

## Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici

WP4. Misurazione e monitoraggio



Data: 11.3.2020

Task Leader: Laboratorio Analisi Aria e Radioprotezione, Provincia di Bolzano

Autore: Luca Verdi, Gianmaria Fulici, Clara Peretti

Co-autori: partner

## Sommario

Sommario.....	2
1. Approccio alle misure di qualità dell'aria nelle scuole.....	2
2. Sopralluoghi .....	5
3. La strumentazione .....	7
4. Protocollo di misura.....	8
4.1 Misure strumentali.....	8
La durata dei monitoraggi.....	8
Indicazioni di misura per le analisi biologiche .....	8
La collocazione degli strumenti di misura.....	8
4.2 Analisi soggettive.....	9
5. Checklist informazioni aggiuntive da richiedere nelle scuole .....	10
6. Modulo per la presenza degli alunni/bambini nelle scuole .....	11
7. Analisi e simulazioni mediante software .....	12

## 1. Approccio alle misure di qualità dell'aria nelle scuole

Al fine di determinare la strumentazione da utilizzare nei monitoraggi e il relativo protocollo di misura come primo approccio dovranno essere chiariti gli obiettivi dei monitoraggi attraverso la determinazione di domande e temi da approfondire, come riportato negli esempi di seguito. Non a tutte le domande potrà essere data risposta, a seguito della fase di determinazione delle problematiche da parte di diversi attori coinvolti (proprietari degli edifici scolastici, dirigenti, manutentori, enti pubblici ecc.) dovranno essere evidenziate le domande alle quali si vorrà dare risposta, dettagliando le azioni e i relativi approcci alle misure.

**Tabella 1. Problematiche e domande QAES**

problema	domanda	chi	Azioni, approccio alle misure
Alcuni edifici ci costano 3000-4000 € al giorno di energia	È possibile risparmiare sul costo energia mantenendo o migliorando la qualità dell'aria?	Enti pubblici	- Misura dei consumi e valutazione pre/post - simulazioni energetiche
Alcuni edifici sono surriscaldati ma le varie normative (antincendio ecc) ci impediscono di intervenire	È possibile trovare delle soluzioni che consentano di migliorare il comfort, pur rispettando le normative?	Enti pubblici	- misura delle temperature dell'aria

Alcune parti di edificio presentano problematiche di temperature troppo basse	Cosa si può fare?	Dirigente scuola	- misura delle temperature dell'aria
All'interno di un edificio ipogeo gli studenti percepiscono una qualità dell'aria peggiore di quella di un edificio tradizionale (pur essendo quest'ultima di fatto peggiore)	Cosa si può fare?	Dirigente scuola	- misura parametri IAQ + analisi soggettive (questionari)
La qualità dell'aria può essere un parametro soggettivo. L'adattamento degli occupanti influisce nella loro percezione	C'è una correlazione tra le misure strumentali e quelle soggettive	Partner	- misura parametri IAQ + analisi soggettive (questionari)
Una ventilazione naturale fatta correttamente non costa di più di una ventilazione meccanica controllata	È possibile dimostrare questo?	Partner	- misura parametri IAQ + portate + velocità dell'aria - simulazioni mediante software
Una ventilazione meccanica controllata fuori controllo peggiora nel tempo la qualità dell'aria: focus manutenzione	È possibile dimostrare questo?	Partner	- misura parametri IAQ
Una ventilazione meccanica controllata fuori controllo peggiora nel tempo la qualità dell'aria: focus impianto	È possibile dimostrare questo?	Partner	- misura parametri IAQ
Vi sono diverse tecnologie di ventilazione: singolo ambiente, centralizzata, .. e diverse tipologie di recuperatori (flussi incrociati, ceramici, ...)	Come influenzano la IAQ le diverse tecnologie di ventilazione?	Partner	- misura parametri IAQ e microclima (T e UR) pre/post installazione sistemi
I sistemi di ventilazione e di gestione degli edifici nuovi sono complessi sia nell'utilizzo che nella manutenzione	È possibile istruire il personale per la gestione e la manutenzione? Chi lo deve fare? Quando? Come?	Dirigente scuola	- analisi delle attuali strutture, valutazione interventi di modifica
Un monitoraggio in continuo della qualità dell'aria permette di conoscere per tempo l'emergere di problemi e quindi di intervenire	È possibile dimostrare questo?	Partner	- misura parametri IAQ in continuo

Esiste un sistema di monitoraggio low cost che permette di monitorare la qualità dell'aria. Se sì di che ordine di costo si parla?	È possibile dimostrare questo?	Partner	- misura parametri IAQ in continuo
All'interno di edifici sono presenti sostanze, poco note, mai ricercate, che possono essere dannose alla salute	È possibile dimostrare questo?	Altri enti	- misura sostanze poco note
La qualità dell'aria di un edificio in classe "A" è migliore di quella di un edificio in classe "B"	È possibile dimostrare questo?		- misura parametri IAQ - simulazioni IAQ - simulazioni energetiche
Nelle scuole con VMC gli alunni si ammalano di meno rispetto alle scuole senza?	C'è una correzione tra la qualità dell'aria e il tasso di assenza degli studenti?	Partner	- analisi tassi di assenza degli studenti - misura parametri IAQ - questionari
La visualizzazione del livello di IAQ in una classe sensibilizza gli occupanti e aumenta la qualità	È possibile/sufficiente istruire alunni e insegnanti per la gestione delle aperture attraverso schermi per la visualizzazione della IAQ?	Partner	- confronto classi con e senza monitor CO2
Le dimensioni e la collocazione degli infissi influenzano l'IAQ	Come si può quantificare questo? Come varia l'IAQ in funzione di dimensioni, collocazione e modalità di apertura degli infissi?	Partner	- misura parametri IAQ - simulazioni IAQ - simulazioni energetiche
Edifici più ermetici presentano una peggiore IAQ	Come si può dimostrare e che provvedimenti prendere	Scuola dell'infanzia	- misura parametri IAQ e confronto pre/post modifiche infissi
IAQ e IEQ sono correlati	C'è una correlazione tra i parametri di temperatura e umidità e la IAQ?	Partner	- misura parametri IAQ e parametri microclimatici

## 2. Sopralluoghi

Per reperire le informazioni sull'utilizzo delle scuole oggetto di monitoraggio è di seguito riportato un formulario per i sopralluoghi nelle scuole.

### QAES - Formulario sopralluogo scuole

Data	
Persone presenti	
Formulario compilato da	

Nome scuola,	
Indirizzo/numero EGID (codice identificativo)	
N° piani (fuori terra/interr)	
Riferimenti responsabile	
Numeri di telefono utili per contatti della struttura	

#### Utilizzo, spazi e struttura (per ogni edificio – corpo di fabbrica/scuola/destinazione d'uso)

Orari di utilizzo	
N° classi	
N° studenti	
Mensa	sì <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
Palestra	sì <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
Laboratori	sì <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
Altri locali	
Locali particolari	
Manutenzione	
Pulizia degli ambienti	(orari, affidamento, ...)
Wireless disponibile	sì <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>

#### Caratterizzazione delle classi (per ogni edificio – corpo di fabbrica/scuola/destinazione d'uso)

Altezza classe	
Finestre (descrivere)	
Arredi	
Dotazioni	

#### Caratterizzazione dell'edificio

Anno di costruzione	
Anno ristrutturazione	
Ambiente attorno all'edificio	Rurale <input type="checkbox"/> urbano <input type="checkbox"/> centro città <input type="checkbox"/> traffico leggero <input type="checkbox"/> traffico pesante <input type="checkbox"/> Area industriale <input type="checkbox"/>
Esposizione	Nord <input type="checkbox"/> sud <input type="checkbox"/> ovest <input type="checkbox"/> est <input type="checkbox"/>
Classe energetica	
Pareti	Coibentazione: sì <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
Infissi	Pvc    legno <input type="checkbox"/> alluminio <input type="checkbox"/> Data installazione: vetro: singolo <input type="checkbox"/> doppio <input type="checkbox"/> triplo <input type="checkbox"/>

## Impianti

Combustibile	Metano GPL gasolio biomassa
Rinnovabili	Fotovoltaico solare termico
Riscaldamento	
Raffrescamento	
Generazione caldo	Caldaia PDC teleriscaldamento Nuovo datato
Riscaldamento integrativo	(stufette, stufa a legna, a pellet, ...)
Generazione freddo	PDC chiller Nuovo datato
Generazione ACS	Boiler resistenza Caldaia PDC teleriscaldamento
Emissione	Corpi scaldanti (radiatori) <input type="checkbox"/> sistema radiante a pavimento <input type="checkbox"/> sistema radiante a soffitto <input type="checkbox"/> ventilconvettori <input type="checkbox"/> sistema canalizzato <input type="checkbox"/>
Regolazione	
VMC	Centralizzata <input type="checkbox"/> singolo ambiente <input type="checkbox"/>
VMC – recupero di calore	sì <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
Consumi (bollette)	Spese alte <input type="checkbox"/> spese contenute <input type="checkbox"/>
Ascensore	sì <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
Periodi utilizzo impianti	Riscaldamento Raffrescamento VMC

## Finiture

Pareti aule	Intonacate rivestite di ..
Pareti altri locali	Intonacate rivestite di ..
Pareti ...	Intonacate rivestite di ..
Pavimenti aule	In legno ceramica/gres PVC ...
Pavimenti altri locali	
Pavimenti ...	

## Problematiche ultimi anni

Muffa	(dove?)
Aria viziata	(dove?)
Odori	
Secchezza occhi	
Discomfort	
Temperature	(basse/alte)
Radon	
Formaldeide	
Elevata CO <sub>2</sub>	
Altro	

## Monitoraggi e analisi già eseguite?

--	--

Fare fotografie a: piante (antincendio), aule, zone comuni, involucro, impianti  
 Strumentazione da portare: Metro laser, Macchina fotografica.  
 Documentazione da richiedere: manutenzione impianti.

### 3. La strumentazione

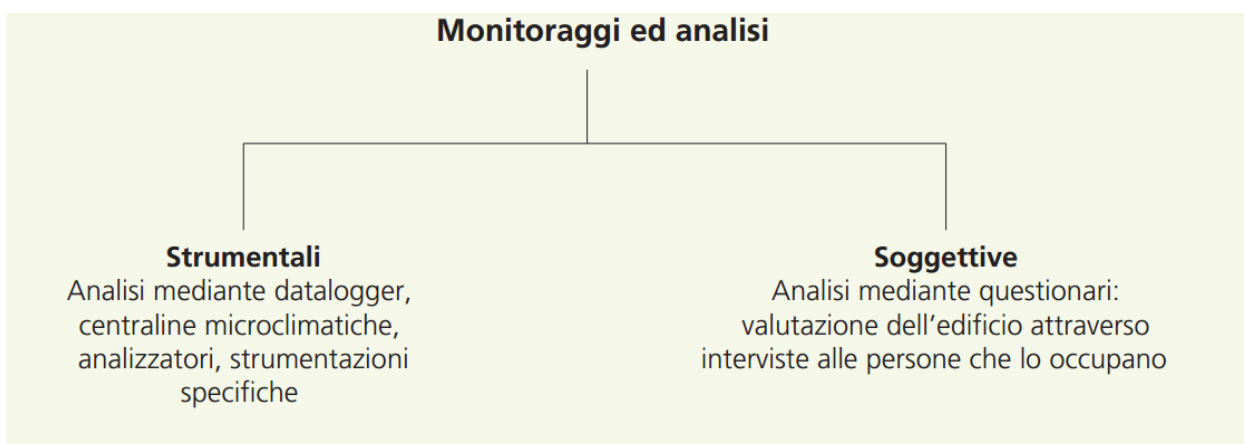
Di seguito è elencata la strumentazione per le indagini di qualità dell'aria e le relative caratteristiche. La strumentazione da utilizzare nelle diverse campagne di misura/scuole potrà essere scelta in funzione degli obiettivi (vedi Tabella al punto 1), della disponibilità di tempo per le misure e di risorse, nonché della disponibilità dei dirigenti/insegnanti.

Parametro di misura	Strumentazione/dettagli
Formaldeide	Misuratore in continuo
	Misura puntuale (fiale DNPH)
CO <sub>2</sub>	Misura in continuo
VOC	Misura puntuale con Canister
TVOC	Misura in continuo
Radon	Misura in continuo
	Misura puntuale (dosimetri – 1 anno di misura)
Polveri (PM <sub>x</sub> )	Misura in continuo
	Misura puntuale
Temperatura Umidità relativa	Misura in continuo
Analisi biologiche	Campionatore microbiologico, misura puntuale
Termocamera	Misura delle temperature superficiali (misura puntuale)
Anemometro	Misura in continuo/puntuale
Tasso di ventilazione	Blower Door Test
Portata aria condotti di ventilazione	Balometro
Strumento per misura di temperatura superficiale (sistema radiante/radiatori)	Sensore a contatto
	Sensore IR
Strumento per la misura dell'apertura/chiusura delle finestre	Sensori a contatto magnetico

## 4. Protocollo di misura

Il protocollo di misura prevede due tipologie di analisi:

- Misure strumentali
- Misure soggettive mediante questionari



### 4.1 Misure strumentali

Ogni edificio presenta caratteristiche di involucro, impiantistiche di gestione e di utilizzo diverse. Il protocollo di misura verrà adattato ed integrato con misure aggiuntive determinate sulla base dello stato di fatto dell'edificio.

#### La durata dei monitoraggi

Il monitoraggio potrà avere durata variabile in funzione degli obiettivi e della strumentazione di misura. Per caratterizzare gli aspetti stagionali dovrà essere eseguito monitoraggio durante la stagione più fredda e durante quella più calda.

I monitoraggi in continuo avranno durata minima di una settimana e massima pari a tutta la stagione (durata media: un mese). L'intervallo di misura per le diverse grandezze potrà essere scelto in funzione del periodo e delle caratteristiche della memoria degli strumenti (l'intervallo di misura potrà essere di 1 minuto/5 minuti/10 minuti).

#### Indicazioni di misura per le analisi biologiche

Sono di seguito riportate alcune indicazioni operative per le analisi biologiche.

- L'analisi consiste nell'aspirazione di aria ad una portata determinata (vedi di seguito) su piastre petri con due tipologie di terreni: PCA e DRBC. Per i terreni PCA l'incubazione sarà fatta a 22°C e 36°C
- La portata di aspirazione dell'aria sarà pari a 200 litri. Ogni misura ha durata di 2 minuti e viene fatta in doppio (due strumenti affiancati a distanza di 1 m e ad 1.25 m da terra).

#### La collocazione degli strumenti di misura

Per permettere al sensore di rilevare dati corretti, ovvero non falsati da irraggiamento e altri fenomeni, occorre seguire alcune indicazioni sul posizionamento, tra queste:

- I sensori devono essere schermati dalla radiazione solare diretta (es: in assenza di schermo solare il termometro rivelerebbe infatti non la temperatura reale dell'aria, ma quella del termometro stesso riscaldato dalla radiazione solare incidente per assorbimento diretto).





- La radiazione solare può surriscaldare le pareti e le coperture degli edifici: se appoggiati sull'involucro esterno i sensori potrebbero rilevare temperature falsate.
- La collocazione degli strumenti nelle classi deve (compatibilmente con le possibilità disponibili) seguire le seguenti direttive: essere collocata ad un'altezza tra 1-1.5 m da terra, essere collocata in un punto rappresentativo delle condizioni di tutta la classe evitando interferenze (porte, finestre, fonti di calore, ...)
- Una collocazione ottimale degli strumenti di misura dei parametri esterni è sul lato NORD.
- I sensori del vento devono essere posti ad un'altezza e ad una distanza che permetta di evitare ostacoli e turbolenze.
- Gli strumenti devono essere puliti e periodicamente tarati.

#### 4.2 Analisi soggettive

L'integrazione di misure strumentali con analisi soggettive (interviste e questionari) può migliorare la qualità dei risultati dell'analisi in quanto si tengono in considerazione aspetti riguardanti momenti pregressi della vita dell'edificio che spesso non emergono dal monitoraggio.

Le indagini soggettive possono inoltre essere la base per la valutazione dell'adattamento del protocollo di misura delle analisi strumentali: eventuali discomfort o malfunzionamenti dichiarati dagli occupanti saranno indagati approfonditamente.



## 5. Checklist informazioni aggiuntive da richiedere nelle scuole

Al fine di integrare le misure con le informazioni di utilizzo, di pulizia, di problematiche ecc. di seguito sono elencate le informazioni da reperire.

Utilizzo delle aule	Orari
Descrizione della giornata (utilizzo degli spazi, orari della merenda, pausa, pranzo, ...)	
Servizio di pulizia	Quali prodotti vengono utilizzati? Quale frequenza? Dettagli e orari
Arredi	Descrizione prodotti, anno
Materiali utilizzati nelle scuole	Descrizione tipologie e dettagli (es: pitture, ..)



## 6. Modulo per la presenza degli alunni/bambini nelle scuole

QAES – monitoraggio Scuola .....

Classe: .....

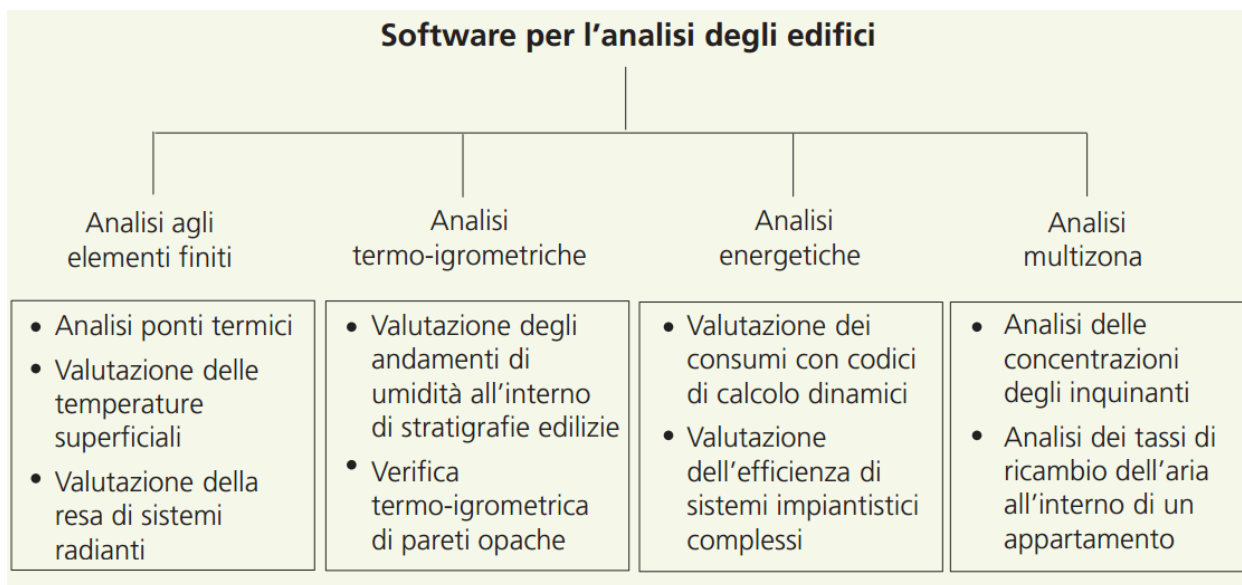
Data	Numero bambini	Presenza persone in totale	tipo di attività	apertura delle finestre

## 7. Analisi e simulazioni mediante software

Le simulazioni mediante software sono di supporto alle indagini strumentali. Un’analisi può essere definita integrata nel caso di diverse tipologie di approcci, come ad esempio:

- misure strumentali + simulazioni;
- indagini soggettive + simulazioni.

Le simulazioni tramite software possono riguardare diversi aspetti degli edifici, come rappresentato di seguito.



Bolzano, 11 marzo 2020.