

Progetto LIFE GIOCONDA LIFE13 ENV/IT/000225

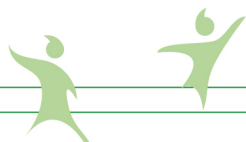
## Metodologia per la realizzazione del monitoraggio dell'aria e del rumore fuori e dentro le scuole

4 Aprile 2016



### Sommario

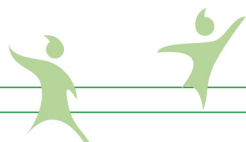
Metodologia per la realizzazione del monitoraggio dell'aria e del rumore fuori e dentro le scuole .....	1
1. Campionamento inquinamento atmosferico .....	3
1.1 Inquinanti e metodo di campionamento .....	3
1.2 Particolato: PM10 / PM 2.5 .....	3
1.3 Inquinanti gassosi: COV - NO2 - H2S - CH2O .....	6
1.4 Trattamento campioni e analisi .....	10
1.5 Strategia campionamento inquinanti gassosi .....	10
1.6 Materiale necessario .....	11
2. Il monitoraggio del rumore .....	13



GIOCONDA mette a disposizione delle amministrazioni locali una metodologia, già testata nell'anno scolastico 2014/2015 in 8 scuole di quattro città italiane, per condurre i monitoraggi dei maggiori inquinanti atmosferici e del rumore, fuori e dentro agli edifici scolastici.

→ **Contesto di applicazione del monitoraggio**: l'amministrazione attiva il protocollo di monitoraggio sulle scuole scelte nel proprio territorio per conoscere lo stato dell'inquinamento *misurato* nelle aree delle scuole coinvolte ed eventuali criticità specifiche, per coinvolgere e informare in modo diretto gli studenti. Questi elementi di conoscenza si aggiungeranno ai dati su percezione del rischio, di monitoraggio abituali e sulla situazione socio economica, che sono ricavabili dal lavoro con la piattaforma di GIOCONDA (vedi **guida "Instaurare il dialogo con le scuole e la cittadinanza"**).

Questa metodologia è stata messa a punto dal partner di progetto ARPAE Emilia Romagna per il monitoraggio dell'aria, e dalla società I-POOL, spin-off di IPCF-CNR per il monitoraggio del rumore.



# 1. CAMPIONAMENTO INQUINAMENTO ATMOSFERICO

## 1.1 INQUINANTI E METODO DI CAMPIONAMENTO

### Inquinanti principali

- PM 10
- PM 2.5
- Composti organici volatili (COV) (*minimo: Benzene, Toluene, Xileni*)
- Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

### Inquinanti opzionali (alcuni inquinanti possono essere aggiunti in funzione delle peculiarità territoriali):

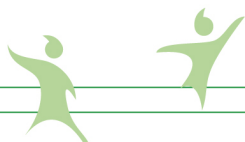
- Aldeidi, in particolare formaldeide (CH<sub>2</sub>O) → Acido solfidrico (H<sub>2</sub>S)

## 1.2 PARTICOLATO: PM 10 / PM 2.5

### A. Strumentazione utilizzata per il campionamento

- Per la raccolta del particolato si utilizza un campionatore sequenziale (tipo skypost – Tecora).
- Il campionatore deve essere conforme alla norma Final Draft – FprEN 12341:2014 e UNI EN 14907:2005 avere il certificato di equivalenza previsto dal DLgs 155/2010 e alle Linee guida per le attività di assicurazione/controllo qualità (QA/QC) per le reti di monitoraggio della qualità dell'aria ambiente – Linea Guida ISPRA n.108/2014.
- La portata di campionamento deve essere 38.3 l/min (testa EU).
- Per ogni filtro deve essere registrato il volume campionato e verificata l'efficienza della pompa durante tutto il periodo di campionamento (24 h).
- La deviazione del flusso sulle 24 h di campionamento deve essere < al 2%.
- Ad inizio e fine campagna occorre verificare il flusso con flussimetro calibrato.

Strumentazione diversa dal campionatore sequenziale può essere utilizzata ma deve essere riconosciuta equivalente.



### B. Metodo di determinazione della concentrazione con sequenziale

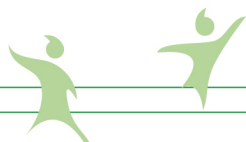
I filtri devono essere condizionati (condizionamento dei filtri pre e post campionamento) e la determinazione gravimetrica viene effettuata secondo le modalità stabilite dalla norma Final Draft – FprEN 12341:2014 e UNI EN 14907:2005. La bilancia utilizzata per la pesata deve avere una risoluzione uguale o migliore di 10 ug.

Deve essere sottoposta a taratura annuale con campioni di massa certificati da un centro di taratura accreditato e l'incertezza estesa (al 95% di fiducia) di taratura inferiore a 25 ug nel campo compreso fra 0 e 200 mg (come da norma Final Draft – FprEN 12341:2014).

### C. Strategia di campionamento del particolato in ciascuna scuola

Sono necessari 4 strumenti skypost (o equivalenti) che vanno collocati secondo quanto sotto indicato:

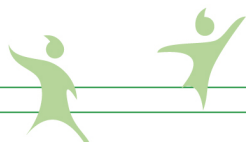
	INDOOR		OUTDOOR		RRQA	Filtri/week Per ogni scuola	N° Week/y	N° scuole	Tot. Filtri/y
	Spazio comune	OUT							
<b>PM 2.5</b>	1	1			Monitor stazione	2x7 = 14	4	2	14x4x2 =112
<b>PM 10</b>	1	1			Monitor stazione	2x7 = 14	4	2	14x4x2 =112



D. Calendario campionamento in ciascuna scuola

PM 10	NOV				DIC				GEN				FEB				MAR				APR				MAG			
	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I
IN DOO R					X							X											X				X	
OUT DOO R					X							X											X				X	

PM 2.5	NOV				DIC				GEN				FEB				MAR				APR				MAG			
	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I
IN DOO R				X							X											X				X		
OUT DOO R				X							X											X				X		



## 1.3 INQUINANTI GASSOSI: COV - NO<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>S - CH<sub>2</sub>O

### A. Campionamento

I campionamenti degli inquinanti gassosi vengono effettuati utilizzando campionatori passivi modello "Radiello". Tale dispositivo è in grado di raccogliere gas dall'atmosfera ad una velocità controllata dalla diffusione molecolare e non richiede movimento attivo dell'aria.

Il campionatore è costituito da un tubo contenente un adsorbente che fissa l'inquinante (cartuccia assorbente).

Per iniziare il campionamento il tubo viene liberato dal contenitore ermetico e montato su apposito supporto che permette la diffusione degli inquinanti e contemporaneamente evita l'azione degli agenti atmosferici.

Al momento dell'installazione deve essere annotata la data, l'ora e la postazione.

Alla fine del campionamento le cartucce vengono smontate dal supporto e richiuse in contenitori sigillati (segnando la data e l'ora di fine campionamento). Sono poi portate in laboratorio per la successiva analisi.

### B. Modalità di campionamento

I campionatori (cartucce adsorbenti) vengono collocati contemporaneamente (lo stesso giorno) in tutte le postazioni oggetto della campagna di misura.

Rimangono esposti per una settimana (7 giorni).

Nel caso il periodo di misura previsto sia di 2 settimane, la cartuccia assorbente deve essere sostituita dopo 7 giorni.

Il dato che si ottiene dopo l'analisi è una concentrazione media settimanale, che viene considerata rappresentativa della stagione in cui è stato raccolto il campione.

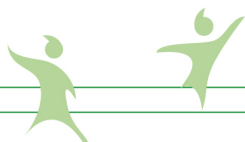
Si considera:

- Semestre invernale: periodo Ottobre – Marzo
- Semestre estivo: Aprile – Settembre.

### C. Conservazione campione

Dopo il campionamento, le cartucce ben tappate devono essere conservate in un frigorifero (4°C) dedicato.

Le analisi devono essere effettuate al più presto.



#### D. Misura temperatura

Poiché la portata del radiello dipende dalla temperatura, i valori di concentrazione sono più accurati se si conosce con precisione il valore medio della temperatura durante il campionamento. In ambiente interno può essere ad esempio utilizzato un termometro con data logger posizionato in corrispondenza del campionatore. Il data logger va settato per registrare la temperatura ogni 15 minuti e rimarrà in funzione per l'intera campagna.

Per le temperature esterne si possono utilizzare le rilevazioni della stazione meteo locale.

### 1.3.1 COV - NO2

#### N° campioni (radiello)

INDOOR: 2 campionatori (1 in ogni aula) + 1 spazio comune

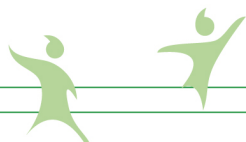
OUTDOOR: 3 campionatori all'esterno della scuola

1 campionatore in corrispondenza della stazione della rete rappresentativa area scuola

#### **Strategia di campionamento - Campionamento 1 settimana (base)**

Ogni campagna ha la durata di 1 settimana ed è ripetuta 4 volte nel periodo Novembre 2014 – Maggio 2015, secondo il calendario sotto riportato

NO 2 CO V	NOV				DIC				GEN				FEB				MAR				APR				MAG							
	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I	I	I	II	I				
<u>INDOOR</u>				X							X												X				X					
<u>OUTDOOR</u>				X							X												X				X					



La media dei dati rilevati nella stessa stagione si considera rappresentativa della concentrazione della stagione stessa.

La media annuale si calcola a partire dalle medie stagionali.

- All'interno della scuola (INDOOR) il campionatore va collocato nelle 2 aule selezionate a circa 2.5 m da terra (ad esempio sopra un armadio, possibilmente lontano da correnti d'aria) e in un ambiente "comune" (es. corridoio, meglio dove è collocato anche il campionatore PM)
- All'esterno della scuola (OUTDOOR) in 3 postazioni (in modo da avere una descrizione spaziale rappresentativa delle eventuali diverse situazioni) a circa 2.5 m da terra
- All'esterno (OUTDOOR) in corrispondenza di una stazione della rete di controllo della qualità dell'aria che si considera rappresentativa della zona in cui è collocata la scuola (Zona omogenea: traffico, fondo urbano, fondo urbano residenziale).

### 1.3.2 H<sub>2</sub>S - CH<sub>2</sub>O

*N° campioni (radiello)*

INDOOR: 2 campionatori (1 in ogni aula) + 1 spazio comune

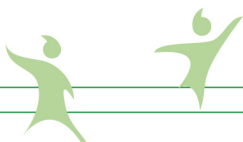
OUTDOOR: 1 campionatori all'esterno della scuola

*Strategia di campionamento*

Nel caso dell'acido solfidrico e delle aldeidi (formaldeide) ogni realtà valuterà quali dei due inquinanti ricercare in funzione delle peculiarità territoriali (ad esempio a Ravenna non sono state effettuate misure di acido solfidrico che invece hanno una storicità a Taranto e in Val d'Arno per la presenza di emissioni specifiche).

**Campionamento 1 settimana (base):**

Ogni campagna ha la durata di 1 settimana ed è ripetuta 4 volte nel periodo Novembre 2014 – Maggio 2015, secondo il calendario sotto riportato





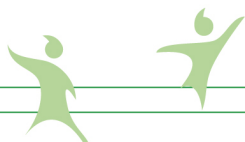
H2S CH2 O	NOV				DIC				GEN				FEB				MAR				APR				MAG							
	I	II	I	V	I	II	I	V	I	II	I	V	I	II	I	V	I	II	I	V	I	II	I	V	I	II	I	V				
<b>IN DOOR</b>				X							X											X							X			
<b>OUT DOOR</b>				X							X											X							X			

La media dei dati rilevati nella stessa stagione si considera rappresentativa della concentrazione della stagione stessa.

La media annuale si calcola a partire dalle medie stagionali.

→ All'interno della scuola (INDOOR) il campionatore va collocato nelle 2 aule selezionate a circa 2.5 m da terra (ad esempio sopra un armadio, possibilmente lontano da correnti d'aria) e in un ambiente "comune" (es. corridoio, meglio dove è collocato anche il campionatore PM) insieme ai campionatori di NO<sub>2</sub> e COV

→ All'esterno della scuola (OUTDOOR) in 1 delle 3 postazioni utilizzate per NO<sub>2</sub> e COV (considerata rappresentativa della maggiore concentrazione – misura cautelativa) a circa 2.5 m da terra.



## 1.4 TRATTAMENTO CAMPIONI E ANALISI

### A. Composti organici volatili (COV) desorbimento chimico

La determinazione analitica dei composti organici viene effettuata per gascromatografia dopo l'estrazione con solfuro di carbonio Metodo EN 14662-5:2005 Ambient air quality.

### B. Biossido di azoto NO<sub>2</sub>

La determinazione analitica avviene per estrazione con acetonitrile del derivatizzato dinitro fenil idrazone dell'aldeide formica e analisi dell'estratto in HPLC con rivelatore UV.

### C. Acido solfidrico H<sub>2</sub>S

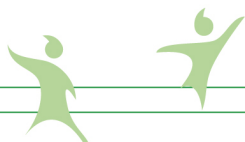
La determinazione analitica avviene attraverso la misura della assorbanza della soluzione di cloruro ferricoammina.

### D. Aldeidi (formaldeide CH<sub>2</sub>O)

La determinazione analitica avviene per estrazione con acetonitrile del derivatizzato dinitro fenil idrazone dell'aldeide formica e analisi dell'estratto in HPLC con rivelatore UV.

## 1.5 - STRATEGIA CAMPIONAMENTO INQUINANTI GASSOSI

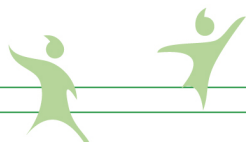
	INDOOR			OUTDOOR		Camp./week	N° Weekly	N° scuole	Totale porta radiello metallo	TOT. RADIELLO/anno
	Aula A	Aula B	Spazio comune	OUT	RRQA					
COV	1	1	1	3	1	7	4	2	7 postaz.x 2 scuole= 14	7x4x2=56
NO <sub>2</sub>	1	1	1	3	1	7	4	2		7x4x2=56
H <sub>2</sub> S Opz.	1	1	1	1	--	4	4	2		4x4x2=32
CH <sub>2</sub> O Opz.	1	1	1	1	--	4	4	2		4x4x2=32



## 1.6 MATERIALE NECESSARIO

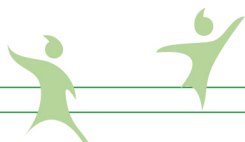
Campionamento inquinanti gassosi → 1 settimana per ogni inquinante per ogni campagna (totale: 4 settimane). Strategia indicata: 2 scuole.

		Quantità
COV Desorb.chimico	Corpo diffusivo blu codice 120 (20 pz a scatola)	2 scatole
	Cartuccia adsorbente codice 130 (20 pz a scatola)	3 scatole
	Soluzione di calibrazione per BTEX (desorbimento con CS <sub>2</sub> ) Codice 405	1 Kit
CH <sub>2</sub> O	Corpo diffusivo blu codice 120-1	2 scatole
	Cartuccia chemiadsorbente codice 165	2 scatole
	Kit di filtrazione codice 174 (solo per l'analisi)	2 scatole
	Soluzione di calibrazione per aldeidi Codice 302	1 Kit
H <sub>2</sub> S	Corpo diffusivo bianco codice 120	2 scatole
	Cartuccia chemiadsorbente codice 170	2 scatole
	Soluzione di calibrazione per H <sub>2</sub> S Codice 171	1 Kit
NO <sub>2</sub>	Corpo diffusivo blu codice 120-1	3 scatole
	Cartuccia chemiadsorbente codice 166	3 scatole
TUTTI	Adattatore verticale codice 122	5 scatole
	piastra di supporto 121 (20 pz a scatola)	5 scatole
	etichette codice 190	2 scatola
	box per il riparo dalle intemperie - codice 196	15
Reattivi	Sulfanilammide 100 g Sigma Aldrich S9251	100 g
	N-(1 naftil etilendiammina cloridrato) 100 g Sigma Aldrich 222488	100 g



	<b>Solfuro di carbonio a basso contenuto di benzene 100 mL Sigma Aldrich 342270</b>	<b>100 ml</b>
<b>Consumabili GC-FID:</b>	<b>vials con tappo a vite e setto ptf/silicone 2 ml DTO 5182-0714</b>	<b>100 pz/conf</b>
	<b>splitless liner deattivato UI DTO 5190-3162</b>	<b>5 pz/conf.</b>
	<b>colonna wide bore DB1 60m 0,53 mm ID 3 µm film DTO 125-</b>	<b>1</b>
		<b>Quantità</b>
	<b>1064</b>	
	<b>siringhe 10 µL ago fisso DTO 5190-1487</b>	<b>10 pz/conf.</b>
	<b>setti advanced green 11 mm DTO 5183-4759</b>	<b>50 pz./conf.</b>

**Campionamento particolato** → 4 skypost o equivalenti per 4 settimane per il PM 10 e 4 settimane per il PM2.5.



## 2. METODOLOGIA PER IL MONITORAGGIO DEL RUMORE

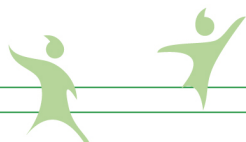
Per le scuole aderenti al Progetto Gioconda sono proposte qui di seguito le attività di monitoraggio da concordare con i responsabili locali e in coordinamento con le misure dell'inquinamento atmosferico.

### 2.1 RUMORE ESTERNO ALLA STRUTTURA SCOLASTICA

Vengono fatte misure in continua della durata variabile da 3 giorni feriali fino a 1 settimana, eseguite con una centralina fissa posta all'esterno dell'edificio (preferibilmente in una pertinenza scolastica) con microfono posto all'altezza di 4 m dal livello del suolo e 1 m dalla facciata, atte a caratterizzare l'esposizione degli alunni al rumore ambientale.

La strumentazione utilizzata consta in un palo alto 4 m dotato di base, da porre a distanza di 1 m dalla facciata, con centralina fonometrica autoalimentata e microfono dotato di cuffia antivento. Per l'installazione di tale centralina è necessario l'accesso alla eventuale pertinenza esterna della struttura. Non è necessario un allaccio elettrico.

Nel caso che la scuola abbia una pertinenza esterna di proprietà, la centralina va opportunamente protetta dal contatto diretto con gli studenti (con metodi da definire caso per caso in accordo con la dirigenza scolastica). Nel caso che la scuola non abbia una pertinenza esterna di proprietà, occorre montare la centralina su suolo pubblico (marciapiede). In ogni caso è previsto un opportuno sistema antifurto (a cura dell'installatore).



## 2.2 RUMORE INTERNO ALLA STRUTTURA SCOLASTICA

### 2.2.1 Caratterizzazione del rumore ambientale *all'interno dell'aula*

Misure da effettuare in contemporanea alle misure del punto 2.1, con due postazioni microfoniche all'interno dell'aula, a centro stanza e in prossimità della finestra.

Tali misure sono effettuate all'interno della struttura fuori dall'orario delle lezioni, in almeno 3 aule prospicienti le facciate interessate dalla misura 2.1.

È dunque necessario l'accesso alla struttura fuori dall'orario delle lezioni da concordare con la dirigenza, e la possibilità di allacciarsi alla rete elettrica. Ogni misura dura almeno 15 minuti, per cui, sommando le operazioni di montaggio/smontaggio della strumentazione, ogni campagna di misura descritta al punto 2.1, complessiva di tutte le aule, è della durata di almeno due ore. Pertanto è necessario assicurare l'accesso e la sorveglianza del personale ATA per tutto il periodo delle misure.

### 2.2.2 Caratterizzazione delle proprietà acustiche delle partizioni verticali

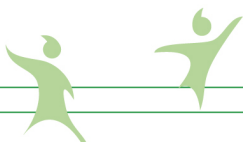
**Isolamento di facciata e isolamento tra ambienti confinanti:** è necessario l'accesso alla struttura fuori dall'orario delle lezioni da concordare con la dirigenza, e nel caso dell'isolamento di facciata, l'accesso alla eventuale pertinenza esterna. Vengono utilizzati una sorgente di rumore artificiale (cassa acustica), che necessita di alimentazione elettrica, posta all'esterno della facciata a 2m da essa all'esterno dell'ambiente da misurare o in aula adiacente, e due microfoni da porre uno all'esterno dell'ambiente da misurare e uno all'interno.

Le aule indagate sono almeno 3 per edificio. Ogni misura di isolamento sarà della durata di 10 minuti, ai quali va sommato il tempo necessario alla movimentazione della strumentazione. Tempo totale previsto: circa tre ore per tutte le aule previste. Pertanto è necessario assicurare l'accesso e la sorveglianza del personale ATA per tutto il periodo delle misure.

### 2.2.3 Caratterizzazione delle proprietà acustiche all'interno dell'aula

Viene eseguita mediante misurazione del **Tempo di riverbero** e del parametro STI per la caratterizzazione dell'**intelligibilità della parola** (con apposito strumento). Occorre l'accesso alle aule fuori dall'orario delle lezioni e l'allaccio alla rete elettrica della scuola.

Le aule indagate sono almeno 3 per edificio. Ogni misura di tempo di riverbero e STI è della durata di 10 minuti, ai quali va sommato il tempo necessario alla movimentazione della strumentazione. Tempo totale previsto: circa due ore. Pertanto è necessario assicurare l'accesso e la sorveglianza del personale ATA per tutto il periodo delle misure.



## 2.3 Durata delle misurazioni

Alla durata delle misure proposte, occorre sommare il tempo necessario al sopralluogo per scegliere i punti di misura più opportuni. I tempi proposti possono essere soggetti a variazioni nel caso si verificano degli imprevisti. Le misure in esterno sono subordinate al verificarsi di condizioni meteo favorevoli alle misure stesse (assenza di pioggia e velocità del vento inferiore ai 5 km/h).

In ogni caso si prevede che tutte le misure al punto 3.2 possano essere svolte in un unico pomeriggio per ciascuna struttura scolastica in orario pomeridiano 14-19 (posta l'assenza di lezioni e le condizioni esterne favorevoli). A questo vanno aggiunti i tempi per le misure al punto 3.1 e per il montaggio della centralina fissa.

