



Comfort Indoor: il sistema di monitoraggio ambientale e impiantistico

Attualmente la valutazione del comfort all'interno di un ambiente chiuso può essere svolta sia durante la fase progettuale, garantendo livelli di comfort che si riferiscono ad una serie di valori di riferimento o effettuando simulazioni al calcolatore con software specifici; sia in fase di costruzione/abitazione con rilievi svolti mediante sonde specifiche o somministrando questionari agli utenti.

Nell'ambito di **progetto Dhomo** il sistema di monitoraggio e rilevazione dati rappresenta senz'altro uno degli aspetti più innovativi dell'intero processo di ricerca: davvero importante la quantità di dati che verranno raccolti durante i due anni di osservazione, sia all'interno che all'esterno degli edifici. Il confronto tra esterno e interno permetterà infatti di avere un quadro completo, fondamentale nell'analisi finale delle informazioni raccolte.

La stazione meteo

All'esterno, grazie all'installazione di una centrale meteo, vengono misurate costantemente temperatura, umidità, pressione atmosferica, velocità e direzione del vento, irraggiamento e piovosità. I dati relativi all'irraggiamento non si riferiscono solamente alla radiazione orizzontale, parametro d'interesse ma per determinati aspetti troppo generico, ma anche all'irraggiamento solare incidente sulle pareti principali degli edifici, orientate a sud-est ed a sud-ovest. Per ottenere questi dati sono stati posizionati due piranometri aggiuntivi, al di sopra della centrale meteo, orientati come le pareti degli edifici oggetto di studio; grazie a questi dati si potranno ad esempio gestire in maniera differente gli oscuranti di ciascuna stanza, a seconda del momento in cui il sole la colpisce maggiormente spostandosi nell'arco della giornata.

Parallelamente, attraverso la stazione per il **monitoraggio della qualità dell'aria esterna**, un macchinario di sofisticata tecnologia, vengono raccolte informazioni dettagliate in merito alla presenza di Ozono, Biossido di Azoto (un forte agente ossidante generalmente prodotto da tutti i processi di combustione ad alta temperatura come impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali ecc.) e delle particelle sottili presenti nell'aria, non solo PM10, ma anche PM4, PM 2,5 e PM1, ovvero le particelle più sottili e pericolose poiché riescono a superare le barriere dell'apparato respiratorio con una pericolosa incidenza tumorale. Questo macchinario fornisce anche dati relativi alla quantità di "voc" (composti organici volatili) totali presenti nell'aria.

www.minierasanromedio.it

www.tassullo.it

www.hdsystem.it

www.purocomfort.it

info@minierasanromedio.it
minierasanromedio@pec.it

T • +39 0463 66 2100

F • +39 0463 73 9450





Un ultimo strumento è stato posizionato esternamente: un prodotto compatto contenente sensori di vario tipo che permette di raccogliere tantissimi dati, alcuni dei quali a verifica degli altri sensori presenti, ed alcuni unici. Tra questi ultimi l'anidride carbonica, il monossido di carbonio e l'ammoniaca per la qualità dell'aria, oltre al livello sonoro. Questa tecnologia è stata posizionata esternamente per completare la raccolta di dati ambientali esterni ma anche per avere un paragone - a parità di sensore - con quanto misurato internamente, infatti è presente uno strumento di questo tipo anche in ciascun locale interno degli edifici analizzati.

Sensori ambientali interni

All'interno dei quattro edifici principali del progetto sono installati **trentasei sensori scientifici**, gli stessi sopra nominati (di cui uno è posto esternamente), in grado di raccogliere svariati dati, tra cui **temperatura, umidità e quantità di anidride carbonica**. Oltre a questi parametri principali lo strumento ci permette di valutare la qualità dell'aria interna anche in termini di CO, ammoniaca, biossido di azoto, ozono, "voc" totali e particelle sottili (PM1, PM2.5, PM4 e PM10).

Grazie alla misura del livello sonoro sempre lo stesso strumento ci fornisce i dati necessari all'analisi del comfort acustico in maniera puntuale, corrispondendo questi 36 sensori ai 36 locali dei quattro edifici, ed allo stesso modo nell'ambito dell'illuminamento. Quest'ultimo parametro non è tanto significativo in quanto a valore assoluto, poiché il posizionamento degli strumenti non è ottimale (il fissaggio è a parete e in ogni ambiente l'ingresso della luce solare influisce diversamente), ma permette dei ragionamenti validi quando posti a confronto ambienti uguali tra loro o analizzando gli andamenti del dato nel tempo.

Gli inquinanti dell'aria non rilevati da questa sensoristica saranno studiati tramite analisi aggiuntive della qualità dell'aria interna, svolte in momenti significativi dell'avanzamento costruttivo dell'opera, dallo stato grezzo al finito, come meglio spiegato nell'articolo "Casa passiva e qualità dell'aria interna: qual è il contributo dei materiali da costruzione?".





A parete, uno dei 36 sensori scientifici nominati, in centro alla stanza una stazione microclimatica per il rilievo del livello di comfort e un umidificatore utilizzato per la simulazione di presenza umana

Se questa rete di strumenti puntuali permette di avere un'immagine chiara di quanto succede in ogni ambiente di ciascun edificio per quanto riguarda gli aspetti ambientali principali, due importanti parametri non vengono rilevati da essi: **temperatura media radiante e velocità dell'aria**. Per poter svolgere un'analisi del comfort completa si è dunque deciso di impiegare nella campagna di rilievo anche quattro stazioni microclimatiche, poste al centro della stanza singola di ciascun edificio. Questi strumenti sono mobili e dunque permettono il posizionamento ideale all'interno dell'ambiente analizzato, si considerano più precisi nelle misure effettuate e sono in grado di rilevare la temperatura media radiante e la velocità dell'aria, parametri che, assieme alla temperatura a bulbo secco e all'umidità relativa, permettono di calcolare i valori di **PMV** (Predicted Mean Vote) e **PPD** (Percentage People Dissatisfied), indicatori del livello di comfort secondo il modello di Fanger. La temperatura media radiante, inoltre, permette il calcolo della **temperatura operativa**, parametro preso in considerazione invece dal modello di comfort adattivo.

www.minierasanromedio.it

www.tassullo.it

www.hdsystem.it

www.purocomfort.it

info@minierasanromedio.it
minierasanromedio@pec.it

T • +39 0463 66 2100

F • +39 0463 73 9450



Lo studio della stratigrafia

Il progetto non si limita allo studio delle condizioni ambientali interne ed esterne, ma vuol andare ad indagare anche quanto accade all'interno delle stratigrafie murarie e di copertura: circa quattrocento **sonde interstiziali**, appositamente progettate e prodotte per progetto Dhomo, sono posizionate all'interno di pareti, solai e coperture degli edifici. Questi sensori sono disposti ad ogni passaggio da un materiale ad un altro, dove rilevano **temperatura e umidità relativa**, permettendo dunque di conoscere l'andamento di questi due parametri lungo tutta la stratigrafia della parete, individuando eventuali punti critici e permettendo di capire a fondo la trasmissione di calore e vapor acqueo tra i diversi strati.



Fissato a parete, uno dei due termoflussimetri impiegati nel progetto di ricerca

Sono anche in uso due termoflussimetri, strumenti utilizzati per verificare la **trasmissione delle pareti**: essi sono posizionati all'interno di due abitazioni dove hanno trascorso il periodo invernale e verranno successivamente spostati nei rimanenti due edifici durante la prossima stagione fredda. I dati così ottenuti permetteranno un confronto con i valori ipotizzati (ovvero calcolati con apposito programma).

www.minierasanromedio.it

www.tassullo.it

www.hdsystem.it

www.purocomfort.it

info@minierasanromedio.it
minierasanromedio@pec.it

T • +39 0463 66 2100

F • +39 0463 73 9450



Il sistema impiantistico e domotico

Molte altre informazioni vengono raccolte e gestite grazie all'utilizzo di un **sistema di controllo domotico** creato e installato da Elettrica, azienda trentina con oltre trent'anni d'esperienza del settore. L'impianto domotico permetterà ad esempio di monitorare gli oscuranti dell'abitazione controllandone e programmandone eventuali aperture e chiusure, e l'impianto di illuminazione.

Il sistema impiantistico fornisce una mole di dati molto completa che ne descrive consumi, efficienze, temperature e periodi di funzionamento. Questo permette non solo di contestualizzare i dati ambientali rilevati, ma anche di ottimizzare l'utilizzo dell'impianto sulla base di evidenze sperimentali. Tutte le operazioni di test e di regolazione sugli impianti vengono gestite da remoto attraverso il sistema di controllo domotico, lo stesso che durante la seconda fase del progetto verrà fornito agli abitanti.



Locale impianti di uno degli edifici monitorati, parte dei dati rilevati proviene dalle macchine stesse, parte da sonde aggiuntive poste lungo le tubazioni

www.minierasanromedio.it

www.tassullo.it

www.hdsystem.it

www.purocomfort.it

info@minierasanromedio.it
minierasanromedio@pec.it

T • +39 0463 66 2100

F • +39 0463 73 9450





I dati raccolti vengono spediti attraverso un ponte radio direttamente presso la sede di Covi Costruzioni dove vengono immagazzinati in un server e graficamente elaborati in tempo reale per permetterne un continuo e costante monitoraggio.

Luca Endrizzi

Ricercatore

www.minierasanimedio.it

www.tassullo.it

www.hdsystem.it

www.purocomfort.it



info@minierasanimedio.it
minierasanimedio@pec.it

T • +39 0463 66 2100

F • +39 0463 73 9450