

Strumenti trasportabili per il raffrescamento industriale, interno ed esterno, dotati di un serbatoio d'acqua utilizzata per raffreddare ed evaporare il calore. L'aria fredda risultante viene espulsa dal sistema con mandata laterale, dall'alto o dal basso, con l'aiuto di potenti ventilatori motorizzati. Sistemi gestiti da remoto tramite pannello di controllo e/o telecomando.

Vantaggi

- Filtrazione dell'aria e abbassamento delle temperature nel luogo di lavoro (5-10°C).
- Facilmente **trasportabili** e utilizzabili anche all'aperto.
- **Bassissimi costi** di esercizio e di manutenzione.
- Sono **privi di emissioni**, non contenendo gas refrigeranti.

Svantaggi

- In alcuni modelli il **serbatoio** dell'acqua va **ricaricato manualmente**; altrimenti è necessario un allaccio idrico.
- Queste apparecchiature comportano un **aumento dell'umidità interna**, pertanto può rendersi necessario monitorare gli indici di confort e stress termico, oltre che l'impatto sulla attività produttiva (impianti e materiali).

Caratteristiche tecniche

Area di raffreddamento: 50-400mq. Alcune caratteristiche tecniche sono variabili in funzione della superficie raffrescata: serbatoio di dimensioni comprese tra i 50 e i 250 litri, con carico/scarico manuale o automatico; consumi compresi tra 150-1150W, anche in base alla velocità selezionata. Rumorosità: 52-68dB. Alcuni dispositivi possono essere equipaggiati con lampade UV per la sterilizzazione dell'acqua.

Manutenzione

Pulizia di fine stagione (lavaggio del circuito di distribuzione dell'acqua, dei pacchi evaporativi, della pompa di ricircolo e della vasca di raccolta acqua).

Conformità alle norme

Certificazione CE

Costo

Acquisto 1200-2500€

Manutenzione circa 300€ all'anno per corpo macchina

Termostrisce ad acqua

Necessità di riscaldare **piccoli e grandi ambienti** industriali o civili **nuovi o ristrutturati** che necessitano di un carico termico contenuto per assicurare il comfort termico dei lavoratori o in ambienti che presentano **elevati rischi di incendio** (es: falegnamerie, mobilifici, carrozzerie, verniciature industriali, industrie d'imballaggi, della plastica, chimiche, ecc.).



Termostrisce ad acqua



Descrizione

Necessità di riscaldare **piccoli e grandi ambienti** industriali o civili **nuovi o ristrutturati** che necessitano di un carico termico contenuto per assicurare il comfort termico dei lavoratori o in ambienti che presentano **elevati rischi di incendio** (es: falegnamerie, mobilifici, carrozzerie, verniciature industriali, industrie d'imballaggi, della plastica, chimiche, ecc.).



Modalità d'uso

Sistemi di riscaldamento ad irraggiamento costituiti da pannelli radianti alimentati ad acqua calda. Vengono installati a soffitto e sono composti da tubi in acciaio alloggiati nella sede semicircolare della piastra radiante e collettori che li collegano al circuito di riscaldamento. Le termostrisce radianti cedono calore per irraggiamento, scaldando direttamente le persone senza dispersione di calore nell'aria.

Vantaggi

- **Riduzione** dei **consumi e costi** di gestione.
- Nessun rumore, né correnti d'aria o movimento di polveri.
- Possibilità di raffrescare l'ambiente nel periodo estivo in edifici caratterizzati da volumetrie limitate e poche superfici irraggiate
- Installazione ottimale fino a 10m d'altezza
- Possono essere **alimentate con l'acqua calda** proveniente dai **processi manifatturieri**

Svantaggi

- L'**investimento** iniziale è più **elevato** rispetto ad altri metodi di riscaldamento
- Possibili **difficoltà di collocazione** dovute agli spazi e alle strutture architettoniche disponibili
- Sconsigliate in ambienti con alti tassi di circolazione dell'aria
- **Lento raggiungimento** delle condizioni di **comfort**

Caratteristiche tecniche

Dimensioni variabili: da 550x150mm a 6000x1200mm. Numero di tubi: 2-12. Emissioni termiche variabili a seconda della temperatura e delle dimensioni: da 105W/m a 30°C fino a 1038W/m a 80°C. Temperatura massima dell'acqua: 120°C. Rumorosità: assente. Vita media del prodotto: superiore ai 20 anni.

Manutenzione

I lavori di manutenzione e i costi sono limitati alla caldaia (verifica dei bruciatori)

Conformità alle norme

EN-14037-1

Costo

Acquisto e installazione dai 20 ai 40 €/m2 in base alla volumetria e all'isolamento dell'edificio.

Pedane riscaldanti

Necessità di creare **isole di calore** in **grandi locali industriali** o all'**aperto** in presenza di **condizioni climatiche fredde**, per assicurare il comfort termico dei lavoratori che stazionano nella stessa zona per molte ore. Questi ambienti (es: capannoni di produzione, macellerie, pescherie, ecc.) spesso devono mantenere basse temperature per consentire le lavorazioni e/o limitare i consumi energetici dell'edificio.



Pedane riscaldanti



Descrizione

Necessità di creare **isole di calore** in **grandi locali industriali** o all'**aperto** in presenza di **condizioni climatiche fredde**, per assicurare il comfort termico dei lavoratori che stazionano nella stessa zona per molte ore. Questi ambienti (es: capannoni di produzione, macellerie, pescherie, ecc.) spesso devono mantenere basse temperature per consentire le lavorazioni e/o limitare i consumi energetici dell'edificio.



Modalità d'uso

Strumenti elettrici per il riscaldamento industriale localizzato composti da un fondo isolante, un pannello radiante e una lamiera superficiale per facilitare la distribuzione del calore. Sono strumenti stabili ma riposizionabili secondo necessità. Le pedane riscaldanti funzionano mediante irraggiamento e ottimizzano il flusso termico utile verso l'alto, riducendo al minimo la perdita di calore verso il pavimento.

Abbinando un termostato, sensori di temperatura, termoprotettori e una centralina di gestione, questi strumenti possono essere controllati da remoto o automaticamente.

Vantaggi

- **Installazione facile** e versatile.
- Riscaldamento elettrico a **basso consumo**
- Bassissimi costi di esercizio e di manutenzione
- **Non** generano **emissioni** elettromagnetiche, polveri e rumori
- Possibilità di **associare più pannelli** in una configurazione puzzle

Svantaggi

- **Non apprezzate** dai lavoratori (timore che il calore provochi danni alla circolazione)
- Il gradino rende la **superficie** intorno al lavoratore **non planare**
- **Efficacia limitata** alla zona di posizionamento

Caratteristiche tecniche

Area di riscaldamento dei singoli pannelli: 0.54-1.85mq. Resistenza a compressione: 150kg/mq. Potenza: da 200 a 400W/mq. Temperatura di servizio: 0-70°C. Grado di protezione IP54, IP65 o IPX7. Rumorosità: assente. Alcuni dispositivi sono dotati di termostato per la regolazione della temperatura da parte dell'operatore.

Manutenzione

Non necessitano di manutenzione essendo prive di caldaia, pompe e circuiti idraulici.

Conformità alle norme

Certificazione CE

Costo

Acquisto 500-1300€ in base alle dimensioni

Esercizio 0.06 €/ora



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Alice Caporale
Alice.caporale2@unibo.it

Departmento di Ingegneria Industriale (DIN)
Viale del Risorgimento 2, Bologna

din.safetyengineering@unibo.it