



LA QUALITÀ DELL'ARIA NEGLI AMBIENTI E BENESSERE NEI SITI DI VITA E LAVORO



La qualità dell'aria negli uffici e nelle abitazioni



GIOVEDÌ 24 MAGGIO 2018
ORE 14,30 - 18,00

PALAZZO SEGNI MASETTI - SALONE DEI CARRACCI
STRADA MAGGIORE 23 - BOLOGNA





Siamo una società attiva dal 1999 su tutti i principali temi dell'ingegneria, con particolare attenzione alla tutela della salute nei luoghi di lavoro e alla valorizzazione ambientale e del territorio. In questi anni abbiamo maturato sul campo un know-how specifico nelle attività di Project & Construction Management e Consulenza per i **Committenti** e di assistenza ai **General Contractor** nei settori

Real Estate

Grande Distribuzione e Retail

Industria

Servizi e Multi-utility

 **Galileo**
ingegneria



Divisione Ingegneria

Le diverse specializzazioni presenti nella Divisione Ingegneria ci consentono di realizzare i progetti dei Clienti dalla fase di fattibilità e progettazione fino alla fase costruttiva e di fornire un'ampia gamma di servizi tecnici al property management.

Il nostro metodo di lavoro basato sul Project Management ci consente di garantire la massima efficienza e la soddisfazione dei nostri Clienti.

PROGETTAZIONE INTEGRATA

- Progettazione integrata di nuovi interventi, ampliamenti, ristrutturazioni, restyling, refurbishment
- Studi di fattibilità tecnico-economica
- Pratiche urbanistiche
- Autorizzazioni edilizie, di prevenzione incendi, ambientali, sanitarie
- Progettazione edile ed impiantistica
- Fire Engineering

PROJECT & CONSTRUCTION MANAGEMENT

- Project Management e Gestione di commessa
- Servizi di alta sorveglianza per l'investitore
- Direzione Lavori, Direzione operativa, Contabilità lavori
- Collaudi statici e tecnico - amministrativi

SICUREZZA CANTIERI (Titolo IV D.Lgs 81/08)

- Coordinamento della Sicurezza (CSE/CSP)
- Responsabile dei Lavori
- Piano di sicurezza e coordinamento (PSC) e Fascicolo Tecnico dell'opera

PILOTAGE STRUTTURE COMMERCIALI

- Pilotage operatori in nuove strutture
- Pilotage subentri in strutture in esercizio

GESTIONE TECNICA IMMOBILIARE

- Due Diligence tecnica per acquisizioni o cessioni
- Pianificazione e gestione del budget manutenzioni
- Assistenza appalti e controllo esecuzione



Divisione Consulenza

Le competenze specifiche della Divisione Consulenza sono finalizzate a fornire tutte le prestazioni di assistenza alla gestione delle attività d'impresa e in particolare agli adempimenti relativi alla Sicurezza del lavoro, al monitoraggio e valutazione dei parametri di igiene industriale e di tutela ambientale, all'implementazione di Sistemi di Gestione integrati.

SICUREZZA SUL LAVORO E RISK MANAGEMENT

- Assunzione incarico RSPP
- Valutazione dei rischi (DVR, DUVRI)
- Piani di gestione emergenze
- Assistenza tecnica di cantiere
- Redazione POS, PIMUS e piani specialistici
- Applicazione dei regolamenti REACH e CLP

IGIENE INDUSTRIALE E MONITORAGGI AMBIENTALI

- Rilievi strumentali e valutazione dei fattori di rischio: rumore, vibrazioni, chimico, microclima, illuminazione, campi elettromagnetici, amianto, ATEX
- Piani di monitoraggio ambientale
- Compatibilità elettromagnetica
- Emissioni in atmosfera, scarichi, gestione terre di scavo
- Requisiti acustici passivi delle costruzioni

AMBIENTE ED ENERGIA

- Studi di impatto ambientale e acustico
- Autorizzazione scarichi ed emissioni
- Certificazione energetica degli edifici
- Riduzione dei consumi energetici
- Consulenza in materia di gestione rifiuti, detassazione rifiuti, gestione dei materiali contenenti amianto
- Assistenza tecnico-legale nei contenziosi in materia ambientale

SISTEMI DI GESTIONE INTEGRATI

- Modelli di organizzazione, gestione e controllo conformi al D.Lgs 231/2001
- Sistemi di Gestione Sicurezza sul Lavoro BS OHSAS 18001
- Sistemi di Gestione Ambientale ISO 14001 o protocollo EMAS
- Sistemi di Gestione Qualità ISO 9001
- Sistemi di Gestione Integrata

IGIENE INDUSTRIALE

Esposizione Professionale Indagini e Monitoraggi Ambientali

ESPOSIZIONE PROFESSIONALE

Monitoraggi personali
e negli ambienti di lavoro
Valutazioni del rischio

RISCHI CHIMICI

- Polveri, silice, composti chimici
- Amianto
- Gas (CO, NO, O₂, H₂S, Radon)
- Emissioni in atmosfera

RISCHI FISICI

- Rumore
- Vibrazioni
- Campi elettromagnetici
- Radiazioni ottiche artificiali
- Microclima
- Illuminazione naturale ed artificiale



INDAGINI E MONITORAGGI AMBIENTALI

Valutazione di Impatto
Ambientale

Rilievi fonometrici,
Valutazioni di Impatto e
bontifiche acustiche

Rilievi strumentali e
campionamenti

Piani di Monitoraggio
Ambientale

Piani di gestione terre
di scavo

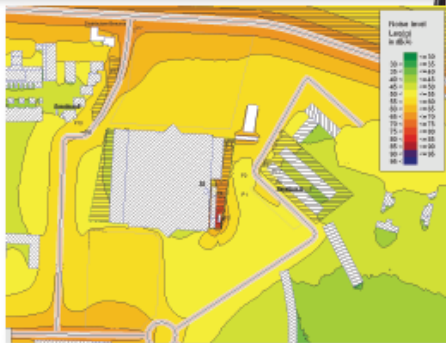
Piani di cantierizzazione
ambientale

Autorizzazioni ambientali

Galileo
ingegneria

impresa, ambiente, territorio

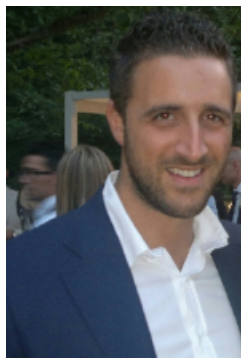
Via Cartiera, 120
40037 Sasso Marconi (BO)
Tel. 051 6781325 - Fax 051 6783082
info@galileo-ingegneria.it
www.galileo-ingegneria.it



Ing. Jr. Marco Bettini

Qualità dell'aria negli ambienti di lavoro e benessere nei siti di vita e di lavoro

Slide 5



Ing. Marco Bettini

Ingegnere civile junior,

Responsabile di Servizio Igiene Industriale e Monitoraggi Ambientali per

Galileo Ingegneria, www.galileo-ingegneria.it

Ha maturato un'esperienza decennale nelle attività di :

Valutazione dei Rischi chimici, cancerogeni, fisici

Consulenza in campo ambientale (rifiuti, terre e rocce, emissioni, scarichi)

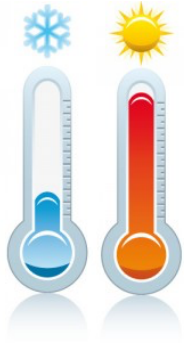
Membro permanente del **GDL Sicurezza dell'Ordine Ingegneri di Bologna – AT Igiene Industriale** dal 2014

Docente presso scuole di formazione e clienti privati

Ha partecipato quale relatore a numerosi seminari , convegni e workshop

m.bettini@galileo-ingegneria.it

Chi sono



MICROCLIMA

Linee Guida Microclima, aerazione ed illuminazione nei luoghi di lavoro
Coordinamento Tecnico Regioni e Province Autonome

Definizioni

Microclima: il complesso dei parametri fisici ambientali che caratterizzano l'ambiente locale (non necessariamente confinato) e che, assieme a parametri individuali quali l'attività metabolica e l'abbigliamento, determinano gli scambi termici fra l'ambiente stesso e gli individui che vi operano

MICROCLIMA

Linee Guida Microclima, aerazione ed illuminazione nei luoghi di lavoro

I parametri che vengono utilizzati (quindi monitorati) per la valutazione del rischio sono:

temperatura dell'aria (temperatura a bulbo secco): t_a

velocità dell'aria: V_a

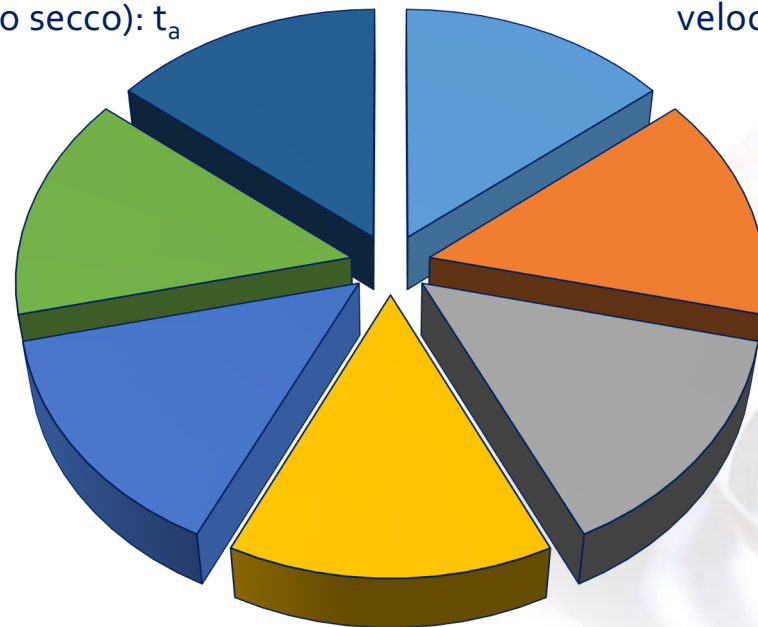
temperatura di bulbo umido a ventilazione naturale: t_{Uvn}

umidità relativa: U_a

temperatura dell'aria umido a ventilazione forzata: t_{Uvf}

temperatura di rugiada: t_r

temperatura globotermometrica: t_g



MICROCLIMA

Dispendio metabolico: ritmo al quale procede all'interno del corpo umano la trasformazione di energia chimica in energia termica e lavoro meccanico

Si misura in $W/m^2 \Rightarrow 1 \text{ MET} = 58 W/m^2$



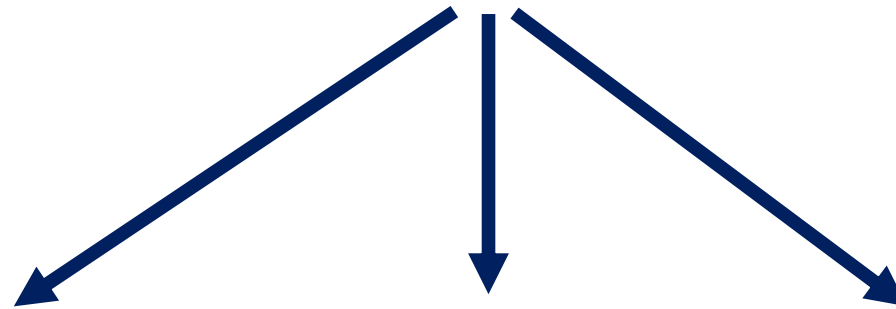
Ing. Jr. Marco Bettini



Qualità dell'aria negli ambienti di lavoro e benessere nei siti di vita e di lavoro

MICROCLIMA

Ambiente termico



Caldo

Moderato

Freddo



Ing. Jr. Marco Bettini



Qualità dell'aria negli ambienti di lavoro e benessere nei siti di vita e di lavoro



MICROCLIMA

Riferimenti Normativi

- D.Lgs. n°81/2008, allegato IV «requisiti degli ambienti di lavoro»
- Linee Guida Microclima, aerazione ed illuminazione del Coordinamento Tecnico Regioni e Prov. Autonome, che rimandano a:
 - Norma UNI EN ISO 7730 per ambienti moderati
 - Norma UNI EN ISO 7933 per ambienti caldi
 - Norma UNI EN ISO 11079 per ambienti freddi





MICROCLIMA

Ambiente termico moderato

Non richiedono un elevato grado di intervento del sistema di termoregolazione in quanto risulta facilmente realizzata la condizione di omeotermia del soggetto



condizioni ambientali piuttosto omogenee e con ridotta variabilità giornaliera o stagionale;

assenza di scambi termici localizzati fra soggetto ed ambiente che abbiano effetti rilevanti sul bilancio termico complessivo;

attività fisica sostanzialmente analoga per i diversi soggetti;

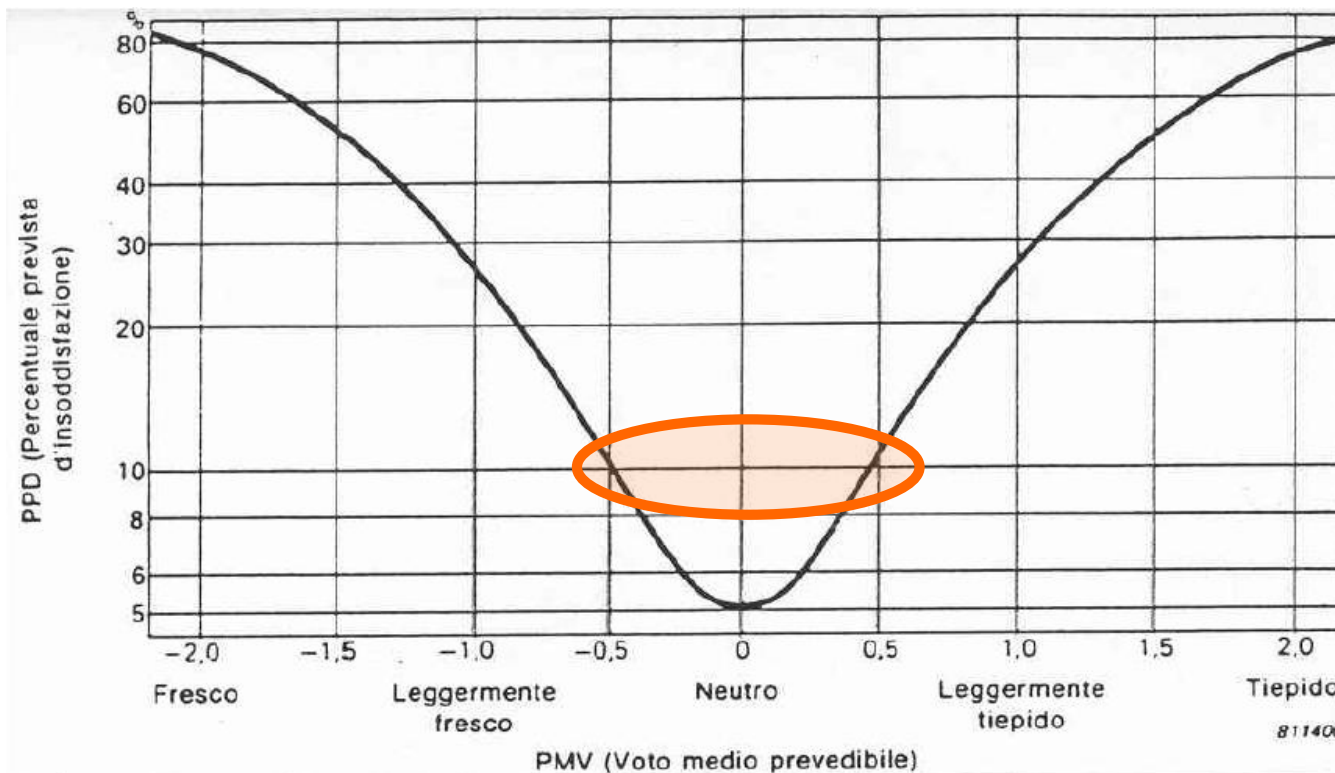
sostanziale uniformità del vestiario indossato dai diversi operatori;

temperatura operativa compresa tra 10 e 30°C

MICROCLIMA

Ambiente termico moderato: valutazione del rischio

Metodo indicato dalla norma UNI EN ISO 7730 basato sul «benessere termico» descritto dagli indici **PMV** e **PPD**



Condizione ottimale = **0**

Difficile da mantenere



$-0,5 < PMV < 0,5$

$\Rightarrow PPD < 10\%$

MICROCLIMA

Linee Guida Microclima, aerazione ed illuminazione nei luoghi di lavoro

*Ambiente termico moderato: valutazione del rischio
Limiti del metodo PMV-PPD*

Isolamento termico del vestiario

I_{cl} : da 0 a 0,31 m² °C/W (da 0 a 2 clo)

Dispendio dismetabolico

M: da 46 a 232 W/m² (da 0,8 a 4 MET)

Temperatura operativa

T_o : da 10 a 30 °C

Temperatura media radiante

T_{mr} : da 10 a 40 °C

Velocità relativa dell'aria

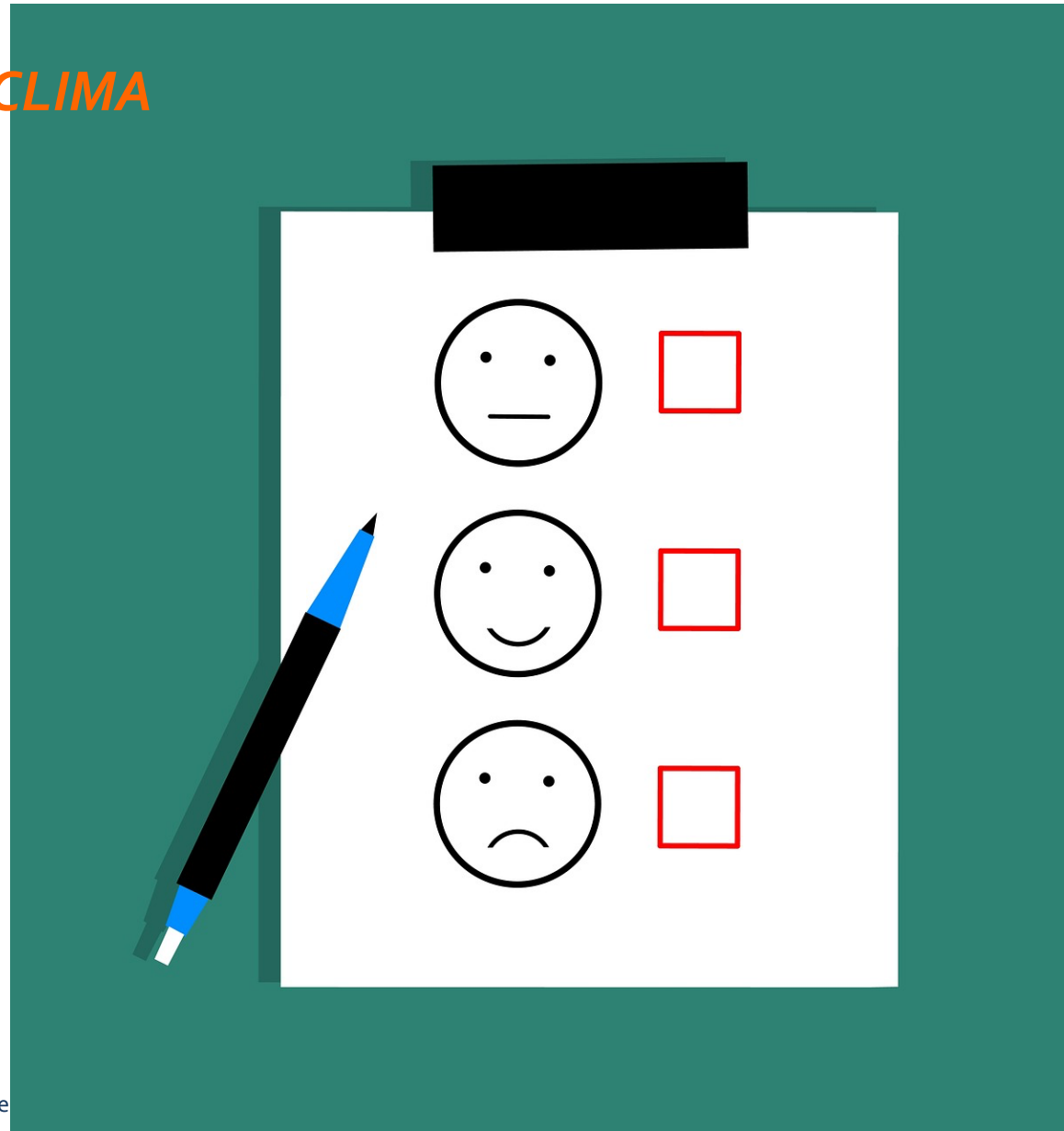
V_{ar} : da 0 a 1 m

MICROCLIMA

Effetti sulla salute ≠ rischi

Negli ambienti termici moderati non sussistono veri e propri rischi per la salute.

Tuttavia un microclima disagiata può influenzare negativamente la performance lavorativa



Contestualizzazione - Caso di studio

Caratteristiche dell'immobile: edificio multipiano con superfici verticali vetrate. Immobile direzionale

Ricambi d'aria garantiti da impianto di condizionamento

Non presenti aperture dirette sugli ambienti di lavoro, a meno di velux di limitate dimensioni => l'aria che entra sfocia sopra al controsoffitto esistente

MICROCLIMA

Campagne di misura

Nel corso del 2016 - in considerazione di alcune segnalazioni di discomfort microclimatico, il SPP ha valutato, l'ipotesi di effettuare una nuova campagna di misurazione dei parametri microclimatici

Le indagini si sono svolte nei seguenti periodi:

- **Agosto 2016:** valutazione dei parametri microclimatici in regime estivo (temperatura, umidità relativa, velocità dell'aria, indici di turbolenza)
- **Dicembre 2016:** valutazione dei parametri microclimatici in regime invernale (temperatura, umidità relativa, velocità dell'aria, indici di turbolenza) e valutazione della qualità dell'aria indoor con rilievi del parametro CO₂



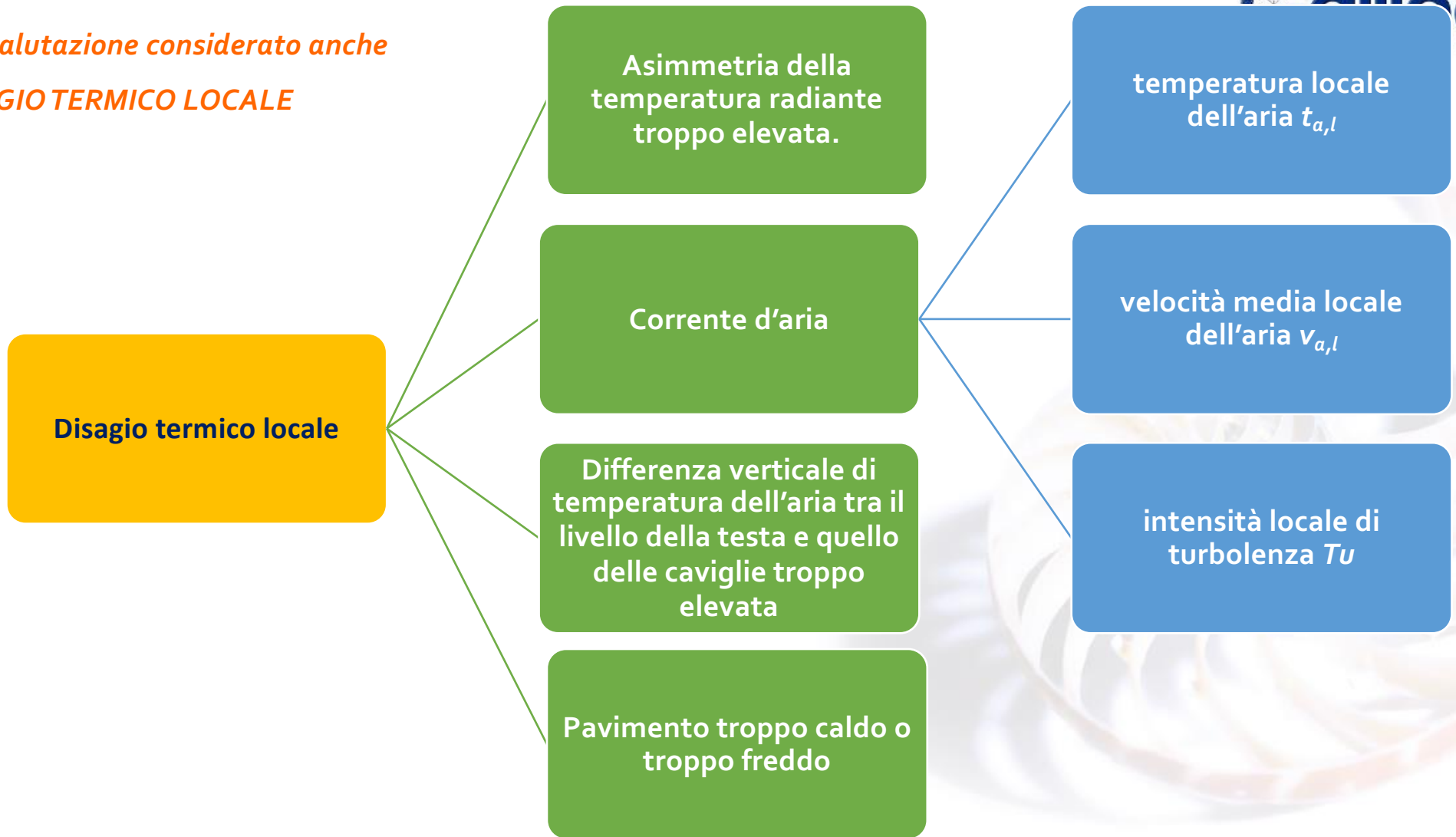
Metodologia

ACQUISIZIONE PARAMETRI MICROCLIMATICI

- MONITORAGGI STRUMENTALI secondo le indicazioni da norme tecniche e da Linee Guida Microclima, aerazione ed illuminazione nei luoghi di lavoro
- molteplici misurazioni del parametro velocità dell'aria a diverse altezze
=> bocchette di mandata dell'aria (sia primaria sia di condizionamento),
=> pari a circa 2,5 m => altezza pavimento
- Monitoraggio di anidride carbonica (CO₂)



*Nella valutazione considerato anche
il DISAGIO TERMICO LOCALE*



CATEGORIE DI AMBIENTI TERMICI

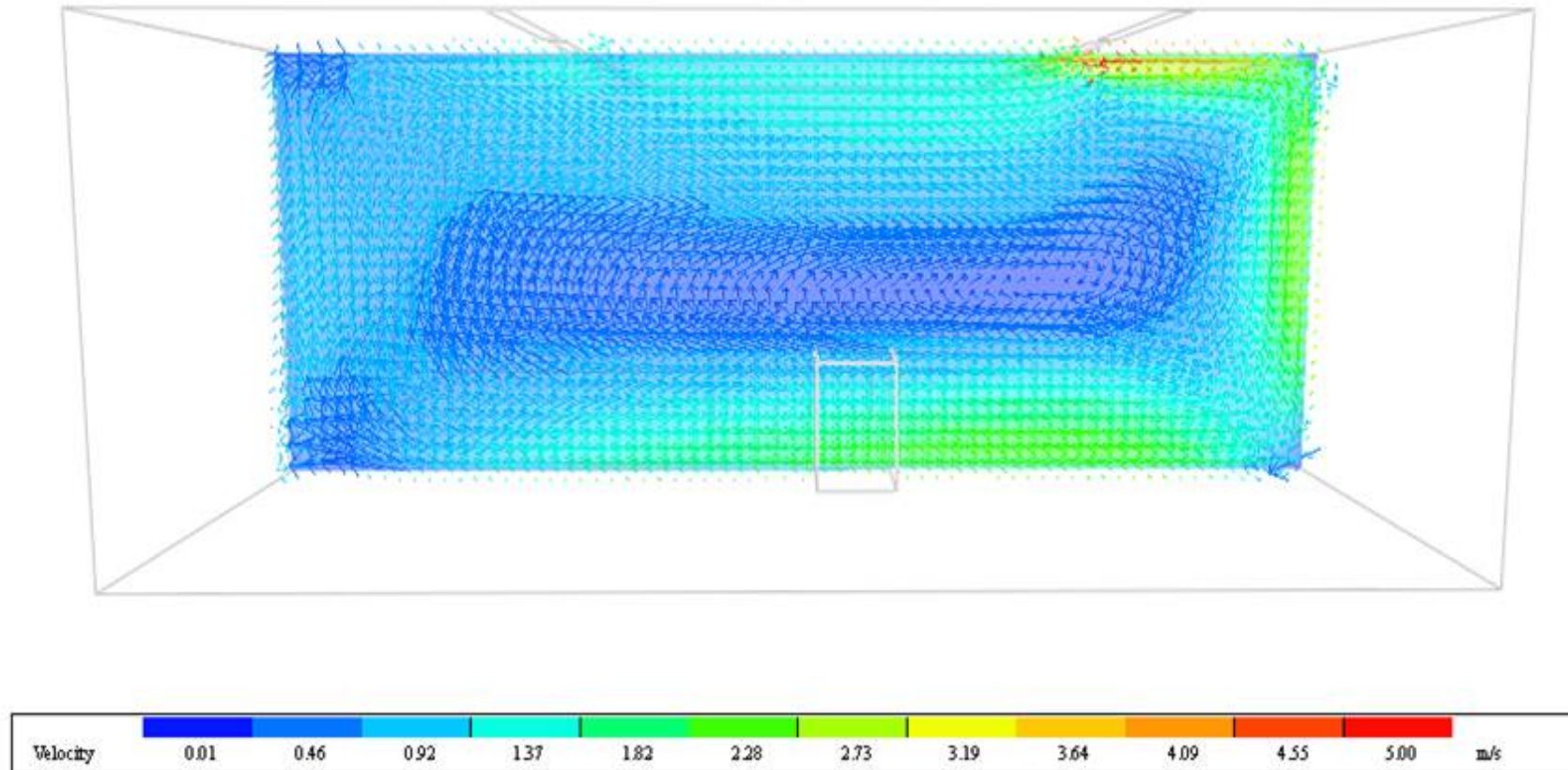
Categorie di ambienti termici (moderati) identificati dalla Norma UNI EN ISO 7730/2006, in Appendice A. Ad ogni categoria corrispondono intervalli definiti per gli indici legati allo stato termico nel suo complesso (PMV e PPD) o al Disagio Locale (DR nel caso in esame).

Categoria	Stato termico nel suo complesso		Disagio locale
	PPD [%]	PMV	DR [%]
A	<6	$-0,2 < PMV < +0,2$	<10
B	<10	$-0,5 < PMV < +0,5$	<20
C	<15	$-0,7 < PMV < 0,7$	<30

Nell'ambito dell'indagine sono state approfondite le caratteristiche dell'impianto evidenziando:

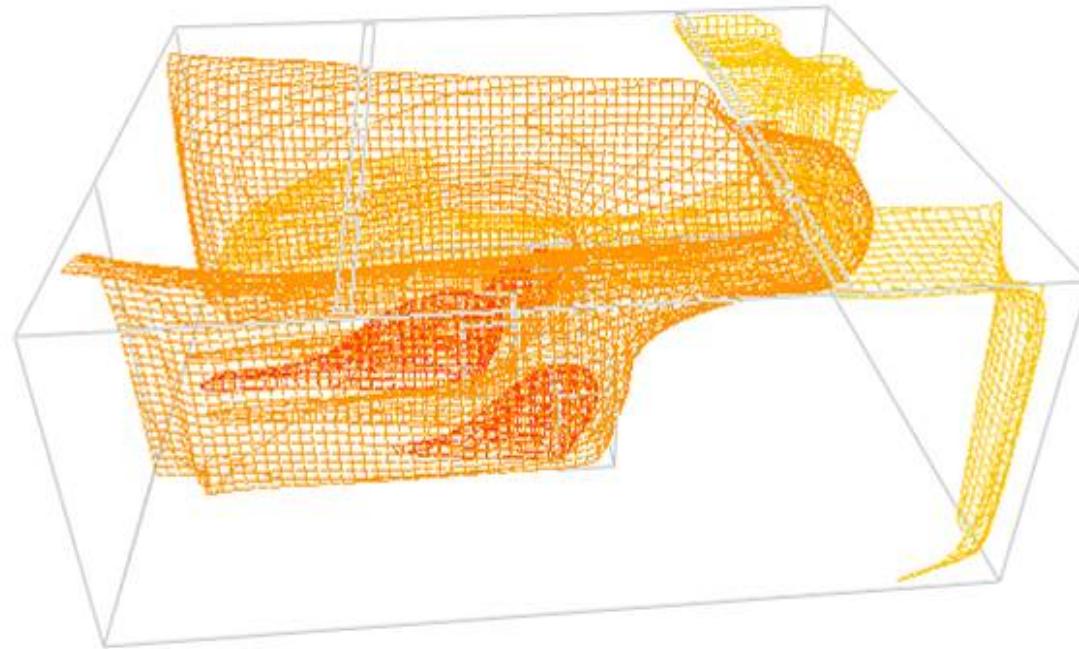
- **Distribuzione/velocità di immissione dell'aria:** comportamento dell'aria marcatamente più turbolento fra i locali esposti a SUD rispetto a quelli esposti a NORD. Tali turbolenze, pur rientrando nei limiti di legge potrebbero, in ragione della sensibilità soggettiva, causare i disagi avvertiti da alcuni lavoratori.
- **Orientamento delle alette di diffusione:** la conformazione dell'impianto suggerisce un orientamento del diffusore con lancio verso le pareti esterne e richiamo verso il centro dei locali. Attualmente le alette sono state orientate in modo casuale non seguendo un criterio fluidodinamico.
- **Distribuzione dell'aria primaria:** la conformazione dei flussi e le modalità di immissione in ambiente influisce in modo sensibile sulla qualità dell'aria (elevata concentrazione di CO₂) a causa di una sostanziale corto-circuitazione dell'aria immessa con gli elementi di ripresa senza un efficace ricambio dell'aria presente negli ambienti e fenomeni di stratificazione.

Distribuzione delle velocità – stato di fatto



Sezione verticale: la tavola evidenzia la maggiore turbolenza (perdita della direzionalità delle frecce) in prossimità delle scrivanie (centro-dx della figura), delle bocchette di immissione (alto a dx) e delle pareti vetrate (dx)

concentrazioni di CO₂ indoor – stato di fatto



I risultati della modellazione trovano riscontro con i valori rilevati in campo

Approccio ingegneristico integrato

Alla luce dei dati emersi si è quindi proceduto con uno studio impiantistico e fluidodinamico di dettaglio al fine di individuare eventuali accorgimenti atti ad eliminare o ridurre le condizioni di discomfort.

Le fasi della valutazione sono state le seguenti:



Evidenze dello studio

Le attività di indagine svolte hanno evidenziato:

- Indagini strumentali:

- sostanziale rispetto dei valori esplicitati nelle norme tecniche di riferimento, avvalorando ulteriormente la sostanziale inutilità delle pareti vetrate;
- livello di concentrazione di CO₂ in certi ambienti superiore ai valori dettati dallo standard ASHRAE 62:2001: il valore limite per l'accettabilità della qualità dell'aria indoor è stabilito ad un valore pari alla differenza di concentrazione tra CO₂ interna e esterna di 700 ppm (condizioni disagiati lamentate da circa il 20% di persone).

- **Prove fluidodinamiche:** hanno evidenziato la totale ininfluenza dei flussi di aria primaria come causa di correnti d'aria ed, al tempo stesso, un comportamento di marcata turbolenza del filetto fluido per i locali esposti a sud/est rispetto a quelli esposti a nord.

Approccio ingegneristico integrato

❖ Distribuzione aria primaria:

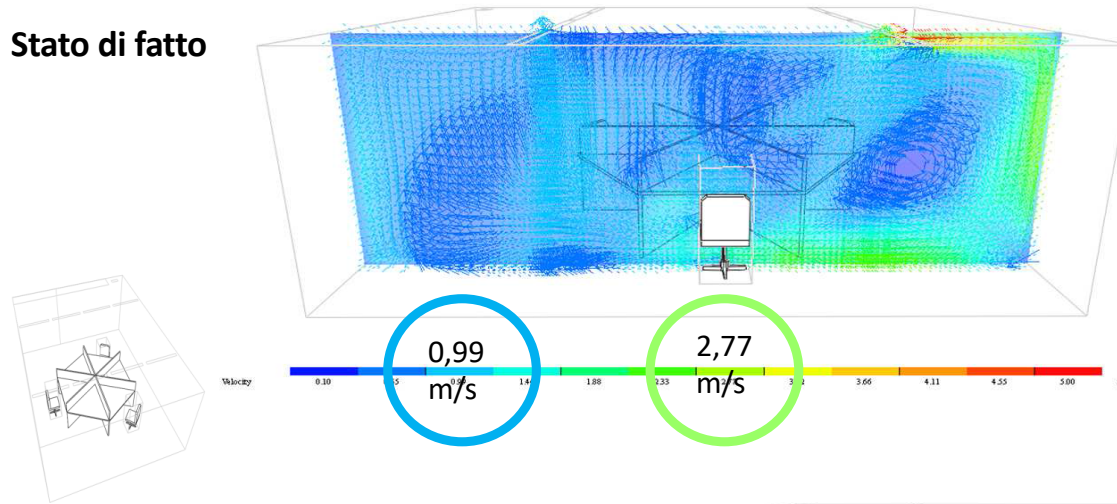
- sostituzione delle attuali griglie lineari di transito con diffusori lineari di mandata, collegati direttamente ai condotti circolari esistenti con relativo accorciamento del ramo
- inserimento di sonde di temperatura e livello di anidride carbonica al fine di modulare la portata e la temperatura di immissione di aria dai GUF in funzione della reale necessità (ottimizzazione dell'impianto)

MONITORAGGIO DI 1° LIVELLO??

❖ Distribuzione dei fancoil:

- nei locali o le aree con affaccio SUD-EST, è previsto l'inserimento di diffusori lineari in luogo di altrettante griglie di transito al fine di diminuire le velocità e di conseguenza le turbolenze.

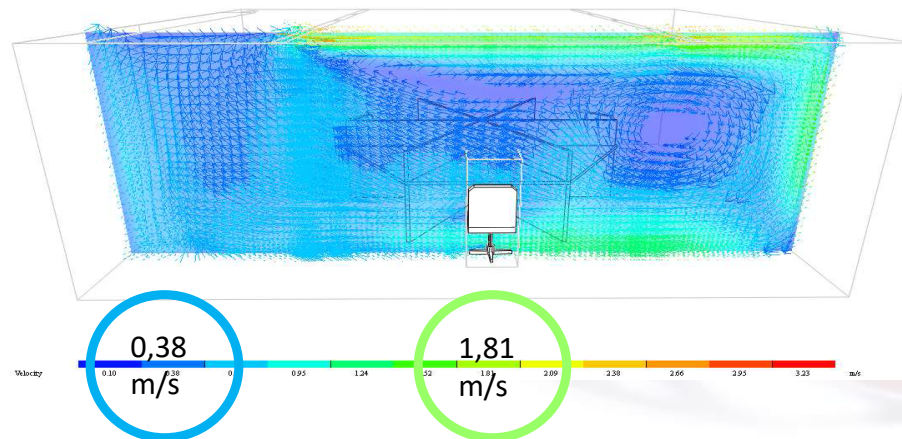
Stato di fatto



Moto turbolento discendente, con valori di velocità nell'area occupata prossimi a **1 m/s** con velocità a pavimento superiori a **2m/s**

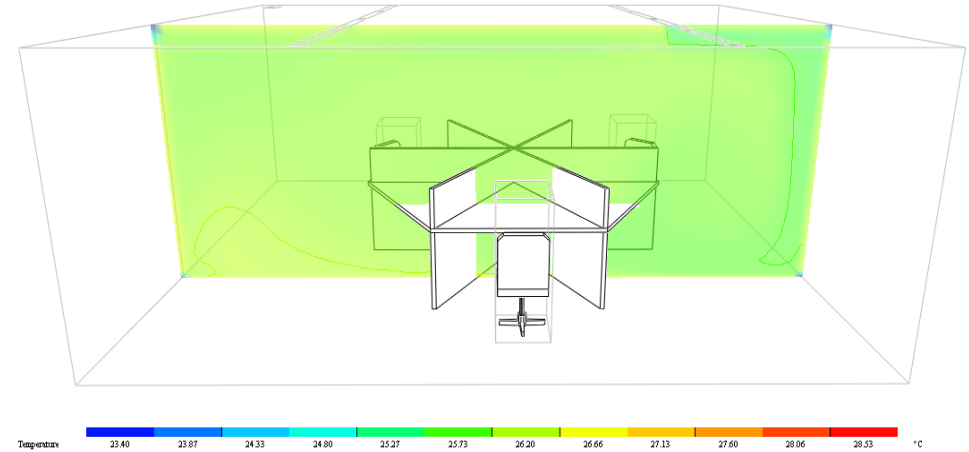
La velocità dell'aria lungo la parete vetrata scende al di sotto dei **2 m/s**, il moto è meno turbolento, come si evince anche da una maggior estensione del campo delle velocità omogenee (stesso livello cromatico). La velocità dell'aria all'interno della sezione occupata dalle persone scende al di sotto dei **0,5 m/s**

Stato di progetto

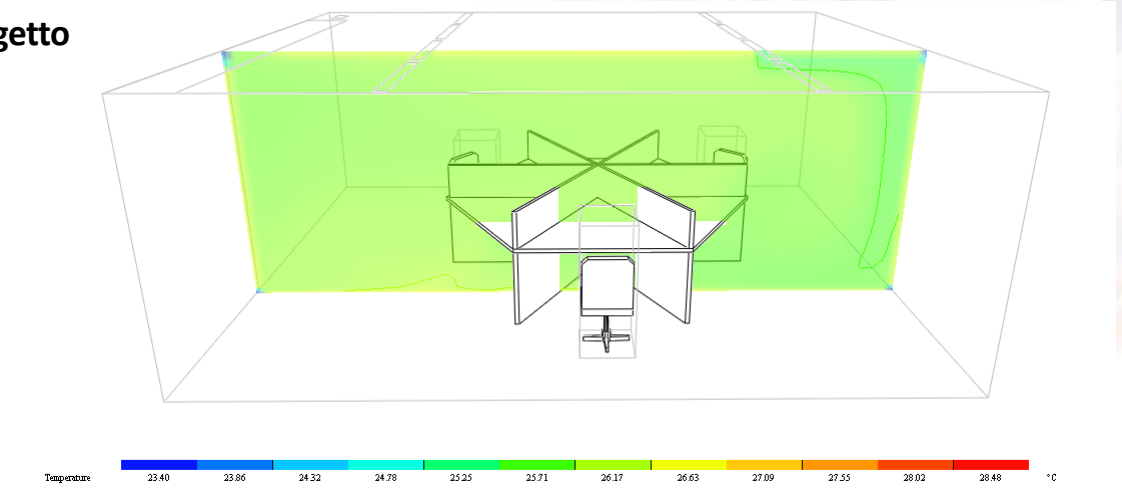


La simulazione mostra il mantenimento di una buona uniformità della distribuzione delle temperature con una sensibile riduzione del flusso di aria fredda grazie alla maggior dispersione generata da una minor velocità dell'aria

Stato di fatto



Stato di progetto



ambienti termici in
categoria B

PPD dipende da disagio
globale (NO CORRENTE
D'ARIA)

Esito – rilievi post
intervento

direzione del flusso d'aria
coerente con modifiche di
progetto

CO₂ < 700 ppm

Monitoraggio 1° livello VS Monitoraggio 2° livello

Nel primo caso è possibile agire in tempi molto più rapidi, in quanto si ha evidenza di criticità in tempo reale

=> valutare bene cosa monitorare e dove installare le sonde (vera e propria progettazione)

=> valutare dove e a chi far prevenire i risultati (pc, smartphone – persone esperte che sanno interpretare i dati nel modo corretto)

La scelta di inserire sonde che intervengano direttamente sull'impianto può essere un ulteriore passo in avanti

Il monitoraggio di 2° livello in genere può essere maggiormente preciso, maggiore possibilità di monitorare nella specifica area critica, ma è messo in atto generalmente quando la problematica si sono già fatte sentire

E nelle abitazioni??



Ing. Jr. Marco Bettini

«PROBLEMI APERTI...»

- Non applicabilità dei TLV ad ambienti di vita
- Presenza di persone maggiormente sensibili (non solo lavoratori, in buona salute, ma anche bambini, anziani)
- Quali parametri significativi? Non solo microclimatici => VOC, Formaldeide, Amianto, Radon, Campi Elettromagnetici, Rumore

ESEMPIO CASO DI STUDIO «COMPLESSO» - anno 2014

Civile Abitazione – 1° piano

Nell'ambito dello svolgimento dei lavori di ristrutturazione di un appartamento al primo piano del palazzo al civico n° di via [...] a Bologna, è stata erroneamente posata dall'impresa [...] una guaina bituminosa a base solvente per esterni tra il solaio esistente (tra piano rialzato e piano primo) e un nuovo getto in cls alleggerito. La guaina bituminosa è stata prontamente rimossa non appena è stato rinvenuta la scorretta posa.

SCOPO: verificare i livelli di inquinanti nell'aria, potenzialmente emessi dalla guaina bituminosa

sono stati individuati i composti pericolosi potenzialmente dispersi all'interno di ambienti indoor sulla base della scheda di sicurezza della guaina [...]:

- Xileni (CAS 1330-20-07)
- Nafta Solvente, Aromatica leggera (CAS 64742-95-6)
- N-Butile Acetato (CAS 123-86-4)

ESEMPIO CASO DI STUDIO «COMPLESSO» - anno 2014

Civile Abitazione – 1° piano

RISULTATI

Dalle misure effettuate in quest'ultima campagna di monitoraggio risulta che le concentrazioni di inquinanti ricercati si attestano su valori molto contenuti e significativamente inferiori ai valori rilevati nella precedente sessione svolta al piano inferiore. In particolare:

- nel locale soggiorno la concentrazione di *Xileni* risulta inferiore anche al riferimento EPA di 0,1 mg/m³; nel locale cucina tale riferimento risulta superato, seppur di poco
- la concentrazione di *n-butyl acetato* risulta, in entrambi i locali in cui sono state effettuate le misure, inferiore al limite di rilevabilità della strumentazione di laboratorio

"in mancanza di limiti normativi con cui effettuare un confronto con le concentrazioni misurate è possibile esprimere un giudizio univoco sullo stato di salubrità degli ambienti monitorati"??

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Marco Bettini
Responsabile Servizio Igiene Industriale
Galileo Ingegneria
m.bettini@galileo-ingegneria.it

Galileo Ingegneria S.r.l.
Via Cartiera 120 - 40037 Sasso Marconi (BO)
Tel. 051 6781325 Fax 051 6783082 – info@galileo-ingegneria.it
www.galileo-ingegneria.it

