



Autorità di Sistema Portuale
del Mar Ligure Orientale
Porti di La Spezia e
Marina di Carrara

Presidente: Dott. Mario Sommariva
Segretario Generale: Ing. Federica Montaresi

Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Mirko Leonardi

PIANO REGOLATORE PORTUALE DI MARINA DI CARRARA

CIG: 949570145B

LIVELLO

PRP

ELABORATO

REPORT COMPONENTE "ATMOSFERA" FASE DI ANTE OPERAM

Redazione del Piano Regolatore Portuale:



Modellistica numerica di supporto:



ELABORATO G.1.13	SCALA	NS. RIF. PRP-MDC_G.1.13_ 05lug2023.DOCX	COMMESSA – NN. A4 MDC2023 - 101	
DATA 05/07/2023	REVISIONE 00	REDATTORE CF	CONTROLLO	APPROVAZIONE MB

A TERMINI DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO, CON DIVIETO DI RIPRODURLO,
ANCHE IN PARTE, O DI RENDERLO NOTO A TERZI SENZA LE NECESSARIE AUTORIZZAZIONI

THE ITALIAN SEA GROUP



Oggetto dell'elaborato:

Report componente "Atmosfera" fase di Ante Operam

Studio Ambientale	Redatto	Approvato
 <p>TECNOCREO ENGINEERS</p>	<p>Ing. Claudio Fiaschi</p> <p>Ordine degli Ingg. della Provincia di Massa Carrara n.979</p> 	<p>Ing. Matteo Bertoneri</p> <p>Ordine degli Ingg. della Provincia di Massa Carrara n.669</p> 

Revisione	Data	Riferimento
00	12.03.2021	

Collaboratori:
Geom. Nicola Ambrosini

RIFERIMENTI

Titolo	Report componente "Atmosfera" fase di Ante Operam
Cliente	The Italian Sea Group S.p.a.
Responsabile	Ing. Matteo Bertoneri
Autore/i	Ing. Claudio Fiaschi, Arch. Fabrizio Brozzi, Geom. Nicola Ambrosini, Geom. Michele Squillaci
Num. Pagine documento	7
Data	12.03.2021

TECNOCREO SRL - SOCIETA' DI INGEGNERIA

Viale C. Colombo 9BIS - 54033 Carrara (MS)

www.tecnocreo.it

info@tecnocreo.it

Il presente documento è di proprietà del Cliente che ha la possibilità di utilizzarlo unicamente per gli scopi per i quali è stato elaborato, nel rispetto dei diritti legali e della proprietà intellettuale. Tecnoceo S.r.l. detiene il copyright del presente documento. La qualità ed il miglioramento continuo dei prodotti e dei processi sono considerati elementi prioritari da Tecnoceo, che opera mediante un sistema di gestione integrato certificato secondo le norme UNI EN ISO 9001:2015, UNI EN ISO 14001:2015 e UNI ISO 45001:2018



Ai sensi del GDPR n.679/2016 la invitiamo a prendere visione dell'informativa sul Trattamento dei Dati Personali su www.tecnocreo.it.

INDICE

1	Premessa	3
2	RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI	4
3	Campagna di Monitoraggio – Fase di AO	6
3.1	I parametri rilevati	6
3.2	La Strumentazione	7
3.3	Punti di misura.....	7
3.4	Risultati	8
3.4.1	<i>Dati meteorologici.....</i>	<i>8</i>
3.4.2	<i>Inquinanti Gassosi</i>	<i>12</i>
3.4.1	<i>Polveri</i>	<i>13</i>
4	Conclusioni	16

1 PREMESSA

Il presente report restituisce le risultanze afferenti al campionamento della componente "Atmosfera" nella fase di Ante Operam del progetto di realizzazione del nuovo bacino di carenaggio in testa all'attuale banchina T.I.S.G. di Ponente, nel porto di Marina di Carrara (MS).

La nuova opera insisterà sul bacino attualmente esistente e formato dalla banchina T.I.S.G. di Ponente e dalla banchina Chiesa ed avrà una larghezza ed una lunghezza pari rispettivamente a 46 m e 144 m.

Il bacino di nuova costruzione sarà delimitato da una barcaporta realizzata a tale scopo ed occuperà una superficie di circa 7.900 m².

In particolare, la campagna di monitoraggio è stata effettuata presso la postazione di misura denominata ATM 01, individuata all'interno del parcheggio di proprietà dell'Autorità di Sistema portuale del Mar Ligure Orientale, nei pressi delle aree in concessione a The Italian Sea Group S.p.A.

La campagna di misura si è svolta dal 16 Gennaio al 23 Gennaio 2021.

La redazione del presente report e il confronto dei dati del monitoraggio con i limiti normativi sono stati eseguiti dagli Ingg. Matteo Bertoneri, Claudio Fiaschi, coadiuvati dall'Arch. Fabrizio Brozzi, dal Geom. Nicola Ambrosini e dal Geom. Michele Squillaci.

2 RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI

La "Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 2008/50/CE, del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", ha abrogato il quadro normativo preesistente ed ha incorporato gli sviluppi in campo scientifico e sanitario e le esperienze più recenti degli Stati membri nella lotta contro l'inquinamento atmosferico, con questo radicale aggiornamento del quadro normativo l'azione comunitaria si è orientata in due direzioni: una l'individuazione di limiti di concentrazione per i diversi inquinanti, orientati alla protezione della salute umana e degli ecosistemi, e dall'altro la messa a punto di un programma di controllo e gestione del territorio che consenta una più efficace visione delle criticità e delle strategie di intervento da adottare

La Direttiva, quindi:

- fissa limiti e obiettivi concernenti la qualità dell'aria ambiente;
- stabilisce metodi e sistemi comuni di valutazione della qualità dell'aria;
- stabilisce gli strumenti di diffusione delle informazioni sulla qualità dell'aria.

Nello specifico la Direttiva intende «evitare, prevenire o ridurre le emissioni di inquinanti atmosferici nocivi e definire adeguati obiettivi per la qualità dell'aria ambiente», ai fini della tutela della salute umana e dell'ambiente nel suo complesso. Si tratta di combattere «alla fonte» l'emissione di inquinanti e di definire misure più efficaci a livello locale, nazionale e comunitario. Ha, inoltre, lo scopo di valutare la qualità dell'aria ambiente negli Stati membri sulla base di metodi e criteri comuni, nonché ottenere informazioni per contribuire alla lotta contro l'inquinamento dell'aria e gli effetti nocivi e per monitorare le tendenze a lungo termine e i miglioramenti ottenuti con l'applicazione delle misure nazionali e comunitarie.

In Italia la Direttiva 2008/50/CE è stata recepita con il Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, n. 155, modificato, poi, nel 2012 con il D. Lgs. n. 250. Tale Decreto costituisce un testo unico sulla qualità dell'aria, andando a comprendere anche i contenuti del D. Lgs. 152/2007. Nella tabella che segue si riportano i valori limite o obiettivo definiti dal D. Lgs. 155/2010 per gli inquinanti normati ai fini della protezione della salute umana.

INQUINANTE	CONCENTRAZIONE	PERIODO DI MEDIAZIONE	ENTRATA IN VIGORE	SUPERAMENTI ANNUI PERMESSI
<i>PM_{2.5}</i>	25 µg/m ³	1 anno	01/01/2015	–
<i>SO₂</i>	350 µg/m ³	1 ora	01/01/2005	24
	125 µg/m ³	24 ore	01/01/2005	3
<i>NO₂</i>	200 µg/m ³	1 ora	01/01/2010	18
	40 µg/m ³	1 anno	01/01/2010	–
<i>PM₁₀</i>	50 µg/m ³	24 ore	01/01/2005	35

INQUINANTE	CONCENTRAZIONE	PERIODO DI MEDIAZIONE	ENTRATA IN VIGORE	SUPERAMENTI ANNUI PERMESSI
	40 µg/m ³	1 anno	01/01/2005	–
<i>Piombo</i>	0.5 µg/m ³	1 anno	01/01/2005	–
<i>CO</i>	10 mg/m ³	Massimo giornaliero su media mobile 8 ore	01/01/2005	–
<i>Benzene</i>	5 µg/m ³	1 anno	01/01/2010	–
<i>Ozono</i>	120 µg/m ³	Massimo giornaliero su media mobile 8 ore	01/01/2010	25 su una media di 3 anni
<i>Arsenico (As)</i>	6 ng/m ³	1 anno	31/12/2012	–
<i>Cadmio (Cd)</i>	5 ng/m ³	1 anno	31/12/2012	–
<i>Nichel (Ni)</i>	20 ng/m ³	1 anno	31/12/2012	–
<i>Benzo(a)pirene</i>	1 ng/m ³	1 anno	31/12/2012	–

Il Decreto 155/2010 individua quattro fasi fondamentali:

- la zonizzazione del territorio in base a densità emissiva, caratteristiche orografiche e meteorologiche, grado di urbanizzazione;
- la rilevazione e il monitoraggio del livello di inquinamento atmosferico;
- l'adozione, in caso di superamento dei valori limite, di misure di intervento sulle sorgenti di emissione;
- il miglioramento generale della qualità dell'aria.

Il D.Lgs. 155/10 stabilisce:

- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM₁₀;
- le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto e ozono;
- la soglia di informazione, valori obiettivo e obiettivi a lungo termine per l'ozono;
- il valore limite e il valore obiettivo per il PM_{2.5};
- i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene, idrocarburi policiclici aromatici.

3 CAMPAGNA DI MONITORAGGIO – FASE DI AO

La Campagna di misura della componente atmosfera è stata effettuata al fine di caratterizzare lo stato della suddetta matrice nella fase di Ante Operam del progetto di realizzazione del nuovo bacino di carenaggio in testa all'attuale banchina T.I.S.G. di Ponente nel porto di Marina di Carrara (MS).

I rilievi sono stati effettuati per una durata di 7 giorni nelle giornate dal 16 Gennaio al 23 Gennaio 2021.

3.1 I PARAMETRI RILEVATI

I dati relativi alla postazione di monitoraggio sono stati raccolti ed elaborati a seconda della durata delle misure effettuate, ai relativi valori di legge espressi in valori medi giornalieri e valori massimi orari.

I parametri oggetto di monitoraggio mediante mezzo mobile sono stati:

- Ossidi di azoto (NO_x , NO, NO_2);
- Monossido di carbonio (CO);
- Polveri Sottili (PM_{10} e $_{2.5}$).

Tutti i suddetti parametri sono stati acquisiti con cadenza oraria e riportati come valore medio orario.

La strumentazione ha acquisito, durante l'intero periodo di monitoraggio, anche i seguenti dati meteorologici:

- Direzione vento;
- Velocità del Vento;
- Temperatura;
- Umidità Relativa;
- Pressione Barometrica;
- Radiazione Solare Totale;
- Pioggia.

3.2 LA STRUMENTAZIONE

La campagna di rilevamento presso le due postazioni è stata eseguita con l'utilizzo di una stazione mobile, in grado di rilevare gli inquinanti presenti in maniera diffusa nell'aria a livello del suolo e provenienti da più fonti.

Nella stazione vengono utilizzati strumenti predisposti per la misura, continua ed automatica, degli inquinanti previsti dalla normativa e quindi in grado di rappresentare, in maniera corretta, la qualità dell'aria.

Il mezzo mobile è fornito di adeguato sistema di condizionamento per garantire una continua e ottimale distribuzione della temperatura al suo interno; questo permette agli analizzatori di lavorare sempre in condizioni controllate e standard.

La stazione di rilevamento è organizzata in tre blocchi principali:

- analizzatori automatici per la valutazione degli inquinanti aerodispersi;
- centralina per la valutazione dei parametri meteorologici;
- unità di acquisizione ed elaborazione dati.

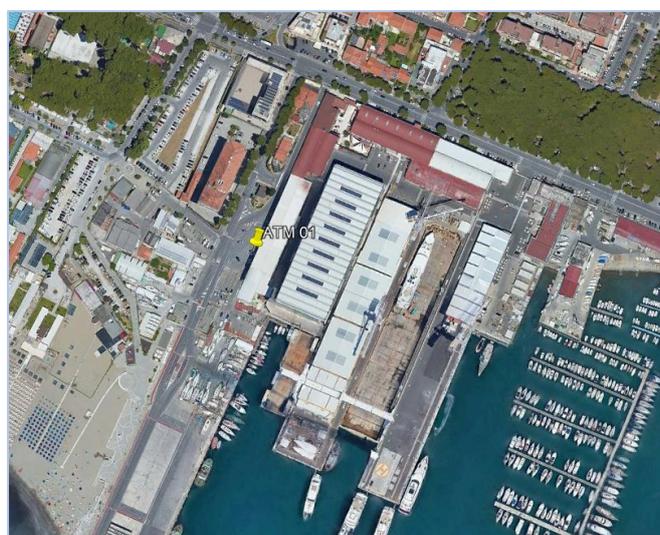
Tutti gli analizzatori con i quali è equipaggiato il mezzo mobile di rilevamento sono in grado di funzionare 24 ore su 24 e sono conformi a quanto previsto dalla normativa di riferimento in materia.

Per i dettagli tecnici della strumentazione utilizzata si rimanda all'Allegato 2 – Certificati strumentazione.

3.3 PUNTI DI MISURA

La postazione di misura denominata ATM 01 è sita nel parcheggio di proprietà dell'Autorità di sistema portuale del Mar Ligure Orientale. Il mezzo mobile è stato posizionato nei pressi dei capannoni di The Italian Sea Group S.p.A. e delle principali fonti emmissive del Porto di Marina di Carrara (MS) caratteristiche dello stato attuale della componente Atmosfera.

Figura 3:1 – Fotografia ed inquadramento postazione di misura denominata ATM 01



3.4 RISULTATI

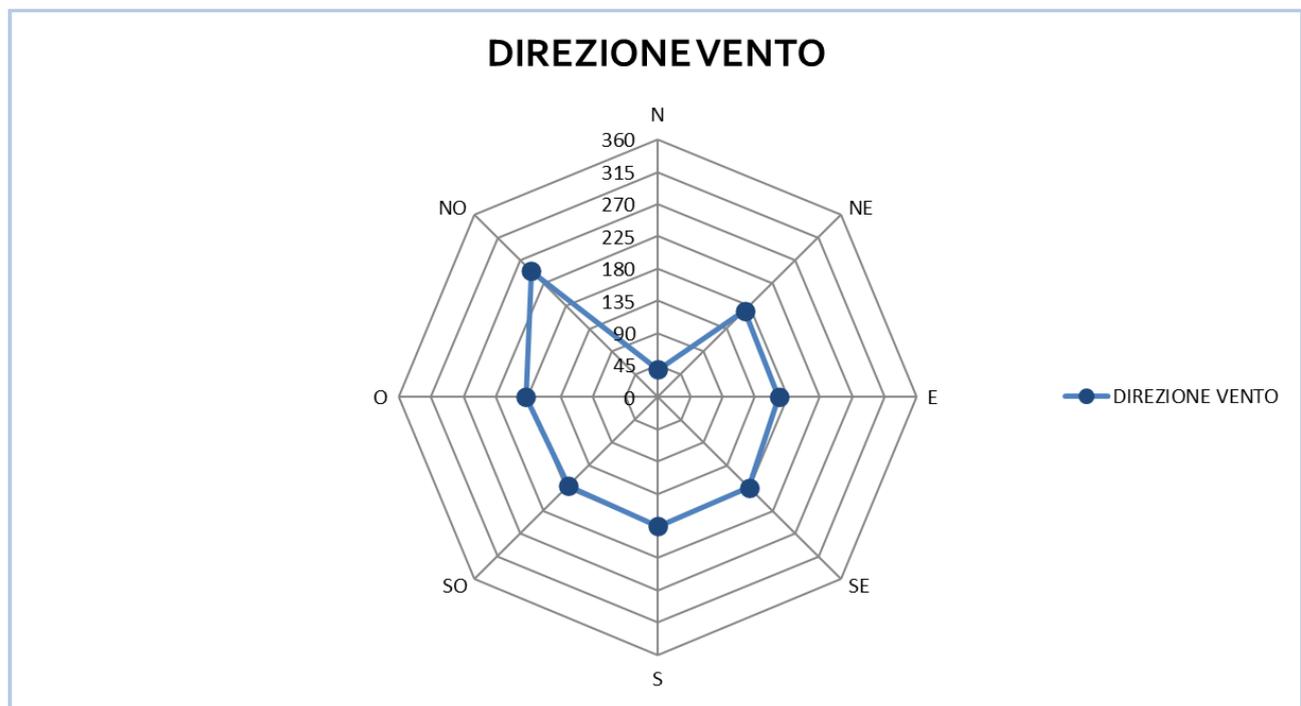
Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati relativi al rilievo effettuato presso la postazione di misura denominata ATM 01 ed il confronto diretto con i limiti normativi. Nello specifico sono riepilogati i dati meteorologici, le concentrazioni di CO, NO, NO₂, NO_x e le concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2.5}.

3.4.1 Dati meteorologici

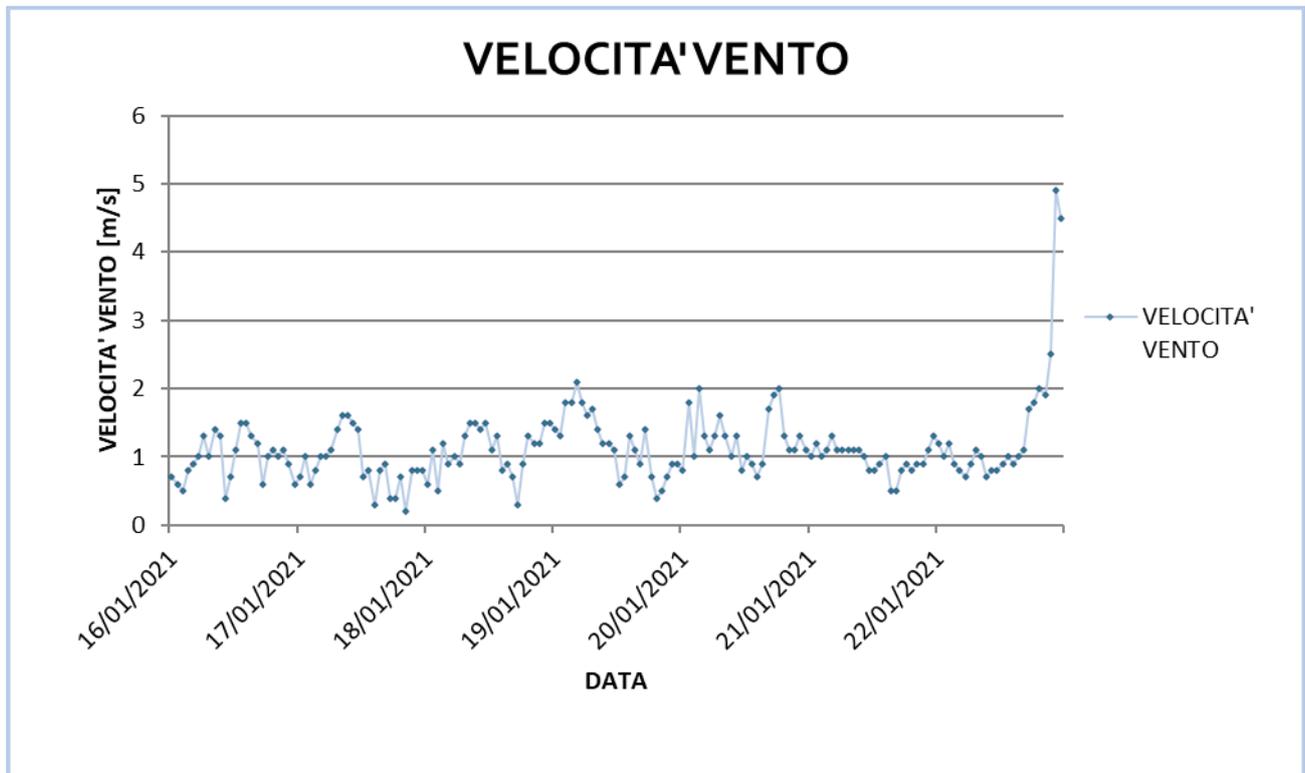
Di seguito si riporta tabella con indicazione dei parametri rilevati e successivamente si riportano i grafici relativi all'andamento nel tempo delle singole componenti.

TIPOLOGIA	PARAMETRI
<i>Dati meteorologici</i>	Direzione vento
	Velocità vento
	Temperatura
	Pressione atmosferica
	Umidità relativa
	Radiazione solare globale
	Precipitazioni

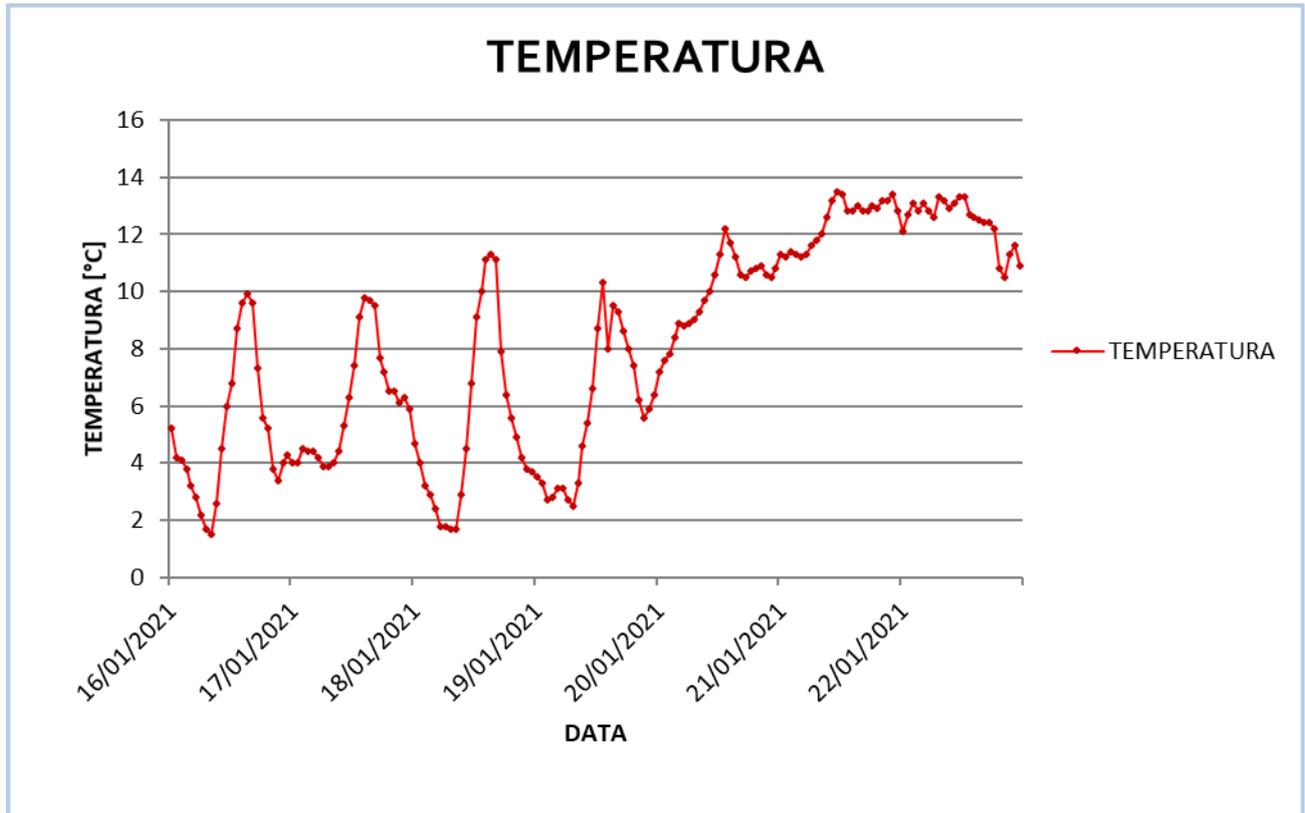
DIREZIONE DEL VENTO



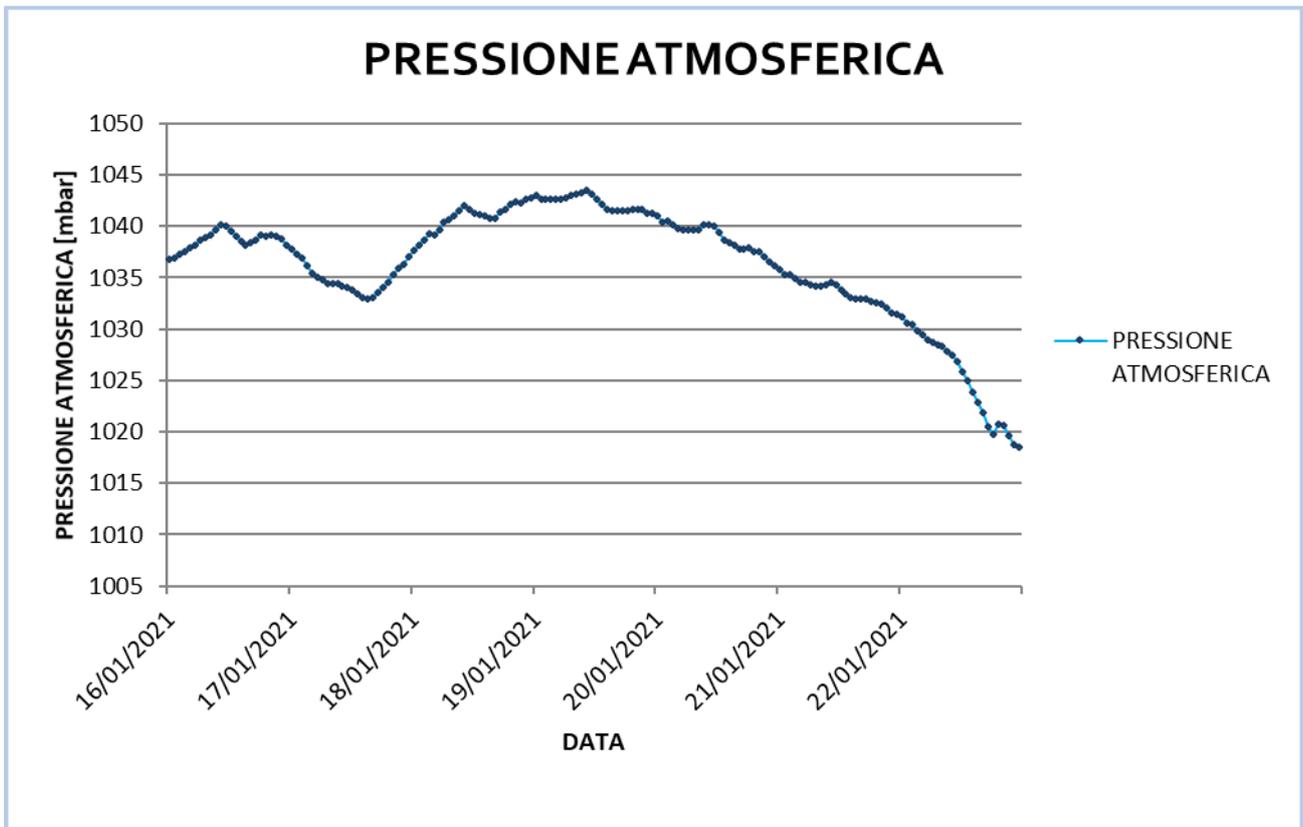
VELOCITÀ VENTO



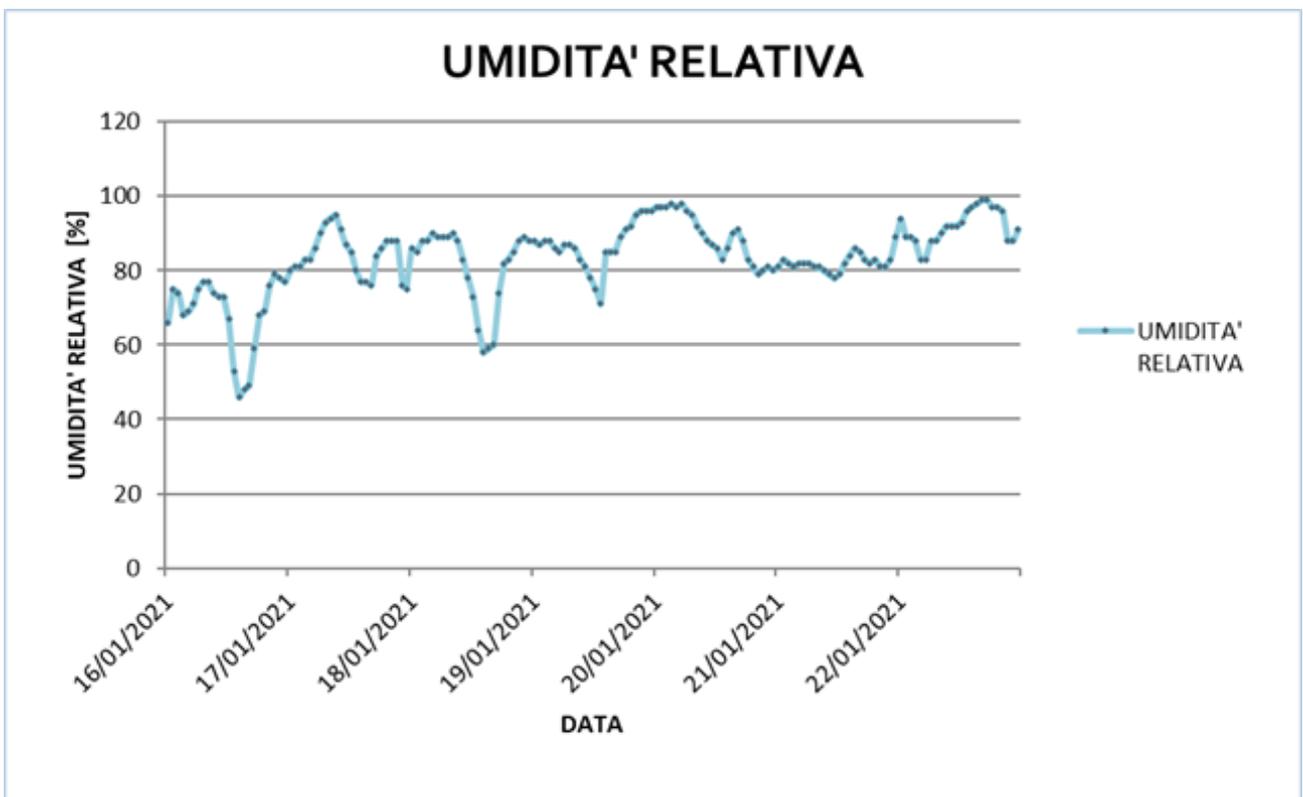
TEMPERATURA



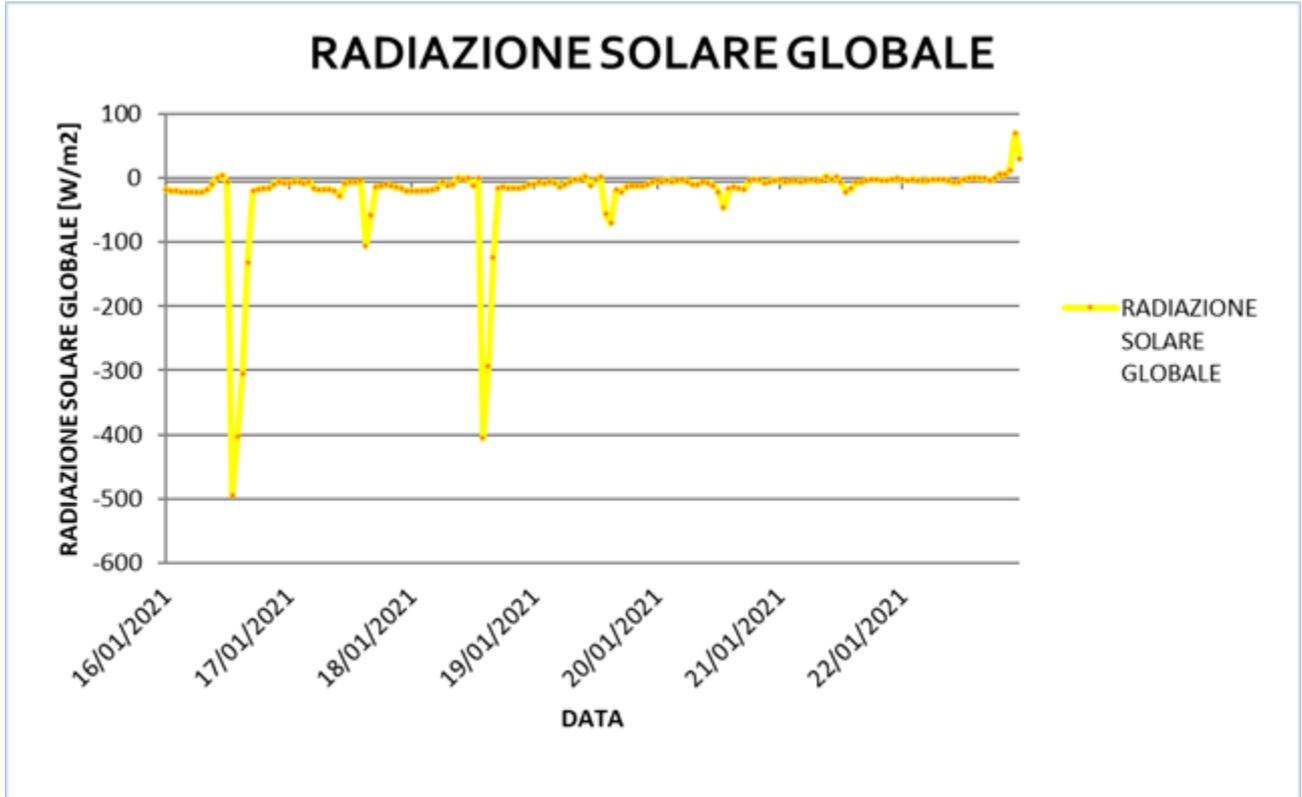
PRESSIONE ATMOSFERICA



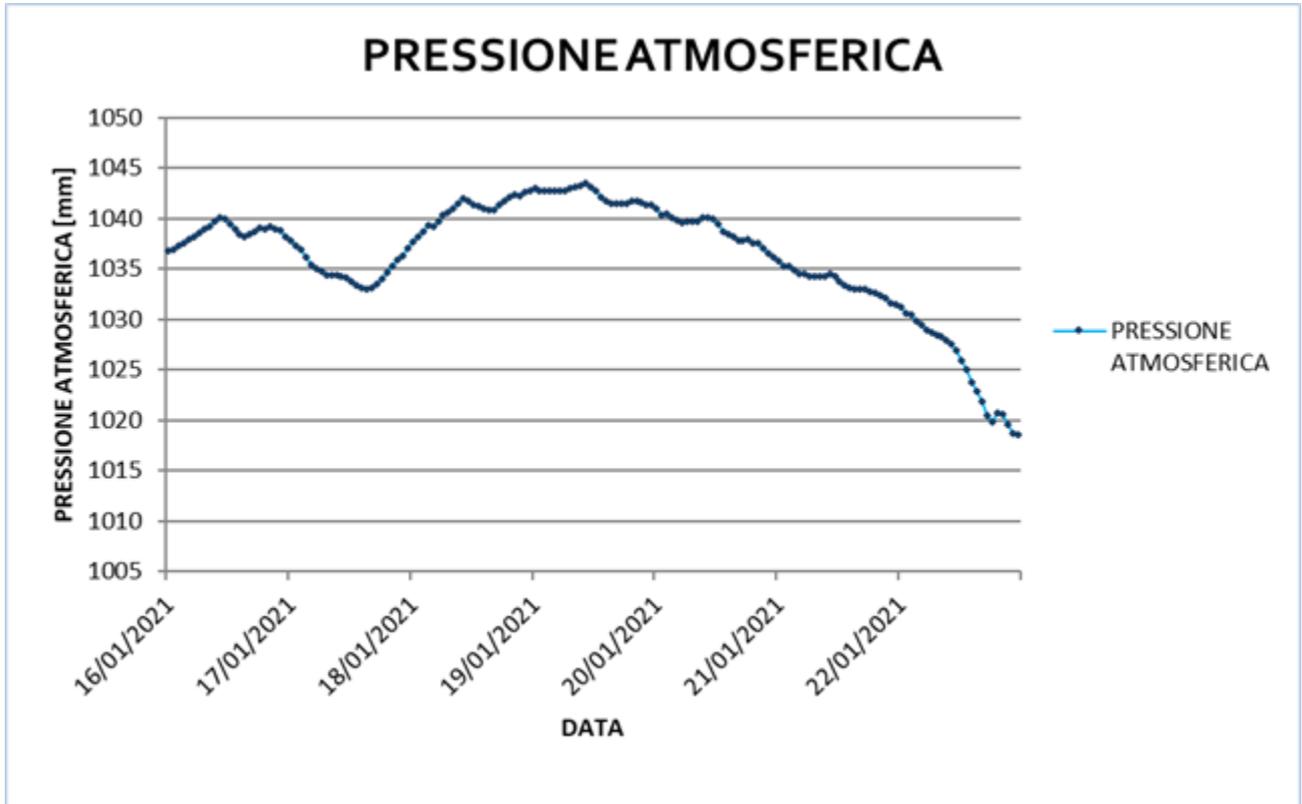
UMIDITÀ RELATIVA



RADIAZIONE SOLARE GLOBALE



PRECIPITAZIONI



3.4.2 Inquinanti Gassosi

Di seguito si riporta tabella con indicazione dei parametri rilevati e successivamente le tabelle con indicati i risultati ottenuti durante la campagna di monitoraggio ed il relativo confronto con i limiti normativi.

TIPOLOGIA	PARAMETRI
<i>Inquinanti gassosi</i>	CO (Monossido di Carbonio)
	NO _x , NO, NO ₂ (Ossidi di Azoto)

CONFRONTO CON I LIMITI - MONOSSIDO DI CARBONIO

<i>Inquinante</i>	<i>Numero giorni di monitoraggio</i>	<i>Massimo valore Orario</i>	<i>Massimo valore Giornaliero</i>	<i>Media periodo di monitoraggio</i>	<i>Massima media mobile di 8 h</i>	<i>Parametro Statistico</i>	<i>Valore Limite</i>	<i>Confronto</i>
Monossido di Carbonio CO (mg/m ³)	7	3,230	1,932	1,569	2,344	Max giornaliero di 24 medie mobili su 8 h	10	Rispettato

CONFRONTO CON I LIMITI - NO_x

<i>Inquinante</i>	<i>Numero giorni di monitoraggio</i>	<i>Massimo valore Orario</i>	<i>Massimo valore Giornaliero</i>	<i>Media periodo di monitoraggio</i>	<i>Tipo Limite</i>	<i>Parametro Statistico</i>	<i>Valore Limite</i>	<i>Confronto</i>
Ossidi di Azoto (NO _x) (µg/m ³)	7	94,702	38,133	27,846	Valore limite per la protezione della vegetazione	Media annuale	30	* Non valutabile

CONFRONTO CON I LIMITI - NO

<i>Inquinante</i>	<i>Numero giorni di monitoraggio</i>	<i>Massimo valore Orario</i>	<i>Massimo valore Giornaliero</i>	<i>Media periodo di monitoraggio</i>	<i>Massima media mobile di 8 H</i>	<i>Tipo Limite</i>
Ossido di Azoto NO (µg/m ³)	7	76,803	22,325	13,982	-	Nessun limite previsto

CONFRONTO CON I LIMITI NO₂

<i>Inquinante</i>	<i>Numero giorni di monitoraggio</i>	<i>Massimo valore Orario</i>	<i>Massimo valore Giornaliero</i>	<i>Media periodo di monitoraggio</i>	<i>Tipo Limite</i>	<i>Parametro Statistico</i>	<i>Valore Limite</i>	<i>Confronto</i>
Biossido di Azoto NO ₂ (µg/m ³)	7	78,175	44,148	32,606	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200	Rispettato

<i>Inquinante</i>	<i>Numero giorni di monitoraggio</i>	<i>Massimo valore Orario</i>	<i>Massimo valore Giornaliero</i>	<i>Media periodo di monitoraggio</i>	<i>Tipo Limite</i>	<i>Parametro Statistico</i>	<i>Valore Limite</i>	<i>Confronto</i>
Biossido di Azoto NO ₂ (µg/m ³)	7	78,175	44,148	32,606	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Superamento per 3 h consecutive del valore di soglia Media annuale	40	* Non valutabile

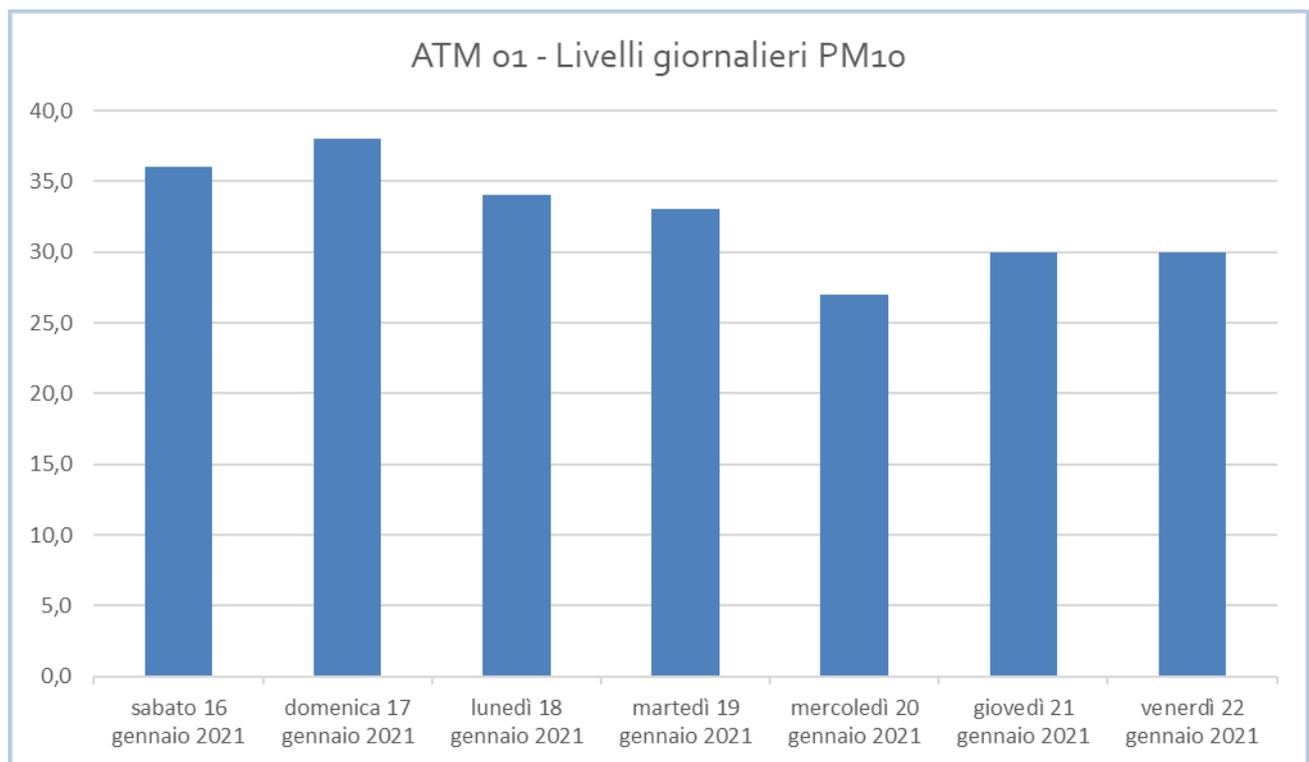
3.4.1 Polveri

Di seguito si riporta la tabella con indicazione dei parametri rilevati e successivamente si riportano le tabelle con indicati i risultati ottenuti durante la campagna di monitoraggio ed il relativo confronto con i limiti normativi. Si riportano anche i grafici riportanti l'andamento giornaliero rilevato.

TIPOLOGIA	PARAMETRI
<i>Polveri (particolato)</i>	PM ₁₀ (Polveri sottili)
	PM _{2,5} (Polveri fini)

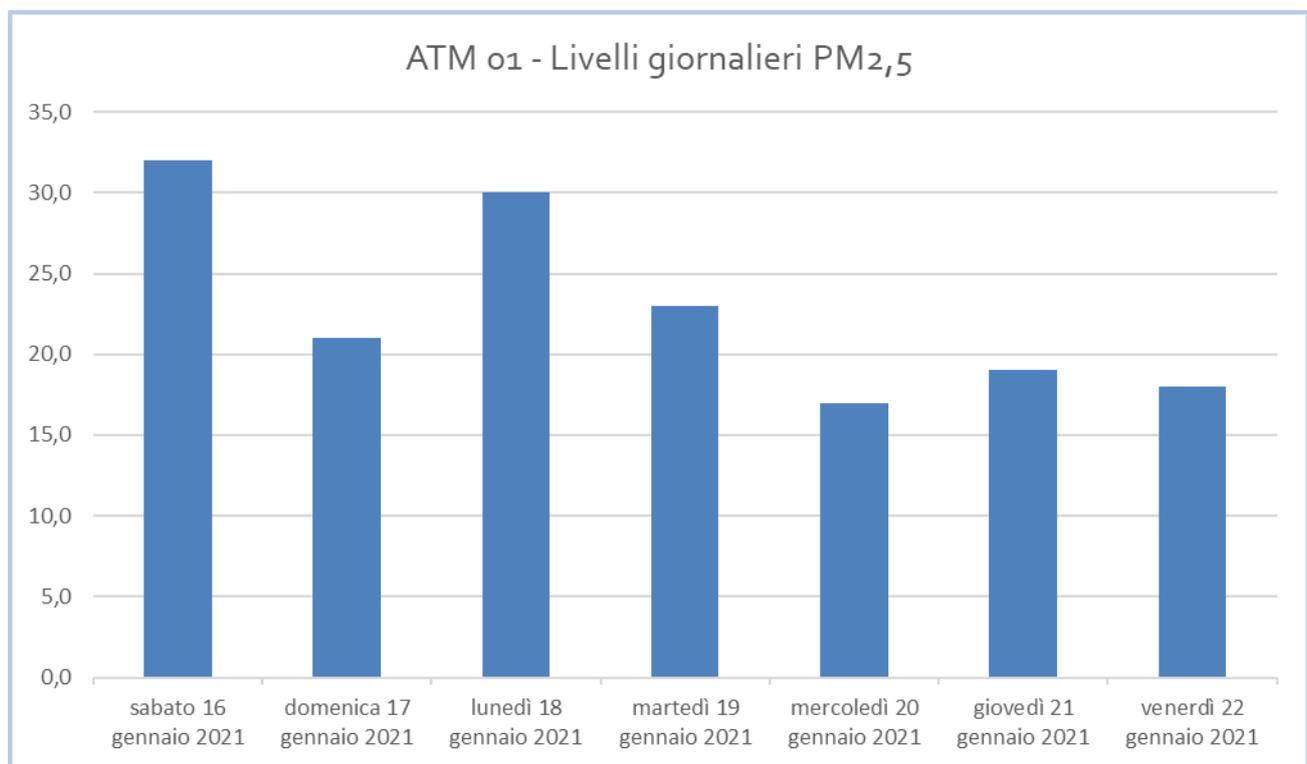
PM₁₀

<i>Postazione</i>	<i>Giorno</i>	<i>Livello Medio Giornaliero PM₁₀ [µg/ m³]</i>	<i>Livello Medio</i>	<i>Livello Max</i>	<i>Livello Limite Giornaliero [µg/ m³]</i>	<i>Confronto</i>
ATM 01	sabato 16 gennaio 2021	36,0	32,6	38,0	50,0	Entro i limiti
	domenica 17 gennaio 2021	38,0			50,0	Entro i limiti
	lunedì 18 gennaio 2021	34,0			50,0	Entro i limiti
	martedì 19 gennaio 2021	33,0			50,0	Entro i limiti
	mercoledì 20 gennaio 2021	27,0			50,0	Entro i limiti
	giovedì 21 gennaio 2021	30,0			50,0	Entro i limiti
	venerdì 22 gennaio 2021	30,0			50,0	Entro i limiti



PM2.5

<i>Postazione</i>	<i>Giorno</i>	<i>Livello Medio Giornaliero PM₁₀ [µg/m³]</i>	<i>Livello Medio</i>	<i>Livello Max</i>	<i>Livello Limite Annuale [µg/m³]</i>	<i>Confronto</i>
ATM 01	sabato 16 gennaio 2021	32,0	22,9	32,0	25	Non Applicabile
	domenica 17 gennaio 2021	21,0				
	lunedì 18 gennaio 2021	30,0				
	martedì 19 gennaio 2021	23,0				
	mercoledì 20 gennaio 2021	17,0				
	giovedì 21 gennaio 2021	19,0				
	venerdì 22 gennaio 2021	18,0				



4 CONCLUSIONI

Il presente report di misura restituisce i risultati acquisiti durante il rilievo di durata settimanale, effettuato presso la postazione di misura denominata ATM 01 sita nel Comune di Carrara, durante la fase di Ante Operam dei lavori di realizzazione del nuovo bacino di carenaggio di Ponente.

I livelli registrati sono stati confrontati con i limiti normativi imposti dal D. Lgs. 13 Agosto 2010, n.155, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" ed ss.mm.ii.

Dal confronto con i limiti si evince, nella fase di Ante Operam, una situazione di piena conformità con i limiti vigenti.

ALLEGATI

Allegato 1 – Rapporti di prova

Rapporto di prova n°: 21LA0005121 del 15/03/2021



21LA0005121

Spett.
TECNOCREO SRL
Viale Colombo 9 bis
54033 Marina di Carrara (MS)

Dati relativi al campione

Data accettazione: 27/01/2021

Campionamento a cura di: **Personale AGROLAB Ambiente S.r.l. - Lazzarini Andrea**

Data inizio prelievo: 15/01/2021 Data fine prelievo: 22/01/2021

Ora inizio prelievo: 12.00 Ora fine prelievo: 13.30

Luogo: **C/O PIAZZALE AUTORITA' PORTUALE**

Punto di prelievo: **Non dichiarato**

Descrizione Campione: **ATM_LAB_15-22/01/2021 - BTEX**

Pressione campionamento (KPa): **101.325**

Data inizio analisi: **09/02/2021** Data fine analisi: **10/02/2021**

Risultati analitici

Parametro <i>Metodo</i>	Linea di campionamento	u.m.	Quantità	u.m.	Concentrazione	Concentrazione limite
B.T.E.X. <i>UNI EN 838:2010</i>	CampDiffusivi	mg	0,011	mg/mc	0,015	
Benzene <i>UNI EN 838:2010</i>	CampDiffusivi	mg	< 0,0020	mg/mc	< 0,0025	
Etilbenzene <i>UNI EN 838:2010</i>	CampDiffusivi	mg	0,0020	mg/mc	0,0029	
m+p xilene <i>UNI EN 838:2010</i>	CampDiffusivi	mg	0,0050	mg/mc	0,0070	
o xilene <i>UNI EN 838:2010</i>	CampDiffusivi	mg	< 0,0020	mg/mc	< 0,0030	
Toluene <i>UNI EN 838:2010</i>	CampDiffusivi	mg	0,0041	mg/mc	0,0055	

Tutte le procedure, i metodi utilizzati per le determinazioni analitiche e le incertezze delle misure sono quelli definiti nei metodi di prova; non sono state effettuate aggiunte, esclusioni e derivazioni rispetto alle specifiche richieste. Con il termine Incertezza si intende incertezza estesa (espressa con livello di fiducia del 95%), fattore di copertura utilizzato K = 2. Ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità e non è utilizzato nei calcoli.

La regola decisionale applicata alle eventuali valutazioni di conformità, in mancanza di richieste diverse da parte del committente o salvo indicazioni di legge o normativa cogente, non considera l'incertezza di misura.

Il laboratorio declina ogni responsabilità circa la validità dei risultati analitici quando il Cliente richiede che un oggetto sia sottoposto a prova pur riconoscendo la presenza di uno scostamento rispetto alle condizioni specificate dal laboratorio.

Linee di campionamento	Descrizione	Data / Ora Inizio	Durata camp. (min)	Flusso di campionamento (l/min)	Temp. campionamento (°C)	Volume camp. (litri)
CampDiffusivi	Campionatore diffusivo	15/01/2021 12.00.00	10170	0	25	--

AGROLAB Ambiente S.r.l. a socio unico
Via Frassina, 21 - Carrara (MS) - 54033
Tel. +39 0585 1693231
PEC: agrolabambiente@messaggipec.it - www.agrolab.it



segue Rapporto di prova n°: **21LA0005121 del 15/03/2021**

Fine del rapporto di prova n° **21LA0005121**
File firmato digitalmente.

Il Direttore Tecnico
Dott. Contarino Rosario
N° 567 A - Ordine Interprovinciale dei
Chimici e dei Fisici di Catania e Ragusa

Rapporto di prova n°: **21LA0005122 del 15/03/2021**



21LA0005122

Spett.
TECNOCREO SRL
Viale Colombo 9 bis
54033 Marina di Carrara (MS)

Dati relativi al campione

Data accettazione: **27/01/2021**

Campionamento a cura di: **Personale AGROLAB Ambiente S.r.l. - Lazzarini Andrea**

Data inizio prelievo: 16/01/2021 Data fine prelievo: 16/01/2021

Ora inizio prelievo: **00.05** Ora fine prelievo: **23.55**

Luogo: **C/O PIAZZALE AUTORITA' PORTUALE**

Punto di prelievo: **Non dichiarato**

Descrizione Campione: **ATM_POL_16/01/2021**

Pressione campionamento (KPa): **101.325**

Data inizio analisi: **27/01/2021** Data fine analisi: **02/02/2021**

Risultati analitici

Parametro <i>Metodo</i>	Linea di campionamento	u.m.	Quantità	u.m.	Concentrazione	Concentrazione limite
PM10 <i>UNI EN 12341:2014</i>	L01_AE-PM10	mg	2,0	µg/mc	36	
PM 2.5 <i>UNI EN 12341:2014</i>	L011_AE-PM2.5	mg	1,8	µg/mc	32	

Tutte le procedure, i metodi utilizzati per le determinazioni analitiche e le incertezze delle misure sono quelli definiti nei metodi di prova; non sono state effettuate aggiunte, esclusioni e derivazioni rispetto alle specifiche richieste. Con il termine Incertezza si intende incertezza estesa (espressa con livello di fiducia del 95%), fattore di copertura utilizzato K = 2. Ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità e non è utilizzato nei calcoli.

La regola decisionale applicata alle eventuali valutazioni di conformità, in mancanza di richieste diverse da parte del committente o salvo indicazioni di legge o normativa cogente, non considera l'incertezza di misura.

Il laboratorio declina ogni responsabilità circa la validità dei risultati analitici quando il Cliente richiede che un oggetto sia sottoposto a prova pur riconoscendo la presenza di uno scostamento rispetto alle condizioni specificate dal laboratorio.

Linee di campionamento	Descrizione	Data / Ora Inizio	Durata camp. (min)	Flusso di campionamento (l/min)	Temp. campionamento (°C)	Volume camp. (litri)
L01_AE-PM10	PM 10	16/01/2021 00.05.00	1430	38,3	25	54769
L011_AE-PM2.5	PM 2.5	16/01/2021 00.05.00	1430	38,3	25	54769

Fine del rapporto di prova n° **21LA0005122**
File firmato digitalmente.

Il Direttore Tecnico
Dott. Contarino Rosario
N° 567 A - Ordine Interprovinciale dei
Chimici e dei Fisici di Catania e Ragusa

Rapporto di prova n°: **21LA0005123 del 15/03/2021**



21LA0005123

Spett.
TECNOCREO SRL
Viale Colombo 9 bis
54033 Marina di Carrara (MS)

Dati relativi al campione

Data accettazione: **27/01/2021**

Campionamento a cura di: **Personale AGROLAB Ambiente S.r.l. - Lazzarini Andrea**

Data inizio prelievo: 17/01/2021 Data fine prelievo: 17/01/2021

Ora inizio prelievo: **00.05** Ora fine prelievo: **23.55**

Luogo: **C/O PIAZZALE AUTORITA' PORTUALE**

Punto di prelievo: **Non dichiarato**

Descrizione Campione: **ATM_POL_17/01/2021**

Pressione campionamento (KPa): **101.325**

Data inizio analisi: **27/01/2021** Data fine analisi: **02/02/2021**

Risultati analitici

Parametro <i>Metodo</i>	Linea di campionamento	u.m.	Quantità	u.m.	Concentrazione	Concentrazione limite
PM10 <i>UNI EN 12341:2014</i>	L01_AE-PM10	mg	2,1	µg/mc	38	
PM 2.5 <i>UNI EN 12341:2014</i>	L011_AE-PM2.5	mg	1,1	µg/mc	21	

Tutte le procedure, i metodi utilizzati per le determinazioni analitiche e le incertezze delle misure sono quelli definiti nei metodi di prova; non sono state effettuate aggiunte, esclusioni e derivazioni rispetto alle specifiche richieste. Con il termine Incertezza si intende incertezza estesa (espressa con livello di fiducia del 95%), fattore di copertura utilizzato K = 2. Ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità e non è utilizzato nei calcoli.

La regola decisionale applicata alle eventuali valutazioni di conformità, in mancanza di richieste diverse da parte del committente o salvo indicazioni di legge o normativa cogente, non considera l'incertezza di misura.

Il laboratorio declina ogni responsabilità circa la validità dei risultati analitici quando il Cliente richiede che un oggetto sia sottoposto a prova pur riconoscendo la presenza di uno scostamento rispetto alle condizioni specificate dal laboratorio.

Linee di campionamento	Descrizione	Data / Ora Inizio	Durata camp. (min)	Flusso di campionamento (l/min)	Temp. campionamento (°C)	Volume camp. (litri)
L01_AE-PM10	PM 10	17/01/2021 00.05.00	1430	38,3	25	54769
L011_AE-PM2.5	PM 2.5	17/01/2021 00.05.00	1430	38,3	25	54769

Fine del rapporto di prova n° **21LA0005123**
File firmato digitalmente.

Il Direttore Tecnico
Dott. Contarino Rosario
N° 567 A - Ordine Interprovinciale dei
Chimici e dei Fisici di Catania e Ragusa

Rapporto di prova n°: **21LA0005124 del 15/03/2021**



21LA0005124

Spett.
TECNOCREO SRL
Viale Colombo 9 bis
54033 Marina di Carrara (MS)

Dati relativi al campione

Data accettazione: **27/01/2021**

Campionamento a cura di: **Personale AGROLAB Ambiente S.r.l. - Lazzarini Andrea**

Data inizio prelievo: 18/01/2021 Data fine prelievo: 18/01/2021

Ora inizio prelievo: **00.05** Ora fine prelievo: **23.55**

Luogo: **C/O PIAZZALE AUTORITA' PORTUALE**

Punto di prelievo: **Non dichiarato**

Descrizione Campione: **ATM_POL_18/01/2021**

Pressione campionamento (KPa): **101.325**

Data inizio analisi: **27/01/2021** Data fine analisi: **02/02/2021**

Risultati analitici

Parametro <i>Metodo</i>	Linea di campionamento	u.m.	Quantità	u.m.	Concentrazione	Concentrazione limite
PM10 <i>UNI EN 12341:2014</i>	L01_AE-PM10	mg	1,9	µg/mc	34	
PM 2.5 <i>UNI EN 12341:2014</i>	L011_AE-PM2.5	mg	1,6	µg/mc	30	

Tutte le procedure, i metodi utilizzati per le determinazioni analitiche e le incertezze delle misure sono quelli definiti nei metodi di prova; non sono state effettuate aggiunte, esclusioni e derivazioni rispetto alle specifiche richieste. Con il termine Incertezza si intende incertezza estesa (espressa con livello di fiducia del 95%), fattore di copertura utilizzato K = 2. Ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità e non è utilizzato nei calcoli.

La regola decisionale applicata alle eventuali valutazioni di conformità, in mancanza di richieste diverse da parte del committente o salvo indicazioni di legge o normativa cogente, non considera l'incertezza di misura.

Il laboratorio declina ogni responsabilità circa la validità dei risultati analitici quando il Cliente richiede che un oggetto sia sottoposto a prova pur riconoscendo la presenza di uno scostamento rispetto alle condizioni specificate dal laboratorio.

Linee di campionamento	Descrizione	Data / Ora Inizio	Durata camp. (min)	Flusso di campionamento (l/min)	Temp. campionamento (°C)	Volume camp. (litri)
L01_AE-PM10	PM 10	18/01/2021 00.05.00	1430	38,3	25	54769
L011_AE-PM2.5	PM 2.5	18/01/2021 00.05.00	1430	38,3	25	54769

Fine del rapporto di prova n° **21LA0005124**
File firmato digitalmente.

Il Direttore Tecnico
Dott. Contarino Rosario
N° 567 A - Ordine Interprovinciale dei
Chimici e dei Fisici di Catania e Ragusa

Rapporto di prova n°: **21LA0005125 del 15/03/2021**



21LA0005125

Spett.
TECNOCREO SRL
Viale Colombo 9 bis
54033 Marina di Carrara (MS)

Dati relativi al campione

Data accettazione: **27/01/2021**

Campionamento a cura di: **Personale AGROLAB Ambiente S.r.l. - Lazzarini Andrea**

Data inizio prelievo: 19/01/2021 Data fine prelievo: 19/01/2021

Ora inizio prelievo: **00.05** Ora fine prelievo: **23.55**

Luogo: **C/O PIAZZALE AUTORITA' PORTUALE**

Punto di prelievo: **Non dichiarato**

Descrizione Campione: **ATM_POL_19/01/2021**

Pressione campionamento (KPa): **101.325**

Data inizio analisi: **27/01/2021** Data fine analisi: **02/02/2021**

Risultati analitici

Parametro <i>Metodo</i>	Linea di campionamento	u.m.	Quantità	u.m.	Concentrazione	Concentrazione limite
PM10 <i>UNI EN 12341:2014</i>	L01_AE-PM10	mg	1,8	µg/mc	33	
PM 2.5 <i>UNI EN 12341:2014</i>	L011_AE-PM2.5	mg	1,2	µg/mc	23	

Tutte le procedure, i metodi utilizzati per le determinazioni analitiche e le incertezze delle misure sono quelli definiti nei metodi di prova; non sono state effettuate aggiunte, esclusioni e derivazioni rispetto alle specifiche richieste. Con il termine Incertezza si intende incertezza estesa (espressa con livello di fiducia del 95%), fattore di copertura utilizzato K = 2. Ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità e non è utilizzato nei calcoli.

La regola decisionale applicata alle eventuali valutazioni di conformità, in mancanza di richieste diverse da parte del committente o salvo indicazioni di legge o normativa cogente, non considera l'incertezza di misura.

Il laboratorio declina ogni responsabilità circa la validità dei risultati analitici quando il Cliente richiede che un oggetto sia sottoposto a prova pur riconoscendo la presenza di uno scostamento rispetto alle condizioni specificate dal laboratorio.

Linee di campionamento	Descrizione	Data / Ora Inizio	Durata camp. (min)	Flusso di campionamento (l/min)	Temp. campionamento (°C)	Volume camp. (litri)
L01_AE-PM10	PM 10	19/01/2021 00.05.00	1430	38,3	25	54769
L011_AE-PM2.5	PM 2.5	19/01/2021 00.05.00	1430	38,3	25	54769

Fine del rapporto di prova n° **21LA0005125**
File firmato digitalmente.

Il Direttore Tecnico
Dott. Contarino Rosario
N° 567 A - Ordine Interprovinciale dei
Chimici e dei Fisici di Catania e Ragusa

Rapporto di prova n°: **21LA0005126 del 15/03/2021**



21LA0005126

Spett.
TECNOCREO SRL
Viale Colombo 9 bis
54033 Marina di Carrara (MS)

Dati relativi al campione

Data accettazione: **27/01/2021**

Campionamento a cura di: **Personale AGROLAB Ambiente S.r.l. - Lazzarini Andrea**

Data inizio prelievo: 20/01/2021 Data fine prelievo: 20/01/2021

Ora inizio prelievo: **00.05** Ora fine prelievo: **23.55**

Luogo: **C/O PIAZZALE AUTORITA' PORTUALE**

Punto di prelievo: **Non dichiarato**

Descrizione Campione: **ATM_POL_20/01/2021**

Pressione campionamento (KPa): **101.325**

Data inizio analisi: **27/01/2021** Data fine analisi: **02/02/2021**

Risultati analitici

Parametro <i>Metodo</i>	Linea di campionamento	u.m.	Quantità	u.m.	Concentrazione	Concentrazione limite
PM10 <i>UNI EN 12341:2014</i>	L01_AE-PM10	mg	1,5	µg/mc	27	
PM 2.5 <i>UNI EN 12341:2014</i>	L011_AE-PM2.5	mg	0,95	µg/mc	17	

Tutte le procedure, i metodi utilizzati per le determinazioni analitiche e le incertezze delle misure sono quelli definiti nei metodi di prova; non sono state effettuate aggiunte, esclusioni e derivazioni rispetto alle specifiche richieste. Con il termine Incertezza si intende incertezza estesa (espressa con livello di fiducia del 95%), fattore di copertura utilizzato $K = 2$. Ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità e non è utilizzato nei calcoli.

La regola decisionale applicata alle eventuali valutazioni di conformità, in mancanza di richieste diverse da parte del committente o salvo indicazioni di legge o normativa cogente, non considera l'incertezza di misura.

Il laboratorio declina ogni responsabilità circa la validità dei risultati analitici quando il Cliente richiede che un oggetto sia sottoposto a prova pur riconoscendo la presenza di uno scostamento rispetto alle condizioni specificate dal laboratorio.

Linee di campionamento	Descrizione	Data / Ora Inizio	Durata camp. (min)	Flusso di campionamento (l/min)	Temp. campionamento (°C)	Volume camp. (litri)
L01_AE-PM10	PM 10	20/01/2021 00.05.00	1430	38,3	25	54769
L011_AE-PM2.5	PM 2.5	20/01/2021 00.05.00	1430	38,3	25	54769

Fine del rapporto di prova n° **21LA0005126**
File firmato digitalmente.

Il Direttore Tecnico
Dott. Contarino Rosario
N° 567 A - Ordine Interprovinciale dei
Chimici e dei Fisici di Catania e Ragusa

Rapporto di prova n°: **21LA0005127 del 15/03/2021**



21LA0005127

Spett.
TECNOCREO SRL
Viale Colombo 9 bis
54033 Marina di Carrara (MS)

Dati relativi al campione

Data accettazione: **27/01/2021**

Campionamento a cura di: **Personale AGROLAB Ambiente S.r.l. - Lazzarini Andrea**

Data inizio prelievo: 21/01/2021 Data fine prelievo: 21/01/2021

Ora inizio prelievo: **00.05** Ora fine prelievo: **23.55**

Luogo: **C/O PIAZZALE AUTORITA' PORTUALE**

Punto di prelievo: **Non dichiarato**

Descrizione Campione: **ATM_POL_21/01/2021**

Pressione campionamento (KPa): **101.325**

Data inizio analisi: **27/01/2021** Data fine analisi: **02/02/2021**

Risultati analitici

Parametro <i>Metodo</i>	Linea di campionamento	u.m.	Quantità	u.m.	Concentrazione	Concentrazione limite
PM10 <i>UNI EN 12341:2014</i>	L01_AE-PM10	mg	1,7	µg/mc	30	
PM 2.5 <i>UNI EN 12341:2014</i>	L011_AE-PM2.5	mg	1,0	µg/mc	19	

Tutte le procedure, i metodi utilizzati per le determinazioni analitiche e le incertezze delle misure sono quelli definiti nei metodi di prova; non sono state effettuate aggiunte, esclusioni e derivazioni rispetto alle specifiche richieste. Con il termine Incertezza si intende incertezza estesa (espressa con livello di fiducia del 95%), fattore di copertura utilizzato K = 2. Ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità e non è utilizzato nei calcoli.

La regola decisionale applicata alle eventuali valutazioni di conformità, in mancanza di richieste diverse da parte del committente o salvo indicazioni di legge o normativa cogente, non considera l'incertezza di misura.

Il laboratorio declina ogni responsabilità circa la validità dei risultati analitici quando il Cliente richiede che un oggetto sia sottoposto a prova pur riconoscendo la presenza di uno scostamento rispetto alle condizioni specificate dal laboratorio.

Linee di campionamento	Descrizione	Data / Ora Inizio	Durata camp. (min)	Flusso di campionamento (l/min)	Temp. campionamento (°C)	Volume camp. (litri)
L01_AE-PM10	PM 10	21/01/2021 00.05.00	1430	38,3	25	54769
L011_AE-PM2.5	PM 2.5	21/01/2021 00.05.00	1430	38,3	25	54769

Fine del rapporto di prova n° **21LA0005127**
File firmato digitalmente.

Il Direttore Tecnico
Dott. Contarino Rosario
N° 567 A - Ordine Interprovinciale dei
Chimici e dei Fisici di Catania e Ragusa

Rapporto di prova n°: **21LA0005128 del 15/03/2021**



21LA0005128

Spett.
TECNOCREO SRL
Viale Colombo 9 bis
54033 Marina di Carrara (MS)

Dati relativi al campione

Data accettazione: **27/01/2021**

Campionamento a cura di: **Personale AGROLAB Ambiente S.r.l. - Lazzarini Andrea**

Data inizio prelievo: 22/01/2021 Data fine prelievo: 22/01/2021

Ora inizio prelievo: **00.05** Ora fine prelievo: **23.55**

Luogo: **C/O PIAZZALE AUTORITA' PORTUALE**

Punto di prelievo: **Non dichiarato**

Descrizione Campione: **ATM_POL_22/01/2021**

Pressione campionamento (KPa): **101.325**

Data inizio analisi: **27/01/2021** Data fine analisi: **02/02/2021**

Risultati analitici

Parametro <i>Metodo</i>	Linea di campionamento	u.m.	Quantità	u.m.	Concentrazione	Concentrazione limite
PM10 <i>UNI EN 12341:2014</i>	L01_AE-PM10	mg	1,7	µg/mc	30	
PM 2.5 <i>UNI EN 12341:2014</i>	L011_AE-PM2.5	mg	0,96	µg/mc	18	

Tutte le procedure, i metodi utilizzati per le determinazioni analitiche e le incertezze delle misure sono quelli definiti nei metodi di prova; non sono state effettuate aggiunte, esclusioni e derivazioni rispetto alle specifiche richieste. Con il termine Incertezza si intende incertezza estesa (espressa con livello di fiducia del 95%), fattore di copertura utilizzato K = 2. Ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità e non è utilizzato nei calcoli.

La regola decisionale applicata alle eventuali valutazioni di conformità, in mancanza di richieste diverse da parte del committente o salvo indicazioni di legge o normativa cogente, non considera l'incertezza di misura.

Il laboratorio declina ogni responsabilità circa la validità dei risultati analitici quando il Cliente richiede che un oggetto sia sottoposto a prova pur riconoscendo la presenza di uno scostamento rispetto alle condizioni specificate dal laboratorio.

Linee di campionamento	Descrizione	Data / Ora Inizio	Durata camp. (min)	Flusso di campionamento (l/min)	Temp. campionamento (°C)	Volume camp. (litri)
L01_AE-PM10	PM 10	22/01/2021 00.05.00	1430	38,3	25	54769
L011_AE-PM2.5	PM 2.5	22/01/2021 00.05.00	1430	38,3	25	54769

Fine del rapporto di prova n° **21LA0005128**
File firmato digitalmente.

Il Direttore Tecnico
Dott. Contarino Rosario
N° 567 A - Ordine Interprovinciale dei
Chimici e dei Fisici di Catania e Ragusa

Allegato 2 – Certificati Strumentazione

2. SPECIFICATIONS, APPROVALS AND WARRANTY

2.1. SPECIFICATIONS

Table 2-1: M200E Basic Unit Specifications

Min/Max Range (Physical Analog Output)	Min: 0-50 ppb of Full Scale Max: 0-20,000 ppb of Full Scale
Measurement Units	ppb, ppm, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mg/m^3 (user selectable, independent NO, NO ₂ , NO _x ranges and auto ranges supported)
Zero Noise ¹	≤ 0.2 ppb (RMS)
Span Noise ¹	≤ 0.5% of reading above 50 ppb or 0.2 ppb, whichever is greater
Lower Detectable Limit ²	0.4 ppb
Zero Drift (24 hours)	≤ 0.5 ppb (at constant temperature and voltage.)
Zero Drift (7 days)	≤ 1 ppb (at constant temperature and voltage.)
Span Drift (7 Days)	≤ 0.5% of Full Scale (at constant temperature and voltage.)
Linearity	1% of Full Scale
Precision	0.5% of reading
Lag Time ¹	20 seconds
Rise/Fall Time ¹	95% in <60 s
Sample Flow Rate	500 cm ³ /min ± 10%
Temperature Range	5 - 40 °C operating with EPA equivalency
Humidity Range	0-95% RH non-condensing
Dimensions H x W x D	7" x 17" x 23.5" (178mm x 432 mm x 597 mm)
Weight, Analyzer	18 kg (40 lbs)
Weight, Ext Pump Pack	7 kg (15 lbs)
AC Power	100V 50/60Hz (3.25A), 115V 60Hz (3.0A), 220 – 240 V 50/60 Hz (2.5A)
Power, Ext Pump	100 V, 50/60 Hz (3.25A); 115 V, 60 Hz (3.0 A); 220 - 240 V, 50/60 Hz (2.5 A)
Analog Outputs	Four (4) Outputs
Analog Output Ranges	All Outputs: 100 mV, 1 V, 5 V, 10 V Two concentration outputs convertible to 4-20 mA isolated current loop All Ranges with 5% Under/Over Range
Analog Output Resolution	1 part in 4096 of selected full-scale voltage
Status Outputs	8 Status outputs from opto-isolators, 7 defined, 1 spare
Control Inputs	6 Control Inputs, 4 defined, 2 spare
Serial I/O	COM1: RS-232; COM2: RS-232 or RS-485 (Ethernet and ModBus [®] interface available) Baud Rate : 300 – 115,200
Environmental Conditions	Installation Category (Over voltage Category) II Pollution Degree 2
Certifications	US EPA: Reference Method Number RFNA 1194-099 CE: EN61326 (1997 w/A1: 98) Class A, FCC Part 15 Subpart B Section 15.107 Class A, ICES-003 Class A (ANSI C63.4 1992) & AS/NZS 3548 (w/A1 & A2; 97) Class A.
¹ As defined by the US EPA.	
² Defined as twice the zero noise level by the US EPA.	

2.2. EPA EQUIVALENCY DESIGNATION

Teledyne API's M200E nitrogen oxides analyzer is designated as Equivalent Method Number EQOA-0992-087 as defined in 40 CFR Part 53, when operated under the following conditions:

- Range: Any full-scale range between 0-0.05 and 0-1.0 ppm (parts per million).
- Ambient temperature range of 5 to 40°C.
- Line voltage range of 105 – 125 VAC or 200 – 240 VAC, 50/60 Hz.
- With 1-micron PTFE filter element installed in the internal filter assembly.
- Sample flow of 500 ± 50 cc³/min at sea level.
- Equipped with ozone supply air filter
- Gas flow supplied by External vacuum pump capable of 10 in-Hg-A at 2 standard liters per minute (slpm) or better.
- Following Software Setting:

Table 2-2: Software Settings for EPA Equivalence

Dynamic Zero	OFF
Dynamic Span	OFF
CAL-on-NO ₂	OFF
Dilution Factor	1.0
Temp/Pres compensation	ON
AutoCal	ON or OFF
Independent range	ON or OFF
Auto range	ON or OFF
Converter efficiency	Acceptable values of 0.96 to 1.02

Under the designation, the Analyzer may be operated with or without the following options:

- Rack mount with or without slides.
- Rack mount for external pump.
- 4-20mA isolated analog outputs.
- Status outputs.
- Control inputs.
- RS-232 output.
- Ethernet communications option
- Nafion-type permeation sample gas conditioner
- Zero/Span Valves option.
- Internal Zero/Span (IZS) option with:
 - NO₂ permeation tube - 0.4 ppm at 0.7 liter per minute; certified/uncertified.
 - NO₂ permeation tube - 0.8 ppm at 0.7 liter per minute; certified/uncertified.

NOTE

Under the designation, the IZS option cannot be used as the source of calibration.

2.3. CE MARK COMPLIANCE

EMISSIONS COMPLIANCE

The Teledyne API M200E nitrogen oxides analyzer was tested and found to be fully compliant with:

EN61326 (1997 w/A1: 98) Class A, FCC Part 15 Subpart B Section 15.107 Class A, ICES-003 Class A (ANSI C63.4 1992) & AS/NZS 3548 (w/A1 & A2; 97) Class A.

Tested on January 02-06, 2003 at CKC Laboratories, Inc., Report Number CE03-005.

SAFETY COMPLIANCE

The Teledyne API M200E nitrogen oxides analyzer was tested and found to be fully compliant with:

IEC 61010-1:90 + A1:92 + A2:95,

Tested on January 20-27, 2003 at CKC Laboratories, Inc., Report Number CE03-001.

2. SPECIFICATIONS, APPROVALS AND WARRANTY

2.1. SPECIFICATIONS

Table 2-1: M 300E/300EM Basic Unit Specifications

Ranges	M300E: Min: 0-1 ppm; Max: 0-1000 ppm of Full Scale (User selectable) M300EM: Min: 0-5 ppm; Max: 0-5000 ppm of Full Scale (User selectable)
Measurement Units	M300E: ppb, ppm, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mg/m^3 (user selectable) M300EM: ppm, mg/m^3 (user selectable)
Zero Noise	M300E: < 0.02 ppm RMS ¹ ; M300EM: ≤ 0.1 ppm RMS ¹
Span Noise	M300E: < 0.5% of rdg RMS over 5ppm ^{1,3} ; M300EM: > 0.5% of rdg RMS over 20ppm
Lower Detectable Limit	M300E: < 0.04 ppm ¹ ; M300EM: 0.2 ppm
Zero Drift (24 hours)	M300E: < 0.1 ppm ² ; M300EM: < 0.5 ppm
Zero Drift (7 days)	M300E: < 0.2 ppm ² ; M300EM: < 1.0ppm
Span Drift (24 hours)	< 0.5% of reading ^{2,4}
Span Drift (7 days)	< 1% of reading ^{2,4}
Linearity	M300E: Better than 1% Full Scale ⁵ ; M300EM: 0 - 3000 ppm: 1% full scale; 3000 - 5000 ppm: 2% full scale
Precision	M300E: 0.5% reading ^{1,5} ; M300EM: 1.0% reading
Lag Time	10 sec ¹
Rise/Fall Time	< 60 sec to 95% ¹
Sample Flow Rate	800 cm ³ /min. $\pm 10\%$ O ₂ Sensor option adds 120 cm ³ /min to total flow though when installed
Temperature Range	5 - 40°C operating, 10 - 40°C EPA Equivalency
Humidity Range	0-95% RH, Non-Condensing
Temp Coefficient	< 0.05 % per °C (minimum 50 ppb/°C)
Voltage Coefficient	< 0.05 % per V
Dimensions (HxWxD)	7" x 17" x 23.5" (178 mm x 432 mm x 597 mm)
Weight	50 lb (22.7 kg)
AC Power	100V 50/60 Hz (3.25A), 115 V 60 Hz (3.0A), 220 – 240 V 50/60 Hz (2.5A)
Environmental Conditions	Installation Category (Over voltage Category) II Pollution Degree 2
Analog Outputs	4 user configurable outputs
Analog Output Ranges	M300E: All Outputs: 0.1V, 1V, 5V or 10V; M300EM: All Outputs: 100mV, 1V, 5V or 10V Three outputs convertible to 4-20 mA isolated current loop. All Ranges with 5% under/over-range
Analog Output Resolution	1 part in 4096 of selected full-scale voltage
Status Outputs	8 Status outputs from opto-isolators
Control Inputs	6 Control Inputs, 2 defined, 4 spare
Serial I/O	One (1) RS-232; One (1) RS-485 (2 connectors in parallel) Baud Rate : 300 - 115200
Alarm outputs (M300EM only)	2 opto-isolated alarms outputs with user settable alarm limits
Certifications	USEPA: Reference Method Number EQOA-0992-087 CE: EN61010-1:90 + A1:92 + A2:95, EN61326 - Class A
¹ As defined by the USEPA ² At constant temperature and voltage ³ Or 0.2 ppm, whichever is greater ⁴ Or 0.1 ppm, whichever is greater ⁵ Above 10 ppm range, otherwise 0.2 ppm for lower ranges	

2.2. EPA EQUIVALENCY DESIGNATION

Teledyne API's M300E Carbon Monoxide Analyzer is designated as Reference Method Number EQOA-0992-087 as defined in 40 CFR Part 53, when operated under the following conditions:

- Range: Any range from 10 ppm to 50 ppm.
- Ambient temperature range of 10 to 40°C.
- Line voltage range of 90 – 127 and 200 – 230 VAC, 50/60 Hz.
- Sample filter: Equipped with PTFE filter element in the internal filter assembly.
- Sample flow of $800 \pm 80 \text{ cm}^3/\text{min}$ at sea level.
- Internal sample pump.
- Software settings:

Dilution factor	1.0
AutoCal	ON or OFF
Dynamic Zero	ON or OFF
Dynamic Span	OFF
Dual range	ON or OFF
Auto range	ON or OFF
Temp/Pres compensation	ON

Under the designation, the analyzer may be operated with or without the following options:

- Rack mount with slides.
- Rack mount without slides, ears only.
- Zero/span valve options.
 - Option 50A – Sample/Cal valves, or;
 - Option 50B – Sample/Cal valves with span shutoff & flow control.
- Internal zero/span (IZS) option with either:
 - Option 51A – Sample/Cal valves, or;
 - Option 51C – Sample/Cal valves with span shutoff & flow control.
- Status outputs.
- Control inputs.
- RS-232 output.
- Ethernet output.
- 4-20mA, isolated output.



FAI Instruments s.r.l.
Via Aurora, 15
00013 Fonte Nuova (Roma)

Tel. (+39) 06 9050248
Tel. (+39) 06 90532398
Fax (+39) 06 90539008
E-mail info@fai-instruments.it
Sito www.fai-instruments.it

Iscrizione REA 1005936
Data iscr. Reg. Imp. 19/4/02
Partita IVA 07023701001
Cod. Fisc. 07023701001
Capitale sociale € 16000

CAMPIONATORE-MISURATORE BICANALE DELLE FRAZIONI PM10 E PM2,5 DEL MATERIALE PARTICOLATO SOSPESO

SWAM 5a Dual Channel Monitor

SCHEDA TECNICA



SOMMARIO

1.	CARATTERISTICHE GENERALI.....	1
2.	DESCRIZIONE DELLO STRUMENTO.....	4
2.1	SISTEMA DI CAMPIONAMENTO	4
2.1.1	SCHEMATIZZAZIONE DEL CIRCUITO PNEUMATICO	4
2.1.2	TESTE DI PRELIEVO.....	5
2.1.3	LINEE DI PRELIEVO	6
2.1.4	SISTEMA DI REGOLAZIONE DELLA PORTATA OPERATIVA	6
2.1.5	SISTEMA DI CONTROLLO DEL CIRCUITO PNEUMATICO.....	7
2.1.6	UNITÀ POMPA	7
2.2	SISTEMA DI CARICO, MOVIMENTAZIONE, SCARICO FILTRI	8
2.3	SISTEMA DI MISURA DI MASSA	9
2.4	UNITÀ COMPRESSORE	9
2.5	MECCANICA DI SEQUENZIALIZZAZIONE	9
2.6	ELETTRONICA E SOFTWARE DI GESTIONE.....	10
2.7	INTERFACCE.....	10
2.7.1	INTERFACCIA OPERATORE LOCALE	10
2.7.2	INTERFACCE SERIALI	11
2.7.3	USCITA DATI IN FORMA ANALOGICA.....	11
3.	MODALITA' DI FUNZIONAMENTO	12
3.1	FASE DI CAMPIONAMENTO	13
3.1.1	PRELIEVO ED ACCUMULO DEI CAMPIONI SUI MEZZI FILTRANTI.....	13
3.1.2	CONTROLLO E REGOLAZIONE DELLA PORTATA OPERATIVA	14
3.2	FASE DI MISURA DI MASSA.....	15
4.	CARATTERISTICHE OPERATIVE.....	19
4.1	GESTIONE DEI FILTRI.....	19
4.2	TIPOLOGIA DI MEMBRANE FILTRANTI.....	19
4.3	SELEZIONE DEL PORTAFILTRO.....	20
4.4	AUTONOMIA	20
4.5	GESTIONE DELLO STRUMENTO IN ASSENZA DI ALIMENTAZIONE DI RETE	21
4.6	IMPOSTAZIONE DEI PARAMETRI DI CAMPIONAMENTO E MISURA.....	21
5.	CONTROLLI DI QUALITA'.....	22
5.1	CONTROLLI AUTOMATICI	22
5.1.1	CONTROLLI SUL CIRCUITO PNEUMATICO DI CAMPIONAMENTO.....	22
5.1.2	CONTROLLI SULLA MISURA DI MASSA	24
5.1.3	VERIFICA AUTOMATICA DELLA CALIBRAZIONE DEL SISTEMA DI MISURA DI MASSA	24
5.1.4	CONTROLLI SUL COMPORTAMENTO STRUMENTALE	26
5.2	VERIFICHE MANUALI	26
5.2.1	VERIFICHE SUL CIRCUITO PNEUMATICO DI CAMPIONAMENTO	26
5.2.2	VERIFICA DEI SERVOMECCANISMI	27
6.	WARNING E ALARM	28
6.1	WARNING.....	28
6.2	ALARM	30
7.	TRACCIABILITA' DELLE MISURE.....	32
7.1	INFORMAZIONI DISPONIBILI DURANTE IL CAMPIONAMENTO	32
7.2	INFORMAZIONI CONTENUTE NEL BUFFER DATA	34
8.	SPECIFICHE TECNICHE	36
9.	CONFORMITA' A NORME PER LA MARCATURA CE	37
10.	SISTEMA DI MONITORAGGIO INTEGRATO.....	37
11.	RISULTATI DELLE PROVE PER LA DIMOSTRAZIONE DI EQUIVALENZA.....	38

1. CARATTERISTICHE GENERALI

Il campionatore-misuratore di PM10 e PM2,5 SWAM 5a Dual Channel Monitor, di produzione FAI Instruments, è un sistema automatico integrato di:

- campionamento sequenziale di materiale particellare in sospensione in atmosfera su singole membrane filtranti diametro 47 mm;
- misura di massa del particolato depositato sul mezzo filtrante attraverso la metodologia dell'assorbimento di radiazioni beta a bassa energia.



In dettaglio, lo strumento è costituito da:

- Due linee di prelievo indipendenti, ad impatto verticale ed adeguatamente coibentate, ciascuna dotata di specifica testa di prelievo:
 - una linea è dotata di testa di prelievo per taglio PM10 modello LVS-PM10, di produzione FAI Instruments, portata nominale di 2,3 m³/h;
 - l'altra linea è dotata di testa di prelievo per taglio PM2,5 modello LVS-PM2.5, di produzione FAI Instruments, portata nominale di 2,3 m³/h.
- Una unità di campionamento e misura in cui sono alloggiati:
 - il sistema di movimentazione e posizionamento delle membrane filtranti;
 - il sistema di misura della massa del campione depositato sulle membrane;
 - il sistema di regolazione della portata operativa, uno per ciascuna linea di prelievo;
 - il sistema di controllo del circuito pneumatico, uno per ciascuna linea di prelievo;
 - l'elettronica di gestione dell'intero strumento.

Sulla parte superiore esterna dell'unità di campionamento e misura, sono posizionati:

- il contenitore di carico filtri "vergini";
- il contenitore di scarico filtri "campionati".
- Due unità pompa, una per ciascuna linea di prelievo.
- Una unità compressore per generazione aria di servizio.



CAMPIONATORE-MISURATORE BICANALE DELLE FRAZIONI PM10 E PM2,5 DEL MATERIALE
PARTICOLATO SOSPESO

SCHEDA TECNICA

SWAM 5a Dual Channel Monitor

Lo strumento è, inoltre, fornito completo di:

- Due membrane di riferimento per il controllo automatico e/o manuale della calibrazione del sistema di misura di massa.
- Accessori per controlli manuali della tenuta del circuito pneumatico: portafiltro cieco, filtro completo (della stessa tipologia di quelli utilizzati per i campionamenti) e tappo per la chiusura della linea di prelievo.
- Accessori per la calibrazione manuale e/o la verifica manuale della calibrazione del sistema di misura della portata: adattatori per misuratore di portata.

Il campionatore-misuratore di PM10 e PM2,5 SWAM 5a Dual Channel Monitor è conforme alle disposizioni legislative ed alle norme tecniche vigenti in materia di monitoraggio della qualità dell'aria ed in particolare:

- E' equivalente:
 - Per il campionamento e la misurazione del PM10, al metodo di riferimento specificato nell'allegato VI, sezione A, punto 4 del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, vale a dire al metodo descritto nella norma UNI EN 12341:1999 "Qualità dell'aria – Determinazione del particolato in sospensione PM10. Metodo di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l'equivalenza dei metodi di misurazione al metodo di riferimento".
La norma costituisce il recepimento, in lingua italiana, della norma europea EN 12341 (edizione novembre 1998), che assume così lo status di norma nazionale italiana.
 - Per il campionamento e la misurazione del PM2,5, al metodo di riferimento specificato nell'allegato VI, sezione A, punto 5 del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, vale a dire al metodo descritto nella norma UNI EN 14907:2005 "Qualità dell'aria ambiente – Metodo normalizzato di misurazione gravimetrico per la determinazione della frazione massica PM2,5 del particolato in sospensione".
La norma costituisce il recepimento, in lingua inglese, della norma europea EN 14907 (edizione settembre 2005), che assume così lo status di norma nazionale italiana.

Le prove sperimentali per la dimostrazione di equivalenza sono state effettuate dal TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH - Laboratorio accreditato secondo le procedure stabilite dalla norma EN ISO/IEC 17025 per l'esecuzione delle prove di idoneità di sistemi di misura per il monitoraggio in continuo di immissioni ed emissioni – in conformità ai principi, alle metodologie ed alle procedure di prova stabiliti:

- dalla norma EN 12341:1998,
- dalla norma EN 14907:2005,
- dalle "Linee guida per la dimostrazione di equivalenza dei metodi di monitoraggio dell'aria ambiente" pubblicate dalla Commissione europea (edizione novembre 2005) ed, in dettaglio, nel capitolo 9 "Programma di test 3 – Metodi per il materiale particolato".

Le prove condotte ed i corrispondenti risultati, che certificano l'equivalenza del campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM10 ed al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM2,5 specificati nell'Allegato VI del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, sono illustrati nel *Report TÜV 936/21207522/A del 23 marzo 2009*.

Le prove per la dimostrazione di equivalenza sono state eseguite su strumenti operanti alla portata volumetrica di 2,3 m³/h e dotati di testa di prelievo PM10 conforme alla norma EN 12341 e di testa di prelievo PM2,5 conforme alla norma EN 14907.

- E' approvato dall'UBA [Umweltbundesamt - Agenzia Federale dell'Ambiente, Ente designato come Laboratorio Nazionale di Riferimento / Ente Certificatore in Germania per gli strumenti di misura degli inquinanti atmosferici in aria ambiente] quale strumento idoneo per la determinazione in continuo ed in parallelo delle frazioni PM10 e PM2,5 del materiale particolato sospeso in aria ambiente.

Notifica di idoneità pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Federale di Germania del 25 agosto 2009, Numero 125, Pagina 2934.

- E' certificato dal SIRA Certification Service - Ente incaricato dall'Agenzia per l'Ambiente del Regno Unito per la certificazione degli strumenti di misura degli inquinanti atmosferici in aria ambiente secondo lo schema MCERTS (UK Monitoring Certification Scheme) - conforme agli standard prestazionali MCERTS per i sistemi di monitoraggio in continuo della qualità dell'aria, Versione 6 (dicembre 2008), relativamente alla misura del PM10 e del PM2,5.

Certificato numero: Sira MC090148/02 del 2 febbraio 2010.

- Nella funzione campionatore sequenziale, è certificato dal TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH conforme ai requisiti ed alle caratteristiche di prestazione:
 - per un campionatore standard di PM10 secondo la norma EN 12341:1998;
 - per un campionatore standard di PM2,5 secondo la norma EN 14907:2005.

Le prove eseguite dal TÜV secondo le procedure stabilite dalla norma EN 12341:1998, dalla norma EN 14907:2005 e dalle sopra citate "Linee guida per la dimostrazione di equivalenza dei metodi di monitoraggio dell'aria ambiente" ed i corrispondenti risultati, che ne dimostrano la rispondenza alle sopracitate norme, sono illustrati nel *Report TÜV n° 936/21211111/A del 11 maggio 2010.*

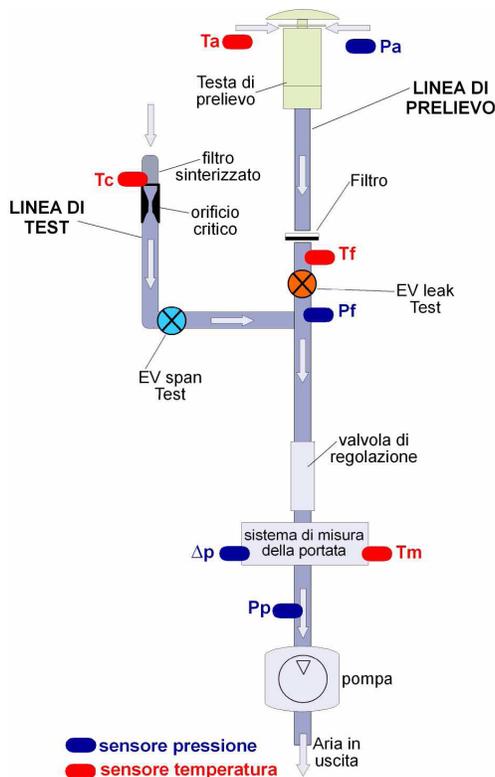
Nella funzione campionatore di PM10, pertanto, lo SWAM 5a Dual Channel Monitor:

- è idoneo all'applicazione del metodo di riferimento per il campionamento del piombo specificato nell'Allegato VI, sezione A, punto 3 del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, vale a dire del metodo descritto nella norma UNI EN 12341:1999;
- soddisfa le specifiche richieste per le apparecchiature di campionamento previste dal metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione dell'arsenico, del cadmio e del nichel nell'aria ambiente specificato nell'allegato VI, sezione A, punto 9 del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, vale a dire dalla norma UNI EN 14902:2005;
- soddisfa le specifiche richieste per le apparecchiature di campionamento previste dal metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del benzo(a)pirene nell'aria ambiente specificato nell'allegato VI, sezione A, punto 10 del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, vale a dire dalla norma UNI EN 15549:2008.

2. DESCRIZIONE DELLO STRUMENTO

2.1 *Sistema di campionamento*

2.1.1 Schematizzazione del circuito pneumatico



SCHEMATIZZAZIONE DEL CIRCUITO PNEUMATICO (RIFERITA AD UNA SOLA LINEA DI PRELIEVO)

dove:

Pa: pressione atmosferica

Ta: temperatura dell'aria esterna

Tf: temperatura in prossimità della membrana filtrante

Pf: pressione a valle della membrana filtrante

ΔP : caduta di pressione sull'orificio del sistema di misura della portata

Tm: temperatura nella zona di misura della portata

Pp: pressione della pompa

Tc: temperatura dell'aria all'ingresso dell'orificio della linea di test

2.1.2 Teste di prelievo

Il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor è in grado di operare con teste di prelievo dotate di differenti frazionatori granulometrici - PST, PM10, PM2,5 e PM1 -, purché aventi portata nominale compresa tra 0,8 e 2,5 m³/h.

Nella applicazione in oggetto, lo strumento è dotato di:

- Testa di prelievo per taglio PM10, portata nominale di 2,3 m³/h, conforme a quanto previsto dal metodo di riferimento descritto nella norma UNI EN 12341:1999, Appendice B "Criteri di progettazione per apparecchi campionatori di riferimento", figura B.1 "Caratteristiche costruttive dell'orifizio di ingresso dell'apparecchio LVS-PM10 con una portata di 2,3 m³/h".



- Testa di prelievo per taglio PM2,5, portata nominale di 2,3 m³/h, conforme a quanto previsto dal metodo di riferimento descritto nella norma UNI EN 14907:2005, paragrafo 5.1.2.2 "Caratteristiche costruttive delle teste di prelievo per campionatori di riferimento a basso volume", Figura 2 "Caratteristiche costruttive della testa di prelievo per campionatori di riferimento a basso volume di PM2,5 operanti alla portata di 2,3 m³/h".



Le teste di prelievo sono realizzate in maniera del tutto analoga, fatta eccezione per la geometria interna relativa allo specifico sistema di impatto.

Le principali caratteristiche costruttive, comuni a tutte le teste di prelievo, sono:

- Realizzazione in alluminio trattato per resistere alle aggressioni degli agenti atmosferici.
- Calotta superiore ottenuta tramite tornitura. La calotta *non ha fori* (potenziale rischio di infiltrazioni d'acqua) per il fissaggio alla parte sottostante.

Grazie a questa tecnica si ha, inoltre, una perfetta perpendicolarità della calotta rispetto all'asse della testa.

- Canali di accelerazione del particolato ottenuti tramite alesatura. I canali non hanno innesti riportati, così da garantire assenza di scalini, sezione costante per tutta la lunghezza, uguale impedenza al flusso da parte dei vari canali (condizione necessaria al corretto funzionamento del sistema di impatto).
- Innesco inferiore con sede anti-pioggia.

2.1.3 Linee di prelievo

Ciascuna delle due linee di prelievo è costituita da due tubi coassiali:

- un condotto interno in cui passa l'aria da "misurare", prelevata dalla relativa unità pompa, alla temperatura ambiente;
- una camicia esterna in cui viene convogliata aria ambiente, prelevata da un aspiratore ausiliario, ovviamente alla stessa temperatura, in modo da assicurare un buon effetto termostatico sul flusso del condotto interno.

2.1.4 Sistema di regolazione della portata operativa

Ciascuna linea di prelievo è dotata di un sistema di regolazione della portata operativa di campionamento costituito da:

- Una **valvola di regolazione della portata**, controllata da un motore passo-passo, in grado di mantenere la portata operativa in ingresso costante.
- Un **sistema di misura della portata**, basato sulle leggi fisiche che governano il trasferimento di massa attraverso un orificio critico posto a valle della valvola di regolazione.

Misurando la pressione a valle del sistema di misura della portata ("P_p"), la caduta di pressione sull'orificio ("Δp") e la temperatura nella zona di misura della portata ("T_m"), è possibile calcolare il valore della portata normalizzato a definite e programmabili condizioni di temperatura e di pressione ("Q_s") attraverso la relazione:

$$Q_s = f(z)$$

dove:

$$z = \sqrt{\frac{\Delta P \cdot (2P_p - \Delta P)}{T_m}}$$

Nel campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor, la forma della funzione "f(z)" viene approssimata ad un polinomio di secondo grado in "z", i cui coefficienti sono determinati attraverso una procedura di calibrazione "multipoint" del sistema di misura della portata, eseguita in fase di collaudo in fabbrica utilizzando strumenti per la misura di portata, volume e temperatura dotati di certificati di tracciabilità rispetto a metodologie primarie.

2.1.5 Sistema di controllo del circuito pneumatico

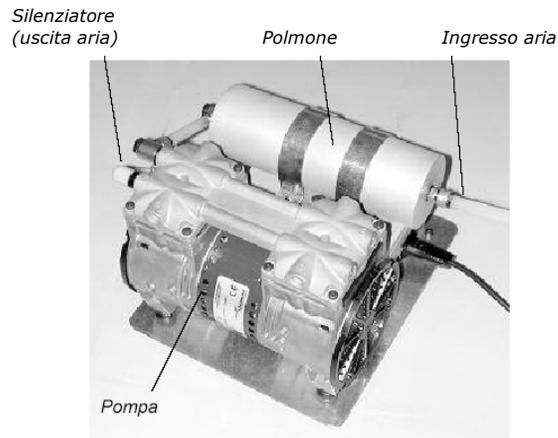
Come schematizzato nella figura riportata al precedente punto 2.1.1, il sistema di controllo del circuito pneumatico relativo a ciascuna delle due linee di prelievo è costituito da:

- Una diramazione di ingresso aria prelevata attraverso una presa d'aria ausiliaria, "linea di test", dotata di filtro sinterizzato e di orificio critico.
- Una elettrovalvola di tipo ON/OFF, "EV Span Test", disposta in corrispondenza alla "linea di test".
- Una elettrovalvola di tipo ON/OFF, "EV Leak Test", disposta sulla linea di aspirazione campione, immediatamente a monte della connessione con la "linea di test".

Le due elettrovalvole sopra indicate consentono di commutare il circuito pneumatico dalla configurazione di "campionamento" alla configurazione di controllo automatico della tenuta del circuito pneumatico ¹ ed alla configurazione di controllo automatico della calibrazione del sistema di misura della portata ².

2.1.6 Unità pompa

Il sistema di campionamento dello SWAM 5a Dual Channel Monitor utilizza due unità pompa, una per ciascuna linea di prelievo, che permettono di raggiungere una portata operativa impostabile nel range 0,8 – 2,5 m³/h.



Entrambe le unità sono costituite da una pompa dotata di:

- polmone per livellare le fluttuazioni della pressione in linea;
- filtro silenziatore posto sull'uscita.

La regolazione automatica della portata è effettuata in modo indipendente su ciascuna delle due linee di prelievo dal sistema descritto al precedente punto 2.1.4.

¹ "Auto Leak Test", descritto al successivo punto 5.1.1.

² "Pneumatic Auto Span Test", descritto al successivo punto 5.1.1.

2.2 Sistema di carico, movimentazione, scarico filtri

Il sistema di carico, movimentazione e scarico dei filtri è costituito da:

- **Contenitore filtri vergini**, denominato "Loader", posizionato sulla parte superiore esterna dell'unità di campionamento e misura.
- **Contenitore filtri campionati**, denominato "Unloader", posizionato sulla parte superiore esterna dell'unità di campionamento e misura.
- **Riserva filtri vergini**, posizionata all'interno dell'unità di campionamento e misura.
- **Piatta girevole** attorno al proprio asse ortogonale di simmetria "z", che permette il posizionamento dei filtri "operativi" e dei filtri "spia" ¹, nonché delle membrane di "riferimento" utilizzate per la verifica della calibrazione del sistema di misura di massa ².

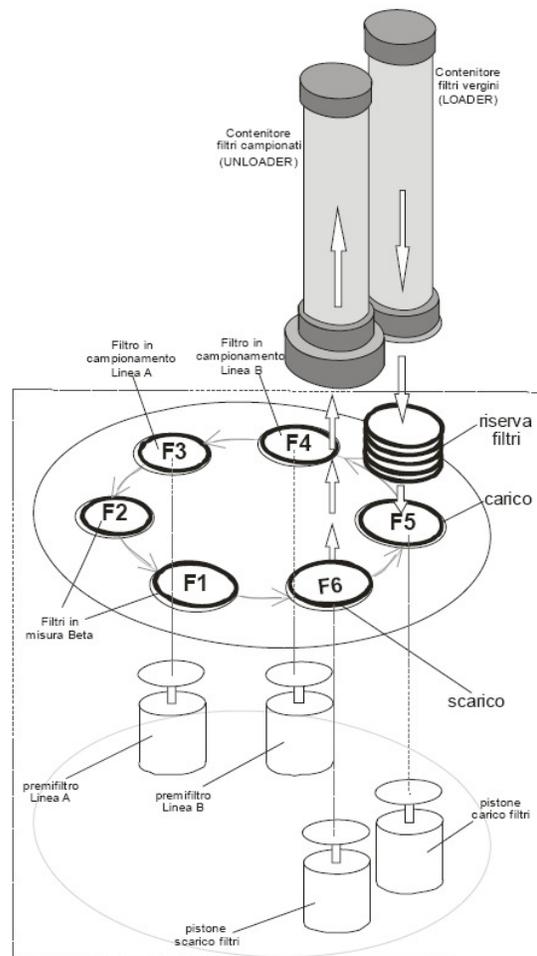
Sul piatto è, inoltre, presente un foro per consentire la misura del flusso beta in aria ¹.

La rotazione del piatto consente di portare i filtri in una pluralità di posizioni successive, richieste dal ciclo di carico filtro, accumulo e misura campione, scarico filtro.

La movimentazione del piatto è eseguita da un motore passo-passo controllato dalla elettronica di gestione dello strumento.

- **Dispositivi per la movimentazione dei filtri "operativi" rispetto al piatto girevole** costituiti da:

- Pistoni ad azionamento pneumatico per il carico / lo scarico dei filtri sul / dal piatto girevole.
- Pistoni premifiltro ad azionamento pneumatico per il posizionamento a tenuta dei filtri sulle linee di prelievo.
- Sensori di posizionamento piatto.
- Sensori di presenza filtro che consentono di verificare l'avvenuto caricamento del filtro.
- Sensori di posizionamento sistema di misura.



¹ Vedi successivo punto 3.2.

² Vedi successivo punto 5.1.3.

2.3 **Sistema di misura di massa**

Il sistema di misura di massa è costituito da:

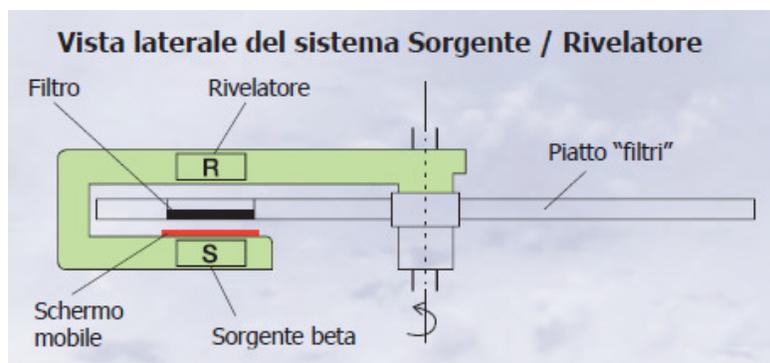
- Sorgente beta ¹⁴C.
- Rivelatore Geiger-Müller.

Sorgente e rivelatore sono disposti da parti opposte rispetto al filtro in misura, in maniera tale che le radiazioni emesse dalla sorgente attraversino il filtro e vengano assorbite dal particolato raccolto su questo prima di essere rilevati dal rivelatore.

Il blocco sorgente-rivelatore è alloggiato su un braccio mobile che mantiene sorgente e rivelatore meccanicamente vincolati e solidali tra loro.

Il braccio ruota intorno all'asse "z" del piatto girevole di posizionamento filtri, consentendo a sorgente e rivelatore di assumere tre diverse posizioni, rispetto al piatto stesso, per effettuare le misure previste. Il braccio è messo in rotazione da un motore passo-passo gestito dall'elettronica di gestione dello strumento.

Sul braccio è anche applicato uno schermo mobile che, quando richiesto dalla sequenza di misura, si interpone tra sorgente e rivelatore, schermando la prima rispetto al secondo ed impedendo che le radiazioni emesse dalla sorgente attraversino l'eventuale filtro interposto fra sorgente stessa e rivelatore.



2.4 **Unità compressore**

Il compressore in dotazione allo SWAM 5a Dual Channel Monitor consente di generare aria di servizio alla pressione di 200-300 kPa, utilizzata dallo strumento per i movimenti dei servo-meccanismi.

2.5 **Meccanica di sequenzializzazione**

Le scelte progettuali e la realizzazione meccanica del campionario-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor sono state finalizzate all'ottenimento di un elevatissimo grado di affidabilità nel tempo della movimentazione meccanica. Le soluzioni adottate hanno consentito, inoltre, di annullare la possibilità di interruzioni indesiderate di una qualsiasi delle fasi del processo di sequenzializzazione.

I movimenti meccanici di base (carico e scarico filtri, posizionamento del filtro nella zona di accumulo, ecc.) sono effettuati da servo-meccanismi elettropneumatici ad un solo grado di libertà, così da garantire una elevatissima ripetibilità.

Un insieme di controlli di qualità relativi ai tempi di attuazione dei movimenti meccanici permette di monitorare e caratterizzare oggettivamente lo stato meccanico complessivo, consentendo così un'efficace diagnosi preventiva.

L'utilizzo di attuatori elettropneumatici consente inoltre di ottenere una considerevole autonomia di movimentazione anche in assenza di alimentazione da rete.

2.6 Elettronica e software di gestione

L'elettronica del campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor è basata su due CPU in architettura master-slave, ognuna con compiti diversi.

La CPU slave gestisce le movimentazioni meccaniche e l'acquisizione dei segnali digitali e analogici, mentre la CPU master gestisce i task relativi all'I/O, alle comunicazioni, alla tempificazione delle operazioni, alla misura ed al controllo della portata, alla misura della massa raccolta, alla memorizzazione dei dati.

Nella struttura della CPU master sono archiviate tutte le informazioni di campionamento e misura, i *log* dei test, i *log* degli "Alarm"/"Warning"¹, i *log* delle movimentazioni meccaniche.

Il software di gestione è strutturato in menu con navigazione ad albero e consente:

- l'accesso ai dati di campionamento e misura dei filtri processati;
- l'accesso ai dati di campionamento e misura in corso;
- l'impostazione dei parametri di campionamento e misura;
- l'esecuzione di "tools" per le verifiche strumentali e la calibrazione.

Il software consente di accedere alle informazioni di campionamento e misura in qualunque momento, anche durante il campionamento, senza interferire in alcun modo con i cicli operativi.

Durante il campionamento è, inoltre, possibile accedere a tutte le informazioni relative ai cicli di campionamento precedenti.

2.7 Interfacce

2.7.1 Interfaccia operatore locale

L'interfaccia con l'utente locale è realizzata da pannello frontale dello strumento tramite:

- display LCD a due righe da 40 caratteri;
- tastiera a membrana di programmazione e controllo;
- LED di segnalazione.

In particolare, i LED di segnalazione sono indicatori dello stato e di eventuali condizioni di malfunzionamento dello strumento nel suo complesso e di singoli componenti.

¹ Descritti al successivo paragrafo 6.

2.7.2 Interfacce seriali

Il campionatore-misuratore di PM10 e PM2,5 SWAM 5a Dual Channel Monitor è dotato di due interfacce seriali RS232:

- **Interfaccia seriale RS232 per collegamento PC**
Consente lo scambio dati con un PC esterno collegato direttamente allo strumento.
- **Interfaccia seriale RS232 per collegamento Modem**
E' utilizzata per connettere, tramite modem esterno (PSTN, GSM), un PC remoto.

2.7.3 Uscita dati in forma analogica

Sul pannello posteriore dello SWAM 5a Dual Channel Monitor è presente un'uscita dati analogica su connettore a 15 pin. In dettaglio, i segnali disponibili sono:

- Segnale analogico proporzionale alla *Concentrazione misurata sulla Linea PM10 alle effettive condizioni di T e P*, variabile da 0 a 5V
- Segnale analogico proporzionale alla *Concentrazione misurata sulla Linea PM2,5 alle effettive condizioni di T e P*, variabile da 0 a 5V
- Segnale analogico proporzionale alla *Pressione dell'aria di servizio*, variabile da 0 a 5V
- Contatto NA segnale di "Alarm"
- Contatto NA segnale di "Warning"
- Contatto NA segnale di *Misura disponibile*
- Contatto NA segnale di *Validazione dato*, attivato al verificarsi di una delle seguenti condizioni:
 - la tensione di alimentazione del rivelatore Geiger-Müller non è compresa nell'intervallo 610÷640 Volt;
 - il valore dei conteggi "Blank" non è compreso nell'intervallo tra 20.000 cpm ed il valore dei conteggi "Aria"¹;
 - la percentuale del tempo effettivo di campionamento è inferiore al valore impostato (valore di default: 75%).

¹ Vedi successivo punto 3.2.

2. SPECIFICATIONS, APPROVALS AND WARRANTY

2.1. SPECIFICATIONS

Table 2-1: M200E Basic Unit Specifications

Min/Max Range (Physical Analog Output)	Min: 0-50 ppb of Full Scale Max: 0-20,000 ppb of Full Scale
Measurement Units	ppb, ppm, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mg/m^3 (user selectable, independent NO, NO ₂ , NO _x ranges and auto ranges supported)
Zero Noise ¹	≤ 0.2 ppb (RMS)
Span Noise ¹	≤ 0.5% of reading above 50 ppb or 0.2 ppb, whichever is greater
Lower Detectable Limit ²	0.4 ppb
Zero Drift (24 hours)	≤ 0.5 ppb (at constant temperature and voltage.)
Zero Drift (7 days)	≤ 1 ppb (at constant temperature and voltage.)
Span Drift (7 Days)	≤ 0.5% of Full Scale (at constant temperature and voltage.)
Linearity	1% of Full Scale
Precision	0.5% of reading
Lag Time ¹	20 seconds
Rise/Fall Time ¹	95% in <60 s
Sample Flow Rate	500 cm ³ /min ± 10%
Temperature Range	5 - 40 °C operating with EPA equivalency
Humidity Range	0-95% RH non-condensing
Dimensions H x W x D	7" x 17" x 23.5" (178mm x 432 mm x 597 mm)
Weight, Analyzer	18 kg (40 lbs)
Weight, Ext Pump Pack	7 kg (15 lbs)
AC Power	100V 50/60Hz (3.25A), 115V 60Hz (3.0A), 220 – 240 V 50/60 Hz (2.5A)
Power, Ext Pump	100 V, 50/60 Hz (3.25A); 115 V, 60 Hz (3.0 A); 220 - 240 V, 50/60 Hz (2.5 A)
Analog Outputs	Four (4) Outputs
Analog Output Ranges	All Outputs: 100 mV, 1 V, 5 V, 10 V Two concentration outputs convertible to 4-20 mA isolated current loop All Ranges with 5% Under/Over Range
Analog Output Resolution	1 part in 4096 of selected full-scale voltage
Status Outputs	8 Status outputs from opto-isolators, 7 defined, 1 spare
Control Inputs	6 Control Inputs, 4 defined, 2 spare
Serial I/O	COM1: RS-232; COM2: RS-232 or RS-485 (Ethernet and ModBus [®] interface available) Baud Rate : 300 – 115,200
Environmental Conditions	Installation Category (Over voltage Category) II Pollution Degree 2
Certifications	US EPA: Reference Method Number RFNA 1194-099 CE: EN61326 (1997 w/A1: 98) Class A, FCC Part 15 Subpart B Section 15.107 Class A, ICES-003 Class A (ANSI C63.4 1992) & AS/NZS 3548 (w/A1 & A2; 97) Class A.
¹ As defined by the US EPA.	
² Defined as twice the zero noise level by the US EPA.	

2.2. EPA EQUIVALENCY DESIGNATION

Teledyne API's M200E nitrogen oxides analyzer is designated as Equivalent Method Number EQOA-0992-087 as defined in 40 CFR Part 53, when operated under the following conditions:

- Range: Any full-scale range between 0-0.05 and 0-1.0 ppm (parts per million).
- Ambient temperature range of 5 to 40°C.
- Line voltage range of 105 – 125 VAC or 200 – 240 VAC, 50/60 Hz.
- With 1-micron PTFE filter element installed in the internal filter assembly.
- Sample flow of 500 ± 50 cc³/min at sea level.
- Equipped with ozone supply air filter
- Gas flow supplied by External vacuum pump capable of 10 in-Hg-A at 2 standard liters per minute (slpm) or better.
- Following Software Setting:

Table 2-2: Software Settings for EPA Equivalence

Dynamic Zero	OFF
Dynamic Span	OFF
CAL-on-NO ₂	OFF
Dilution Factor	1.0
Temp/Pres compensation	ON
AutoCal	ON or OFF
Independent range	ON or OFF
Auto range	ON or OFF
Converter efficiency	Acceptable values of 0.96 to 1.02

Under the designation, the Analyzer may be operated with or without the following options:

- Rack mount with or without slides.
- Rack mount for external pump.
- 4-20mA isolated analog outputs.
- Status outputs.
- Control inputs.
- RS-232 output.
- Ethernet communications option
- Nafion-type permeation sample gas conditioner
- Zero/Span Valves option.
- Internal Zero/Span (IZS) option with:
 - NO₂ permeation tube - 0.4 ppm at 0.7 liter per minute; certified/uncertified.
 - NO₂ permeation tube - 0.8 ppm at 0.7 liter per minute; certified/uncertified.

NOTE

Under the designation, the IZS option cannot be used as the source of calibration.

2.3. CE MARK COMPLIANCE

EMISSIONS COMPLIANCE

The Teledyne API M200E nitrogen oxides analyzer was tested and found to be fully compliant with:

EN61326 (1997 w/A1: 98) Class A, FCC Part 15 Subpart B Section 15.107 Class A, ICES-003 Class A (ANSI C63.4 1992) & AS/NZS 3548 (w/A1 & A2; 97) Class A.

Tested on January 02-06, 2003 at CKC Laboratories, Inc., Report Number CE03-005.

SAFETY COMPLIANCE

The Teledyne API M200E nitrogen oxides analyzer was tested and found to be fully compliant with:

IEC 61010-1:90 + A1:92 + A2:95,

Tested on January 20-27, 2003 at CKC Laboratories, Inc., Report Number CE03-001.

2. SPECIFICATIONS, APPROVALS AND WARRANTY

2.1. SPECIFICATIONS

Table 2-1: M 300E/300EM Basic Unit Specifications

Ranges	M300E: Min: 0-1 ppm; Max: 0-1000 ppm of Full Scale (User selectable) M300EM: Min: 0-5 ppm; Max: 0-5000 ppm of Full Scale (User selectable)
Measurement Units	M300E: ppb, ppm, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mg/m^3 (user selectable) M300EM: ppm, mg/m^3 (user selectable)
Zero Noise	M300E: < 0.02 ppm RMS ¹ ; M300EM: ≤ 0.1 ppm RMS ¹
Span Noise	M300E: < 0.5% of rdg RMS over 5ppm ^{1,3} ; M300EM: > 0.5% of rdg RMS over 20ppm
Lower Detectable Limit	M300E: < 0.04 ppm ¹ ; M300EM: 0.2 ppm
Zero Drift (24 hours)	M300E: < 0.1 ppm ² ; M300EM: < 0.5 ppm
Zero Drift (7 days)	M300E: < 0.2 ppm ² ; M300EM: < 1.0ppm
Span Drift (24 hours)	< 0.5% of reading ^{2,4}
Span Drift (7 days)	< 1% of reading ^{2,4}
Linearity	M300E: Better than 1% Full Scale ⁵ ; M300EM: 0 - 3000 ppm: 1% full scale; 3000 - 5000 ppm: 2% full scale
Precision	M300E: 0.5% reading ^{1,5} ; M300EM: 1.0% reading
Lag Time	10 sec ¹
Rise/Fall Time	< 60 sec to 95% ¹
Sample Flow Rate	800 cm ³ /min. $\pm 10\%$ O ₂ Sensor option adds 120 cm ³ /min to total flow though when installed
Temperature Range	5 - 40°C operating, 10 - 40°C EPA Equivalency
Humidity Range	0-95% RH, Non-Condensing
Temp Coefficient	< 0.05 % per °C (minimum 50 ppb/°C)
Voltage Coefficient	< 0.05 % per V
Dimensions (HxWxD)	7" x 17" x 23.5" (178 mm x 432 mm x 597 mm)
Weight	50 lb (22.7 kg)
AC Power	100V 50/60 Hz (3.25A), 115 V 60 Hz (3.0A), 220 – 240 V 50/60 Hz (2.5A)
Environmental Conditions	Installation Category (Over voltage Category) II Pollution Degree 2
Analog Outputs	4 user configurable outputs
Analog Output Ranges	M300E: All Outputs: 0.1V, 1V, 5V or 10V; M300EM: All Outputs: 100mV, 1V, 5V or 10V Three outputs convertible to 4-20 mA isolated current loop. All Ranges with 5% under/over-range
Analog Output Resolution	1 part in 4096 of selected full-scale voltage
Status Outputs	8 Status outputs from opto-isolators
Control Inputs	6 Control Inputs, 2 defined, 4 spare
Serial I/O	One (1) RS-232; One (1) RS-485 (2 connectors in parallel) Baud Rate : 300 - 115200
Alarm outputs (M300EM only)	2 opto-isolated alarms outputs with user settable alarm limits
Certifications	USEPA: Reference Method Number EQOA-0992-087 CE: EN61010-1:90 + A1:92 + A2:95, EN61326 - Class A
¹ As defined by the USEPA ² At constant temperature and voltage ³ Or 0.2 ppm, whichever is greater ⁴ Or 0.1 ppm, whichever is greater ⁵ Above 10 ppm range, otherwise 0.2 ppm for lower ranges	

2.2. EPA EQUIVALENCY DESIGNATION

Teledyne API's M300E Carbon Monoxide Analyzer is designated as Reference Method Number EQOA-0992-087 as defined in 40 CFR Part 53, when operated under the following conditions:

- Range: Any range from 10 ppm to 50 ppm.
- Ambient temperature range of 10 to 40°C.
- Line voltage range of 90 – 127 and 200 – 230 VAC, 50/60 Hz.
- Sample filter: Equipped with PTFE filter element in the internal filter assembly.
- Sample flow of $800 \pm 80 \text{ cm}^3/\text{min}$ at sea level.
- Internal sample pump.
- Software settings:

Dilution factor	1.0
AutoCal	ON or OFF
Dynamic Zero	ON or OFF
Dynamic Span	OFF
Dual range	ON or OFF
Auto range	ON or OFF
Temp/Pres compensation	ON

Under the designation, the analyzer may be operated with or without the following options:

- Rack mount with slides.
- Rack mount without slides, ears only.
- Zero/span valve options.
 - Option 50A – Sample/Cal valves, or;
 - Option 50B – Sample/Cal valves with span shutoff & flow control.
- Internal zero/span (IZS) option with either:
 - Option 51A – Sample/Cal valves, or;
 - Option 51C – Sample/Cal valves with span shutoff & flow control.
- Status outputs.
- Control inputs.
- RS-232 output.
- Ethernet output.
- 4-20mA, isolated output.



FAI Instruments s.r.l.
Via Aurora, 15
00013 Fonte Nuova (Roma)

Tel. (+39) 06 9050248
Tel. (+39) 06 90532398
Fax (+39) 06 90539008
E-mail info@fai-instruments.it
Sito www.fai-instruments.it

Iscrizione REA 1005936
Data iscr. Reg. Imp. 19/4/02
Partita IVA 07023701001
Cod. Fisc. 07023701001
Capitale sociale € 16000

CAMPIONATORE-MISURATORE BICANALE DELLE FRAZIONI PM10 E PM2,5 DEL MATERIALE PARTICOLATO SOSPESO

SWAM 5a Dual Channel Monitor

SCHEDA TECNICA



SOMMARIO

1.	CARATTERISTICHE GENERALI.....	1
2.	DESCRIZIONE DELLO STRUMENTO.....	4
2.1	SISTEMA DI CAMPIONAMENTO	4
2.1.1	SCHEMATIZZAZIONE DEL CIRCUITO PNEUMATICO	4
2.1.2	TESTE DI PRELIEVO.....	5
2.1.3	LINEE DI PRELIEVO	6
2.1.4	SISTEMA DI REGOLAZIONE DELLA PORTATA OPERATIVA	6
2.1.5	SISTEMA DI CONTROLLO DEL CIRCUITO PNEUMATICO.....	7
2.1.6	UNITÀ POMPA	7
2.2	SISTEMA DI CARICO, MOVIMENTAZIONE, SCARICO FILTRI	8
2.3	SISTEMA DI MISURA DI MASSA	9
2.4	UNITÀ COMPRESSORE	9
2.5	MECCANICA DI SEQUENZIALIZZAZIONE	9
2.6	ELETTRONICA E SOFTWARE DI GESTIONE.....	10
2.7	INTERFACCE.....	10
2.7.1	INTERFACCIA OPERATORE LOCALE	10
2.7.2	INTERFACCE SERIALI	11
2.7.3	USCITA DATI IN FORMA ANALOGICA.....	11
3.	MODALITA' DI FUNZIONAMENTO	12
3.1	FASE DI CAMPIONAMENTO	13
3.1.1	PRELIEVO ED ACCUMULO DEI CAMPIONI SUI MEZZI FILTRANTI.....	13
3.1.2	CONTROLLO E REGOLAZIONE DELLA PORTATA OPERATIVA	14
3.2	FASE DI MISURA DI MASSA.....	15
4.	CARATTERISTICHE OPERATIVE.....	19
4.1	GESTIONE DEI FILTRI.....	19
4.2	TIPOLOGIA DI MEMBRANE FILTRANTI.....	19
4.3	SELEZIONE DEL PORTAFILTRO.....	20
4.4	AUTONOMIA	20
4.5	GESTIONE DELLO STRUMENTO IN ASSENZA DI ALIMENTAZIONE DI RETE	21
4.6	IMPOSTAZIONE DEI PARAMETRI DI CAMPIONAMENTO E MISURA.....	21
5.	CONTROLLI DI QUALITA'.....	22
5.1	CONTROLLI AUTOMATICI	22
5.1.1	CONTROLLI SUL CIRCUITO PNEUMATICO DI CAMPIONAMENTO.....	22
5.1.2	CONTROLLI SULLA MISURA DI MASSA	24
5.1.3	VERIFICA AUTOMATICA DELLA CALIBRAZIONE DEL SISTEMA DI MISURA DI MASSA	24
5.1.4	CONTROLLI SUL COMPORTAMENTO STRUMENTALE	26
5.2	VERIFICHE MANUALI	26
5.2.1	VERIFICHE SUL CIRCUITO PNEUMATICO DI CAMPIONAMENTO	26
5.2.2	VERIFICA DEI SERVOMECCANISMI	27
6.	WARNING E ALARM	28
6.1	WARNING.....	28
6.2	ALARM	30
7.	TRACCIABILITA' DELLE MISURE.....	32
7.1	INFORMAZIONI DISPONIBILI DURANTE IL CAMPIONAMENTO	32
7.2	INFORMAZIONI CONTENUTE NEL BUFFER DATA	34
8.	SPECIFICHE TECNICHE	36
9.	CONFORMITA' A NORME PER LA MARCATURA CE	37
10.	SISTEMA DI MONITORAGGIO INTEGRATO.....	37
11.	RISULTATI DELLE PROVE PER LA DIMOSTRAZIONE DI EQUIVALENZA.....	38

1. CARATTERISTICHE GENERALI

Il campionatore-misuratore di PM10 e PM2,5 SWAM 5a Dual Channel Monitor, di produzione FAI Instruments, è un sistema automatico integrato di:

- campionamento sequenziale di materiale particellare in sospensione in atmosfera su singole membrane filtranti diametro 47 mm;
- misura di massa del particolato depositato sul mezzo filtrante attraverso la metodologia dell'assorbimento di radiazioni beta a bassa energia.



In dettaglio, lo strumento è costituito da:

- Due linee di prelievo indipendenti, ad impatto verticale ed adeguatamente coibentate, ciascuna dotata di specifica testa di prelievo:
 - una linea è dotata di testa di prelievo per taglio PM10 modello LVS-PM10, di produzione FAI Instruments, portata nominale di 2,3 m³/h;
 - l'altra linea è dotata di testa di prelievo per taglio PM2,5 modello LVS-PM2.5, di produzione FAI Instruments, portata nominale di 2,3 m³/h.
- Una unità di campionamento e misura in cui sono alloggiati:
 - il sistema di movimentazione e posizionamento delle membrane filtranti;
 - il sistema di misura della massa del campione depositato sulle membrane;
 - il sistema di regolazione della portata operativa, uno per ciascuna linea di prelievo;
 - il sistema di controllo del circuito pneumatico, uno per ciascuna linea di prelievo;
 - l'elettronica di gestione dell'intero strumento.

Sulla parte superiore esterna dell'unità di campionamento e misura, sono posizionati:

- il contenitore di carico filtri "vergini";
- il contenitore di scarico filtri "campionati".
- Due unità pompa, una per ciascuna linea di prelievo.
- Una unità compressore per generazione aria di servizio.



CAMPIONATORE-MISURATORE BICANALE DELLE FRAZIONI PM10 E PM2,5 DEL MATERIALE
PARTICOLATO SOSPESO

SCHEDA TECNICA

SWAM 5a Dual Channel Monitor

Lo strumento è, inoltre, fornito completo di:

- Due membrane di riferimento per il controllo automatico e/o manuale della calibrazione del sistema di misura di massa.
- Accessori per controlli manuali della tenuta del circuito pneumatico: portafiltro cieco, filtro completo (della stessa tipologia di quelli utilizzati per i campionamenti) e tappo per la chiusura della linea di prelievo.
- Accessori per la calibrazione manuale e/o la verifica manuale della calibrazione del sistema di misura della portata: adattatori per misuratore di portata.

Il campionatore-misuratore di PM10 e PM2,5 SWAM 5a Dual Channel Monitor è conforme alle disposizioni legislative ed alle norme tecniche vigenti in materia di monitoraggio della qualità dell'aria ed in particolare:

- E' equivalente:
 - Per il campionamento e la misurazione del PM10, al metodo di riferimento specificato nell'allegato VI, sezione A, punto 4 del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, vale a dire al metodo descritto nella norma UNI EN 12341:1999 "Qualità dell'aria – Determinazione del particolato in sospensione PM10. Metodo di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l'equivalenza dei metodi di misurazione al metodo di riferimento".
La norma costituisce il recepimento, in lingua italiana, della norma europea EN 12341 (edizione novembre 1998), che assume così lo status di norma nazionale italiana.
 - Per il campionamento e la misurazione del PM2,5, al metodo di riferimento specificato nell'allegato VI, sezione A, punto 5 del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, vale a dire al metodo descritto nella norma UNI EN 14907:2005 "Qualità dell'aria ambiente – Metodo normalizzato di misurazione gravimetrico per la determinazione della frazione massica PM2,5 del particolato in sospensione".
La norma costituisce il recepimento, in lingua inglese, della norma europea EN 14907 (edizione settembre 2005), che assume così lo status di norma nazionale italiana.

Le prove sperimentali per la dimostrazione di equivalenza sono state effettuate dal TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH - Laboratorio accreditato secondo le procedure stabilite dalla norma EN ISO/IEC 17025 per l'esecuzione delle prove di idoneità di sistemi di misura per il monitoraggio in continuo di immissioni ed emissioni – in conformità ai principi, alle metodologie ed alle procedure di prova stabiliti:

- dalla norma EN 12341:1998,
- dalla norma EN 14907:2005,
- dalle "Linee guida per la dimostrazione di equivalenza dei metodi di monitoraggio dell'aria ambiente" pubblicate dalla Commissione europea (edizione novembre 2005) ed, in dettaglio, nel capitolo 9 "Programma di test 3 – Metodi per il materiale particolato".

Le prove condotte ed i corrispondenti risultati, che certificano l'equivalenza del campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM10 ed al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM2,5 specificati nell'Allegato VI del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, sono illustrati nel *Report TÜV 936/21207522/A del 23 marzo 2009*.



CAMPIONATORE-MISURATORE BICANALE DELLE FRAZIONI PM10 E PM2,5 DEL MATERIALE PARTICOLATO SOSPESO

SCHEDA TECNICA

SWAM 5a Dual Channel Monitor

Le prove per la dimostrazione di equivalenza sono state eseguite su strumenti operanti alla portata volumetrica di 2,3 m³/h e dotati di testa di prelievo PM10 conforme alla norma EN 12341 e di testa di prelievo PM2,5 conforme alla norma EN 14907.

- E' approvato dall'UBA [Umweltbundesamt - Agenzia Federale dell'Ambiente, Ente designato come Laboratorio Nazionale di Riferimento / Ente Certificatore in Germania per gli strumenti di misura degli inquinanti atmosferici in aria ambiente] quale strumento idoneo per la determinazione in continuo ed in parallelo delle frazioni PM10 e PM2,5 del materiale particolato sospeso in aria ambiente.

Notifica di idoneità pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Federale di Germania del 25 agosto 2009, Numero 125, Pagina 2934.

- E' certificato dal SIRA Certification Service - Ente incaricato dall'Agenzia per l'Ambiente del Regno Unito per la certificazione degli strumenti di misura degli inquinanti atmosferici in aria ambiente secondo lo schema MCERTS (UK Monitoring Certification Scheme) - conforme agli standard prestazionali MCERTS per i sistemi di monitoraggio in continuo della qualità dell'aria, Versione 6 (dicembre 2008), relativamente alla misura del PM10 e del PM2,5.

Certificato numero: Sira MC090148/02 del 2 febbraio 2010.

- Nella funzione campionatore sequenziale, è certificato dal TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH conforme ai requisiti ed alle caratteristiche di prestazione:
 - per un campionatore standard di PM10 secondo la norma EN 12341:1998;
 - per un campionatore standard di PM2,5 secondo la norma EN 14907:2005.

Le prove eseguite dal TÜV secondo le procedure stabilite dalla norma EN 12341:1998, dalla norma EN 14907:2005 e dalle sopra citate "Linee guida per la dimostrazione di equivalenza dei metodi di monitoraggio dell'aria ambiente" ed i corrispondenti risultati, che ne dimostrano la rispondenza alle sopracitate norme, sono illustrati nel *Report TÜV n° 936/21211111/A del 11 maggio 2010.*

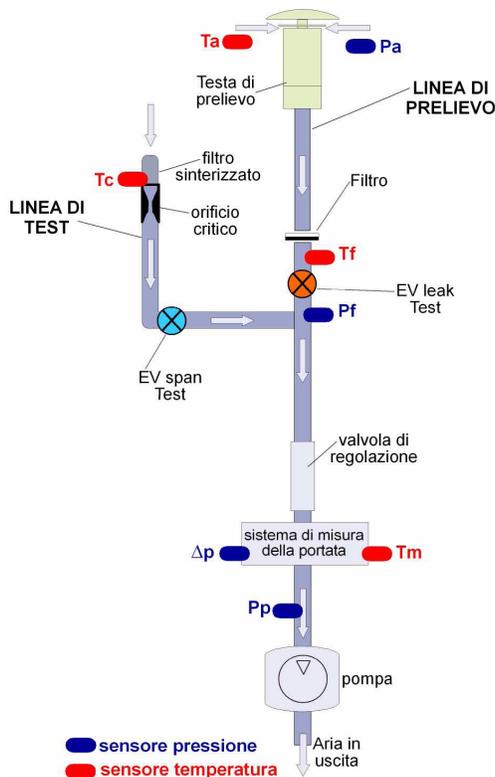
Nella funzione campionatore di PM10, pertanto, lo SWAM 5a Dual Channel Monitor:

- è idoneo all'applicazione del metodo di riferimento per il campionamento del piombo specificato nell'Allegato VI, sezione A, punto 3 del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, vale a dire del metodo descritto nella norma UNI EN 12341:1999;
- soddisfa le specifiche richieste per le apparecchiature di campionamento previste dal metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione dell'arsenico, del cadmio e del nichel nell'aria ambiente specificato nell'allegato VI, sezione A, punto 9 del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, vale a dire dalla norma UNI EN 14902:2005;
- soddisfa le specifiche richieste per le apparecchiature di campionamento previste dal metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del benzo(a)pirene nell'aria ambiente specificato nell'allegato VI, sezione A, punto 10 del Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, vale a dire dalla norma UNI EN 15549:2008.

2. DESCRIZIONE DELLO STRUMENTO

2.1 Sistema di campionamento

2.1.1 Schematizzazione del circuito pneumatico



SCHEMATIZZAZIONE DEL CIRCUITO PNEUMATICO (RIFERITA AD UNA SOLA LINEA DI PRELIEVO)

dove:

Pa: pressione atmosferica

Ta: temperatura dell'aria esterna

Tf: temperatura in prossimità della membrana filtrante

Pf: pressione a valle della membrana filtrante

ΔP: caduta di pressione sull'orificio del sistema di misura della portata

Tm: temperatura nella zona di misura della portata

Pp: pressione della pompa

Tc: temperatura dell'aria all'ingresso dell'orificio della linea di test

2.1.2 Teste di prelievo

Il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor è in grado di operare con teste di prelievo dotate di differenti frazionatori granulometrici - PST, PM10, PM2,5 e PM1 -, purché aventi portata nominale compresa tra 0,8 e 2,5 m³/h.

Nella applicazione in oggetto, lo strumento è dotato di:

- Testa di prelievo per taglio PM10, portata nominale di 2,3 m³/h, conforme a quanto previsto dal metodo di riferimento descritto nella norma UNI EN 12341:1999, Appendice B "Criteri di progettazione per apparecchi campionatori di riferimento", figura B.1 "Caratteristiche costruttive dell'orifizio di ingresso dell'apparecchio LVS-PM10 con una portata di 2,3 m³/h".



- Testa di prelievo per taglio PM2,5, portata nominale di 2,3 m³/h, conforme a quanto previsto dal metodo di riferimento descritto nella norma UNI EN 14907:2005, paragrafo 5.1.2.2 "Caratteristiche costruttive delle teste di prelievo per campionatori di riferimento a basso volume", Figura 2 "Caratteristiche costruttive della testa di prelievo per campionatori di riferimento a basso volume di PM2,5 operanti alla portata di 2,3 m³/h".



Le teste di prelievo sono realizzate in maniera del tutto analoga, fatta eccezione per la geometria interna relativa allo specifico sistema di impatto.

Le principali caratteristiche costruttive, comuni a tutte le teste di prelievo, sono:

- Realizzazione in alluminio trattato per resistere alle aggressioni degli agenti atmosferici.
- Calotta superiore ottenuta tramite tornitura. La calotta *non ha fori* (potenziale rischio di infiltrazioni d'acqua) per il fissaggio alla parte sottostante.

Grazie a questa tecnica si ha, inoltre, una perfetta perpendicolarità della calotta rispetto all'asse della testa.

- Canali di accelerazione del particolato ottenuti tramite alesatura. I canali non hanno innesti riportati, così da garantire assenza di scalini, sezione costante per tutta la lunghezza, uguale impedenza al flusso da parte dei vari canali (condizione necessaria al corretto funzionamento del sistema di impatto).
- Innesco inferiore con sede anti-pioggia.

2.1.3 Linee di prelievo

Ciascuna delle due linee di prelievo è costituita da due tubi coassiali:

- un condotto interno in cui passa l'aria da "misurare", prelevata dalla relativa unità pompa, alla temperatura ambiente;
- una camicia esterna in cui viene convogliata aria ambiente, prelevata da un aspiratore ausiliario, ovviamente alla stessa temperatura, in modo da assicurare un buon effetto termostatico sul flusso del condotto interno.

2.1.4 Sistema di regolazione della portata operativa

Ciascuna linea di prelievo è dotata di un sistema di regolazione della portata operativa di campionamento costituito da:

- Una **valvola di regolazione della portata**, controllata da un motore passo-passo, in grado di mantenere la portata operativa in ingresso costante.
- Un **sistema di misura della portata**, basato sulle leggi fisiche che governano il trasferimento di massa attraverso un orificio critico posto a valle della valvola di regolazione.

Misurando la pressione a valle del sistema di misura della portata ("P_p"), la caduta di pressione sull'orificio ("Δp") e la temperatura nella zona di misura della portata ("T_m"), è possibile calcolare il valore della portata normalizzato a definite e programmabili condizioni di temperatura e di pressione ("Q_s") attraverso la relazione:

$$Q_s = f(z)$$

dove:

$$z = \sqrt{\frac{\Delta P \cdot (2P_p - \Delta P)}{T_m}}$$

Nel campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor, la forma della funzione "f(z)" viene approssimata ad un polinomio di secondo grado in "z", i cui coefficienti sono determinati attraverso una procedura di calibrazione "multipoint" del sistema di misura della portata, eseguita in fase di collaudo in fabbrica utilizzando strumenti per la misura di portata, volume e temperatura dotati di certificati di tracciabilità rispetto a metodologie primarie.

2.1.5 Sistema di controllo del circuito pneumatico

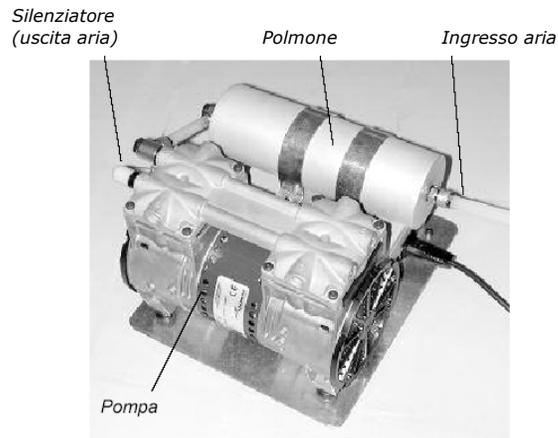
Come schematizzato nella figura riportata al precedente punto 2.1.1, il sistema di controllo del circuito pneumatico relativo a ciascuna delle due linee di prelievo è costituito da:

- Una diramazione di ingresso aria prelevata attraverso una presa d'aria ausiliaria, "linea di test", dotata di filtro sinterizzato e di orificio critico.
- Una elettrovalvola di tipo ON/OFF, "EV Span Test", disposta in corrispondenza alla "linea di test".
- Una elettrovalvola di tipo ON/OFF, "EV Leak Test", disposta sulla linea di aspirazione campione, immediatamente a monte della connessione con la "linea di test".

Le due elettrovalvole sopra indicate consentono di commutare il circuito pneumatico dalla configurazione di "campionamento" alla configurazione di controllo automatico della tenuta del circuito pneumatico ¹ ed alla configurazione di controllo automatico della calibrazione del sistema di misura della portata ².

2.1.6 Unità pompa

Il sistema di campionamento dello SWAM 5a Dual Channel Monitor utilizza due unità pompa, una per ciascuna linea di prelievo, che permettono di raggiungere una portata operativa impostabile nel range 0,8 – 2,5 m³/h.



Entrambe le unità sono costituite da una pompa dotata di:

- polmone per livellare le fluttuazioni della pressione in linea;
- filtro silenziatore posto sull'uscita.

La regolazione automatica della portata è effettuata in modo indipendente su ciascuna delle due linee di prelievo dal sistema descritto al precedente punto 2.1.4.

¹ "Auto Leak Test", descritto al successivo punto 5.1.1.

² "Pneumatic Auto Span Test", descritto al successivo punto 5.1.1.

2.2 Sistema di carico, movimentazione, scarico filtri

Il sistema di carico, movimentazione e scarico dei filtri è costituito da:

- **Contenitore filtri vergini**, denominato "Loader", posizionato sulla parte superiore esterna dell'unità di campionamento e misura.
- **Contenitore filtri campionati**, denominato "Unloader", posizionato sulla parte superiore esterna dell'unità di campionamento e misura.
- **Riserva filtri vergini**, posizionata all'interno dell'unità di campionamento e misura.
- **Piatto girevole** attorno al proprio asse ortogonale di simmetria "z", che permette il posizionamento dei filtri "operativi" e dei filtri "spia" ¹, nonché delle membrane di "riferimento" utilizzate per la verifica della calibrazione del sistema di misura di massa ².

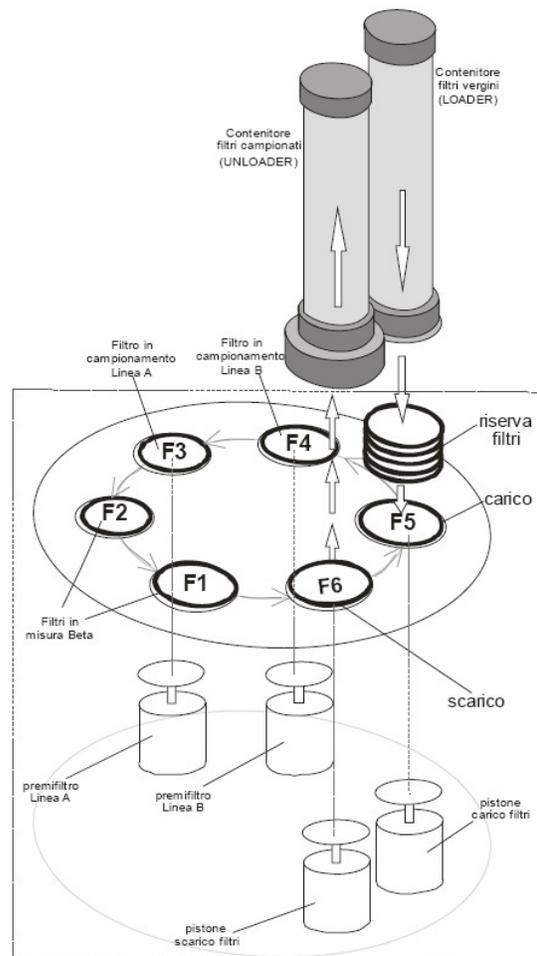
Sul piatto è, inoltre, presente un foro per consentire la misura del flusso beta in aria ¹.

La rotazione del piatto consente di portare i filtri in una pluralità di posizioni successive, richieste dal ciclo di carico filtro, accumulo e misura campione, scarico filtro.

La movimentazione del piatto è eseguita da un motore passo-passo controllato dalla elettronica di gestione dello strumento.

- **Dispositivi per la movimentazione dei filtri "operativi" rispetto al piatto girevole** costituiti da:

- Pistoni ad azionamento pneumatico per il carico / lo scarico dei filtri sul / dal piatto girevole.
- Pistoni premifiltro ad azionamento pneumatico per il posizionamento a tenuta dei filtri sulle linee di prelievo.
- Sensori di posizionamento piatto.
- Sensori di presenza filtro che consentono di verificare l'avvenuto caricamento del filtro.
- Sensori di posizionamento sistema di misura.



¹ Vedi successivo punto 3.2.

² Vedi successivo punto 5.1.3.

2.3 **Sistema di misura di massa**

Il sistema di misura di massa è costituito da:

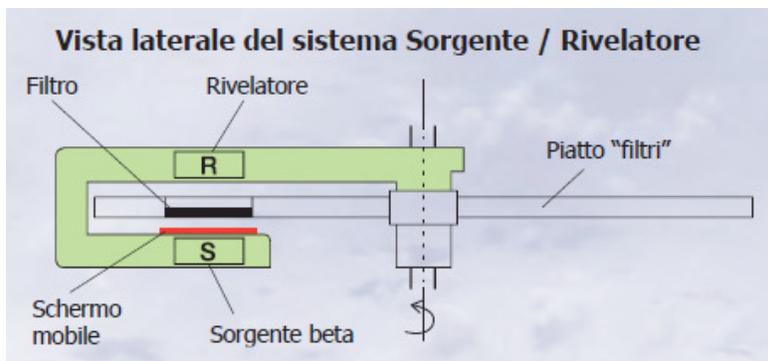
- Sorgente beta ^{14}C .
- Rivelatore Geiger-Müller.

Sorgente e rivelatore sono disposti da parti opposte rispetto al filtro in misura, in maniera tale che le radiazioni emesse dalla sorgente attraversino il filtro e vengano assorbite dal particolato raccolto su questo prima di essere rilevati dal rivelatore.

Il blocco sorgente-rivelatore è alloggiato su un braccio mobile che mantiene sorgente e rivelatore meccanicamente vincolati e solidali tra loro.

Il braccio ruota intorno all'asse "z" del piatto girevole di posizionamento filtri, consentendo a sorgente e rivelatore di assumere tre diverse posizioni, rispetto al piatto stesso, per effettuare le misure previste. Il braccio è messo in rotazione da un motore passo-passo gestito dall'elettronica di gestione dello strumento.

Sul braccio è anche applicato uno schermo mobile che, quando richiesto dalla sequenza di misura, si interpone tra sorgente e rivelatore, schermando la prima rispetto al secondo ed impedendo che le radiazioni emesse dalla sorgente attraversino l'eventuale filtro interposto fra sorgente stessa e rivelatore.



2.4 **Unità compressore**

Il compressore in dotazione allo SWAM 5a Dual Channel Monitor consente di generare aria di servizio alla pressione di 200-300 kPa, utilizzata dallo strumento per i movimenti dei servo-meccanismi.

2.5 **Meccanica di sequenzializzazione**

Le scelte progettuali e la realizzazione meccanica del campionario-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor sono state finalizzate all'ottenimento di un elevatissimo grado di affidabilità nel tempo della movimentazione meccanica. Le soluzioni adottate hanno consentito, inoltre, di annullare la possibilità di interruzioni indesiderate di una qualsiasi delle fasi del processo di sequenzializzazione.

I movimenti meccanici di base (carico e scarico filtri, posizionamento del filtro nella zona di accumulo, ecc.) sono effettuati da servo-meccanismi elettropneumatici ad un solo grado di libertà, così da garantire una elevatissima ripetibilità.

Un insieme di controlli di qualità relativi ai tempi di attuazione dei movimenti meccanici permette di monitorare e caratterizzare oggettivamente lo stato meccanico complessivo, consentendo così un'efficace diagnosi preventiva.

L'utilizzo di attuatori elettropneumatici consente inoltre di ottenere una considerevole autonomia di movimentazione anche in assenza di alimentazione da rete.

2.6 Elettronica e software di gestione

L'elettronica del campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor è basata su due CPU in architettura master-slave, ognuna con compiti diversi.

La CPU slave gestisce le movimentazioni meccaniche e l'acquisizione dei segnali digitali e analogici, mentre la CPU master gestisce i task relativi all'I/O, alle comunicazioni, alla tempificazione delle operazioni, alla misura ed al controllo della portata, alla misura della massa raccolta, alla memorizzazione dei dati.

Nella struttura della CPU master sono archiviate tutte le informazioni di campionamento e misura, i *log* dei test, i *log* degli "Alarm"/"Warning"¹, i *log* delle movimentazioni meccaniche.

Il software di gestione è strutturato in menu con navigazione ad albero e consente:

- l'accesso ai dati di campionamento e misura dei filtri processati;
- l'accesso ai dati di campionamento e misura in corso;
- l'impostazione dei parametri di campionamento e misura;
- l'esecuzione di "tools" per le verifiche strumentali e la calibrazione.

Il software consente di accedere alle informazioni di campionamento e misura in qualunque momento, anche durante il campionamento, senza interferire in alcun modo con i cicli operativi.

Durante il campionamento è, inoltre, possibile accedere a tutte le informazioni relative ai cicli di campionamento precedenti.

2.7 Interfacce

2.7.1 Interfaccia operatore locale

L'interfaccia con l'utente locale è realizzata da pannello frontale dello strumento tramite:

- display LCD a due righe da 40 caratteri;
- tastiera a membrana di programmazione e controllo;
- LED di segnalazione.

In particolare, i LED di segnalazione sono indicatori dello stato e di eventuali condizioni di malfunzionamento dello strumento nel suo complesso e di singoli componenti.

¹ Descritti al successivo paragrafo 6.

2.7.2 Interfacce seriali

Il campionatore-misuratore di PM10 e PM2,5 SWAM 5a Dual Channel Monitor è dotato di due interfacce seriali RS232:

- **Interfaccia seriale RS232 per collegamento PC**
Consente lo scambio dati con un PC esterno collegato direttamente allo strumento.
- **Interfaccia seriale RS232 per collegamento Modem**
E' utilizzata per connettere, tramite modem esterno (PSTN, GSM), un PC remoto.

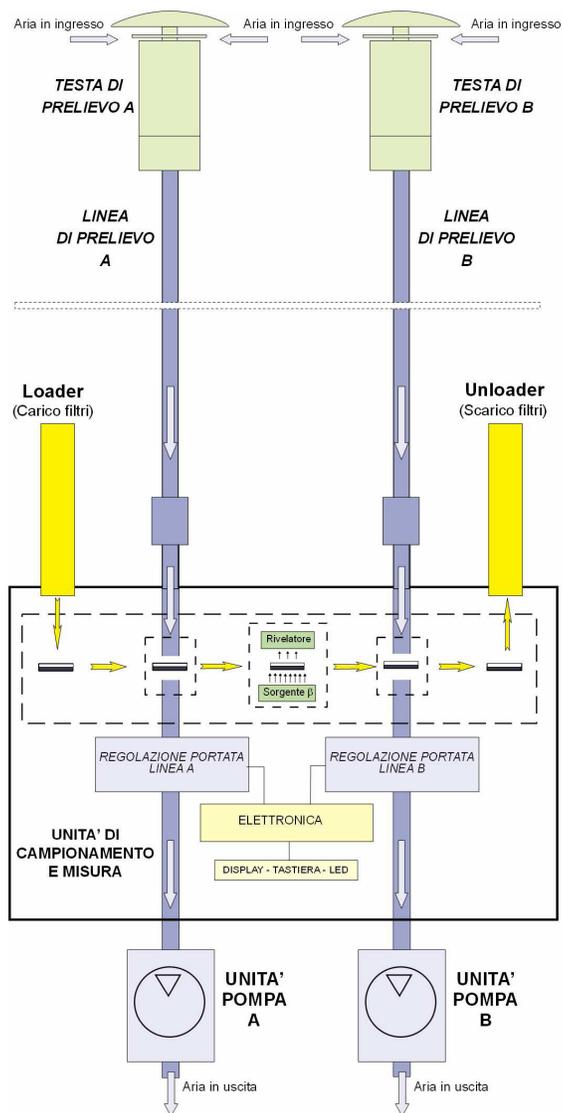
2.7.3 Uscita dati in forma analogica

Sul pannello posteriore dello SWAM 5a Dual Channel Monitor è presente un'uscita dati analogica su connettore a 15 pin. In dettaglio, i segnali disponibili sono:

- Segnale analogico proporzionale alla *Concentrazione misurata sulla Linea PM10 alle effettive condizioni di T e P*, variabile da 0 a 5V
- Segnale analogico proporzionale alla *Concentrazione misurata sulla Linea PM2,5 alle effettive condizioni di T e P*, variabile da 0 a 5V
- Segnale analogico proporzionale alla *Pressione dell'aria di servizio*, variabile da 0 a 5V
- Contatto NA segnale di "Alarm"
- Contatto NA segnale di "Warning"
- Contatto NA segnale di *Misura disponibile*
- Contatto NA segnale di *Validazione dato*, attivato al verificarsi di una delle seguenti condizioni:
 - la tensione di alimentazione del rivelatore Geiger-Müller non è compresa nell'intervallo 610÷640 Volt;
 - il valore dei conteggi "Blank" non è compreso nell'intervallo tra 20.000 cpm ed il valore dei conteggi "Aria"¹;
 - la percentuale del tempo effettivo di campionamento è inferiore al valore impostato (valore di default: 75%).

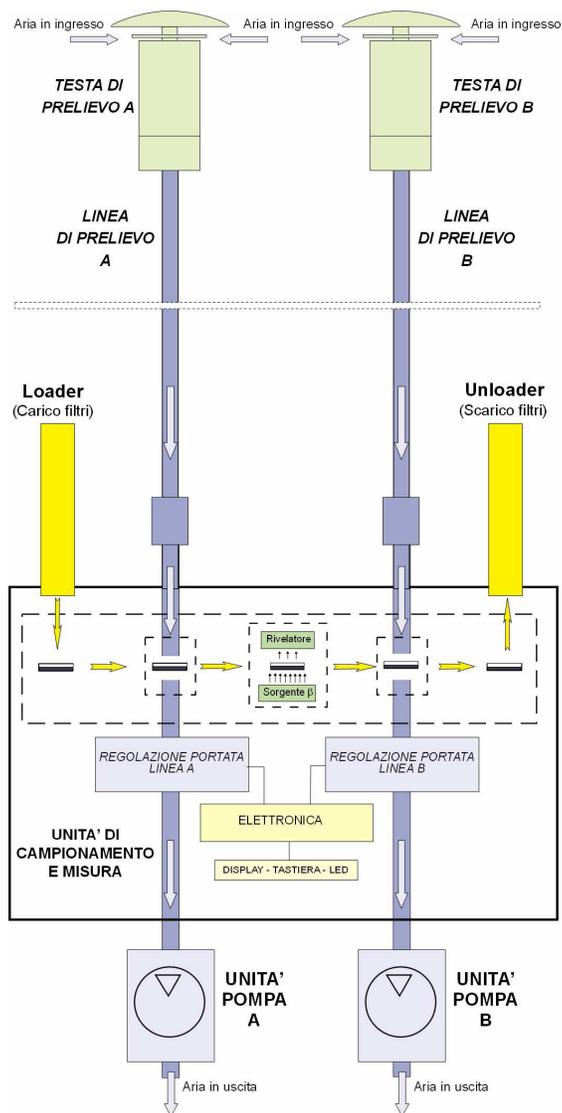
¹ Vedi successivo punto 3.2.

3. MODALITA' DI FUNZIONAMENTO



SCHEMA DI FUNZIONAMENTO

3. MODALITA' DI FUNZIONAMENTO



SCHEMA DI FUNZIONAMENTO

Il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor opera per cicli consecutivi.

La durata del ciclo identifica la durata del campionamento effettuato su ogni membrana ed è programmabile ai seguenti valori: 8, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168 ore.

Di default, la durata del ciclo è impostata a 24 ore, in conformità alle vigenti normative in materia di monitoraggio della qualità dell'aria.

I campioni di materiale particellare vengono accumulati sulle membrane filtranti e su di esse viene eseguita la misura di massa. Durante il tempo di misura di ogni coppia di membrane, una relativa alla linea di prelievo PM10 ed una relativa alla linea di prelievo PM2,5, è attivo il campionamento sulla coppia successiva.

3.1 Fase di campionamento

3.1.1 Prelievo ed accumulo dei campioni sui mezzi filtranti

Lo SWAM 5a Dual Channel Monitor campiona il materiale particellare sospeso in atmosfera utilizzando teste di prelievo dotate di frazionatore granulometrico e con portata nominale compresa tra 0,8 e 2,5 m³/h.

Il valore della portata operativa è programmabile in maniera indipendente per ciascuna linea di prelievo e viene selezionato in funzione delle caratteristiche della testa utilizzata e del taglio granulometrico desiderato.

L'accumulo del materiale particellare sospeso viene realizzato, per entrambe le linee di prelievo, con il trasferimento del campione dalla testa di prelievo al mezzo filtrante ad una temperatura prossima a quella dell'aria esterna allo scopo di minimizzare le perdite di materiale volatile.

Per la raccolta del campione, vengono utilizzate membrane filtranti con diametro standard di 47 mm. Ogni membrana è inserita in un portafiltro composto da due dischi circolari che, accoppiandosi a pressione, trattengono la membrana al loro interno.

Per ogni ciclo operativo, il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor misura e memorizza, per ciascuna linea di prelievo, i valori delle principali variabili utili a descrivere la fase di campionamento, fornendo così tutte le informazioni necessarie a caratterizzare il trasferimento e l'accumulo del campione sul mezzo filtrante.

In dettaglio, nel corso del campionamento, lo strumento effettua la misura di:

- temperatura dell'aria esterna;
- temperatura in prossimità della membrana filtrante;
- pressione atmosferica.

Al termine del campionamento, le seguenti informazioni:

- valore minimo, valore medio e valore massimo della temperatura dell'aria esterna durante il campionamento;
- valore minimo, valore medio e valore massimo della temperatura in prossimità della membrana filtrante durante il campionamento;
- valore minimo, medio e massimo della pressione atmosferica durante il campionamento;

- differenza massima tra la temperatura dell'aria esterna e la temperatura in prossimità della membrana filtrante (ΔT massimo);
- data e ora di rilevamento del ΔT massimo;
- durata del periodo in cui il ΔT massimo ha superato il valore di 5°C;
- valore medio della differenza tra la temperatura dell'aria esterna e la temperatura in prossimità della membrana filtrante (ΔT medio);

vengono memorizzate dallo strumento nella propria memoria dati ("Buffer Data").

La disponibilità dei valori di temperatura dell'aria esterna e di temperatura in prossimità della membrana è di ausilio alla valutazione della rappresentatività del campione prelevato e delle potenziali perdite di materiali volatili.

3.1.2 Controllo e regolazione della portata operativa

Il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor è in grado, per ciascuna linea di prelievo, di controllare e regolare in continuo e in automatico la portata operativa in ingresso, in modo tale da assicurarne la stabilità durante il campionamento.

Per ciascuna linea di prelievo, il valore della portata "attuale" ¹ all'ingresso della testa di prelievo, Q_{inlet} , è ricavato attraverso la relazione:

$$Q_{inlet} = Q_s \cdot \frac{T_a \cdot P_s}{T_s \cdot P_a}$$

dove:

Q_s è il valore della portata normalizzata a definite condizioni di temperatura e pressione, determinato dallo strumento come descritto al precedente punto 2.1.4

T_a è il valore della temperatura dell'aria esterna misurata dallo strumento

P_a è il valore della pressione atmosferica misurata dallo strumento

T_s è il valore della temperatura "standard" ²

P_s è il valore della pressione "standard" ³

La regolazione è effettuata in modo indipendente su ciascuna delle due linee di prelievo dal sistema descritto al precedente punto 2.1.4.

¹ Valore riferito alle effettive condizioni di temperatura e di pressione in prossimità della testa di prelievo.

² Temperatura di normalizzazione (tipicamente $T = 293$ K). Questo valore è programmabile da operatore.

³ Pressione di normalizzazione (tipicamente $P = 101,3$ kPa). Questo valore è programmabile da operatore.

3.2 Fase di misura di massa

Il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor realizza la misura di massa del particolato depositato su membrana filtrante attraverso il metodo di assorbimento di radiazioni beta emesse da una sorgente ^{14}C a bassa attività e rilevate da un contatore Geiger-Müller.

L'approccio metodologico utilizzato nella progettazione e nella realizzazione dello strumento ha permesso di raffinare la tecnica di misura implementata così da renderla metrologicamente tracciabile. In tal modo è possibile, in ogni condizione operativa o situazione ambientale, valutare in maniera quantitativamente accurata la presenza di *bias* (errori) associati al metodo dell'assorbimento beta.

Il primo elemento concettuale innovativo, che contraddistingue il metodo implementato nello SWAM 5a Dual Channel Monitor, è quello che ogni singola fase di misura sul mezzo filtrante è integrata con due misure ancillari:

- Misura delle radiazioni beta quando fra sorgente e rivelatore è interposta solo una lamina d'aria (**flusso beta in aria**).
- Misura delle radiazioni beta attraverso un filtro vergine (ovvero senza deposito di materiale particellare), denominato **filtro "spia"**, assolutamente equivalente (in termini di tipologia, forma, popolazione, spessore di massa, evoluzione temporale, ecc.) al filtro "operativo" utilizzato per l'accumulo del materiale particellare.

Le due misure ancillari permettono di individuare:

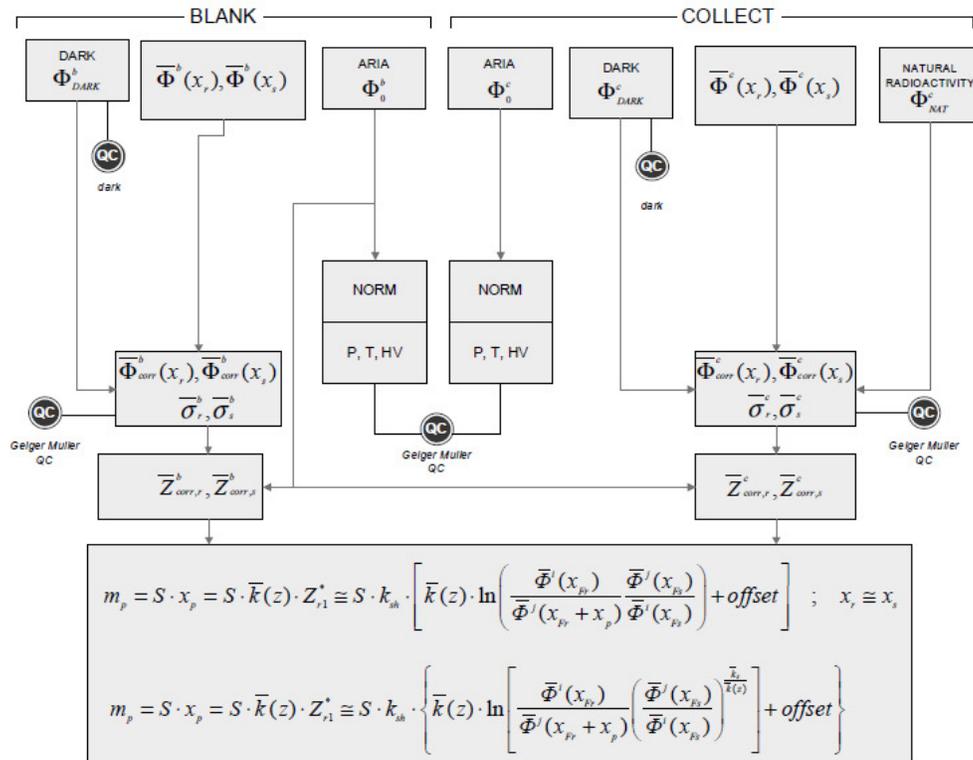
- **Bias relativi a variazioni della densità dell'aria e/o bias legati a variazioni dell'efficienza di risposta del rivelatore**

L'analisi temporale del flusso beta in aria, supportata dai valori ottenuti in precedenti fasi di misura, permette di stabilire se le variazioni riscontrate dipendono solamente da fluttuazioni nella densità dell'aria o se in esse vi è un contributo legato all'efficienza di risposta del rivelatore. Tali contributi sono quantificati in modo indipendente.

- **Bias relativi a variazioni nello spessore di massa del filtro "spia"**

L'analisi temporale del flusso beta attraverso il filtro "spia", supportata dai valori ottenuti in precedenti fasi di misura ed unita alle informazioni relative all'analisi dei flussi beta in aria, permette di stabilire la presenza di bias legati a variazioni nello spessore di massa del filtro "spia" e, conseguentemente, del filtro "operativo" sul quale è stato accumulato il campione.

Il secondo elemento innovativo è rappresentato dall'utilizzo di un unico sistema solidale sorgente - rivelatore, geometricamente invariante, attraverso il quale viene effettuato l'insieme delle misure, sia sui filtri "operativi" sui quali viene accumulato il campione di materiale particellare sia sui filtri "spia".



SCHEMATIZZAZIONE LOGICA DELLA FASE DI MISURA DI MASSA

Operativamente, la massa del campione accumulato su filtro viene determinata calcolando la variazione tra l'assorbimento di radiazioni beta dovuto al filtro vergine e l'assorbimento di radiazioni beta dovuto al filtro campionato.

Ogni ciclo di misura consiste, pertanto, di due fasi:

- una fase di misura, eseguita prima dell'inizio del campionamento, sul filtro vergine, denominata sessione di **"Blank"**;
- una fase di misura, eseguita al termine del campionamento, sul filtro campionato, denominata sessione di **"Collect"**.

Ogni fase è costituita da una successione di "n" cicli di misure di flussi beta.

Ciascuno di questi cicli viene alternativamente effettuato sulla coppia di filtri "operativi", uno corrispondente alla linea di prelievo PM10 e l'altro corrispondente alla linea di prelievo PM2,5, e su un filtro "spia".

Nell'applicazione reale, è necessario tenere conto dell'insieme delle variabili che influenzano i valori dei flussi beta nelle fasi "Blank" e "Collect" e che possono introdurre deviazioni sistematiche e casuali nella misura di massa.

Le principali variabili da prendere in considerazione sono:



CAMPIONATORE-MISURATORE BICANALE DELLE FRAZIONI PM10 E PM2,5 DEL MATERIALE PARTICOLATO SOSPESO

SCHEDA TECNICA

SWAM 5a Dual Channel Monitor

- Rumore di fondo.
- Radioattività dovuta alla presenza nel campione di radionuclidi naturali (radioattività naturale associata ai prodotti di decadimento del Radon).
- Variazioni della densità dell'aria fra sorgente e rivelatore nell'intervallo tra la fase di misura del filtro vergine e del filtro campionato.
- Efficienza di conteggio del Geiger-Müller, dipendente dalla costanza dell'alta tensione di alimentazione del rivelatore.

In tal senso, allo scopo di garantire un elevato livello di accuratezza e precisione della misura di massa, lo SWAM 5a Dual Channel Monitor opera con le seguenti modalità:

- Il valore del rumore di fondo viene quantificato rilevando, in ogni fase di misura, i segnali in uscita dal rivelatore a sorgente schermata (**conteggi "Dark"**): in questa condizione, il Geiger-Müller rileva esclusivamente le radiazioni beta di fondo.
I valori corretti dei conteggi beta relativi alla sessione di "Blank" ed alla sessione di "Collect" vengono, quindi, determinati rimuovendo dai valori misurati il contributo dei conteggi "Dark".
- Il valore della radioattività naturale viene quantificato, al termine del campionamento, rilevando i segnali in uscita dal rivelatore a sorgente schermata (**conteggi "Natural"**): in questa condizione, il Geiger-Müller rileva esclusivamente le radiazioni beta provenienti dal campione accumulato sul filtro.
I valori corretti dei conteggi beta relativi alla sessione di "Collect" vengono, quindi, determinati rimuovendo dai valori misurati il contributo dei conteggi "Natural".
- L'incertezza della misura di massa associata alle variazioni della densità dell'aria fra sorgente e rivelatore è minimizzata correggendo i valori dei conteggi "Blank" e "Collect" sulla base dei valori misurati di temperatura e pressione nel corso di ciascuna fase di misura.
- L'incertezza della misura di massa associata alle variazioni dell'alta tensione di alimentazione (HV) del Geiger-Müller è minimizzata correggendo i valori dei conteggi "Blank" e "Collect" sulla base dei valori misurati di HV nel corso di ciascuna fase di misura.
- Nel corso di ogni sessione di "Blank" e di "Collect", viene controllata la stabilità della risposta del rivelatore, rilevando i segnali in uscita dal Geiger-Müller quando fra sorgente e rivelatore non è interposto alcun mezzo filtrante (**conteggi "Aria"**).
- Tutti i valori di conteggi beta misurati sono corretti in ragione del tempo morto del rivelatore, determinato sperimentalmente mediante un'opportuna procedura implementata nello strumento.

Al termine di ogni ciclo di campionamento e misura, lo strumento calcola il valore di massa del materiale particolato depositato su ciascun filtro operativo, sulla base delle misure effettuate ed utilizzando la funzione di calibrazione del sistema di misura di massa determinata in fase di collaudo in fabbrica.

Rapportando questo valore al volume di aria campionata, determina, quindi, il valore di concentrazione in massa relativo a ciascuna delle due linee di prelievo.

Il valore della concentrazione in massa fornito dallo SWAM 5a Dual Channel Monitor è espresso tenendo conto che il volume a cui riferirsi per la sua determinazione è il volume "attuale",



CAMPIONATORE-MISURATORE BICANALE DELLE FRAZIONI PM10 E PM2,5 DEL MATERIALE
PARTICOLATO SOSPESO

SCHEDA TECNICA

SWAM 5a Dual Channel Monitor

ovvero il volume campionato alle effettive condizioni di temperatura e pressione in prossimità della testa di prelievo.

Lo strumento fornisce, inoltre, il valore di concentrazione in massa riferito al volume "normalizzato" a definite condizioni di temperatura e pressione, tipicamente a $T = 293 \text{ K}$ e $P = 101,3 \text{ kPa}$.

I valori di T e P di normalizzazione sono programmabili da operatore.

Nel corso di ogni ciclo di misura di massa, lo SWAM 5a Dual Channel Monitor effettua la misura di:

- temperatura nella zona di misura;
- pressione nella zona di misura;
- umidità relativa nella zona di misura.

Al termine del ciclo di campionamento e misura, le seguenti informazioni:

- valore della temperatura nella zona di misura durante la sessione di "Blank";
- valore della pressione nella zona di misura durante la sessione di "Blank";
- valore dell'umidità relativa nella zona di misura durante la sessione di "Blank";
- valore della temperatura nella zona di misura durante la sessione di "Collect";
- valore della pressione nella zona di misura durante la sessione di "Collect";
- valore dell'umidità relativa nella zona di misura durante la sessione di "Collect";

vengono memorizzate nel Buffer Data.

4. CARATTERISTICHE OPERATIVE

4.1 Gestione dei filtri

Il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor gestisce in modo automatico fino a 72 filtri.

I filtri vergini sono "stoccati" nel contenitore di carico (Loader), costituito da:

- un corpo cilindrico bianco semitrasparente, contrassegnato con un cerchio giallo,
- un pressore in plastica bianca, collocato all'interno del contenitore,
- un tappo nero, contrassegnato con un cerchio giallo.

In tal modo, i filtri sono protetti da qualsiasi contaminazione di materiale particellare proveniente dall'esterno.

I filtri vergini sono caricati automaticamente all'avvio del ciclo di campionamento.

Alla fine del ciclo, i filtri campionati vengono immediatamente trasferiti nel contenitore di scarico (Unloader), costituito da:

- un corpo cilindrico bianco semitrasparente,
- un pressore in plastica bianca, collocato all'interno del contenitore,
- un tappo nero.

e resi disponibili all'operatore.

I filtri campionati stoccati all'interno dell'Unloader sono protetti da qualsiasi contaminazione di materiale particellare proveniente dall'esterno e vengono mantenuti alla temperatura del vano strumento.

4.2 Tipologia di membrane filtranti

Lo SWAM 5a Dual Channel Monitor consente l'impiego di differenti tipologie di mezzi filtranti: filtri in fibra di vetro, filtri in fibra di quarzo, filtri in Teflon, ecc.

I criteri di scelta della tipologia da utilizzare sono basati su:

- ottimizzazione delle prestazioni della misura di massa tramite assorbimento beta;
- condizioni operative di campionamento;
- eventuali esigenze di speciazione chimica del campione.

Nelle applicazioni dello strumento essenzialmente rivolte alla misura della concentrazione di massa (ad esempio, reti di monitoraggio), è raccomandato l'utilizzo di mezzi filtranti in fibra di vetro, in ragione delle loro caratteristiche di:

- adeguata efficienza di separazione;
- bassa caduta di carico nelle più generali condizioni operative;
- elevata capacità di carico;
- basso grado di igroscopicità;
- adeguata omogeneità strutturale;
- buona resistenza meccanica,
- costi contenuti.

4.3 Selezione del portafiltro

La misura di massa tramite assorbimento di radiazioni beta è basata sulla determinazione della densità superficiale di massa. A parità di quantità di materiale particellare campionato, la densità superficiale di massa risulterà inversamente proporzionale alla superficie utile di accumulo.

Il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor può operare utilizzando portafiltri con differenti superfici utili di campionamento ("*beta equivalent spot area*").

In dettaglio, quando la portata operativa è di 2,3 m³/h, possono essere utilizzati portafiltri con:

- *beta equivalent spot area* = 11,95 cm²
- *beta equivalent spot area* = 7,07 cm²
- *beta equivalent spot area* = 5,20 cm²

La possibilità di scegliere differenti *beta equivalent spot area* permette di ottimizzare il rapporto segnale/rumore in ragione dei livelli di concentrazione "attesi" nel sito di campionamento, della stagione considerata, dell'impedenza e della capacità di carico del mezzo filtrante utilizzato.

In particolare, consente di aumentare la sensibilità della misura in caso di campionamenti di durata limitata o in ambienti caratterizzati da bassi livelli di concentrazione di materiale particellare sospeso.

4.4 Autonomia

L'autonomia di prelievo del campionatore-misuratore di PM10 e PM2,5 SWAM 5a Dual Channel Monitor, senza necessità di interventi manuali per la sostituzione dei supporti filtranti, è determinata dalla modalità operativa, dalla durata dei cicli di campionamento e misura e dalla capacità dei contenitori di carico filtri vergini (Loader) e di scarico filtri campionati (Unloader).

Se:

- la modalità operativa è quella che consente la determinazione contemporanea di PM10 e PM2,5;
- la durata del ciclo di campionamento e misura è di 24 ore;
- i contenitori Loader e Unloader hanno entrambi una capacità di 72 filtri (numero massimo di filtri gestibili in automatico dallo strumento);

l'autonomia di prelievo è pari a:

- 32 giorni di autonomia prima di entrare in riserva. Durante questo periodo, è possibile aggiungere nuovi supporti filtranti senza interrompere i cicli di campionamento e misura.
- 36 giorni di autonomia massima.

4.5 Gestione dello strumento in assenza di alimentazione di rete

Il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor è stato progettato per superare in modo ottimale le situazioni in cui si verificano fluttuazioni improprie della tensione di alimentazione di rete o sue interruzioni. In tal modo, lo strumento è praticamente immune da tutte le problematiche potenzialmente legate all'alimentazione di rete.

Lo strumento è dotato infatti di una alimentazione a batterie ricaricabili in tampone e possiede un'architettura di movimentazione meccanica (elettro-pneumatica) tale da permettergli di raggiungere una qualsivoglia configurazione meccanica anche in assenza di alimentazione di rete.

Durante un "power failure":

- si interrompono i campionamenti in corso (mancanza di alimentazione delle pompe);
- lo strumento stima lo stato di carica e il tempo residuo di autonomia delle batterie;
- se il tempo residuo di autonomia è sufficiente, lo strumento completa gli eventuali cicli di misura di massa in corso;
- attraverso l'analisi dello stato operativo e di programmazione, lo strumento seleziona la configurazione meccanica ottimale da assumere per riprendere il ciclo operativo in modo corretto, al momento del ripristino dell'alimentazione di rete;
- dopo aver assunto la corretta configurazione meccanica, lo strumento segue una procedura di autospegnimento disattivando il pannello di comando e controllo fino al ripristino dell'alimentazione di rete.

Al ritorno dell'alimentazione, lo strumento:

- Riprende automaticamente il ciclo operativo conformemente a quanto programmato.
- Memorizza la durata dell'evento nel Buffer Data.

4.6 Impostazione dei parametri di campionamento e misura

Il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor consente di impostare i seguenti parametri di campionamento per ciascuna linea di prelievo:

- Portata operativa di campionamento.
- Valore minimo del rapporto percentuale tra portata operativa e portata nominale.
- Limite minimo di caduta di pressione sul filtro.
- Limite massimo di caduta di pressione sul filtro.
- "Beta equivalent spot area".

L'operatore può, inoltre, impostare i seguenti parametri strumentali comuni alle due linee di prelievo:

- Valore della temperatura di normalizzazione (utilizzato per il calcolo del volume standard).
- Valore della pressione di normalizzazione (utilizzato per il calcolo del volume standard).
- Data e ora dello strumento.
- Durata del ciclo di campionamento.

5. CONTROLLI DI QUALITA'

5.1 Controlli automatici

5.1.1 Controlli sul circuito pneumatico di campionamento

Il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor implementa i seguenti controlli di qualità automatici relativi al circuito pneumatico di campionamento di ciascuna linea di prelievo:

- **Controllo automatico della tenuta del circuito pneumatico - *Auto Leak Test***

All'inizio di ogni ciclo di campionamento, lo SWAM 5a Dual Channel Monitor attiva una procedura automatica che, sfruttando l'equazione che descrive lo stato di equilibrio di un gas perfetto in un sistema a volume noto, consente di verificare la tenuta del circuito pneumatico a valle della membrana filtrante.

Il test fornisce come risultato il valore della perdita specifica, da cui è possibile ricavare il valore della perdita in condizioni operative.

Il valore della perdita specifica viene memorizzato dallo strumento nel Buffer Data.

Se il valore risulta maggiore di 5 ml/(min*kPa), viene attivato e memorizzato il relativo messaggio di "Warning". Se il valore risulta maggiore di 10 ml/(min*kPa), viene attivato e memorizzato il relativo messaggio di "Alarm".

- **Controllo della calibrazione del sistema di misura della portata - *Pneumatic Auto Span Test***

All'inizio di ogni ciclo di campionamento, lo SWAM 5a Dual Channel Monitor attiva una procedura automatica che consente di verificare l'accuratezza della misura della portata operativa.

Un flusso di aria ambiente prelevato da una presa d'aria ausiliaria attraversa un orificio convergente-divergente, che opera in condizioni di pressione critica (ISO 9300:2005), e viene fatto fluire attraverso il sistema di misura della portata.

Il flusso così generato può essere, pertanto, considerato come standard di trasferimento.

Il valore della portata di massa ad esso associato viene determinato utilizzando la relazione:

$$Q_m = \left(\frac{C^* \cdot A \cdot C_d}{\sqrt{R_{\text{gas}}}} \right) \cdot \frac{P_o}{\sqrt{T_o}}$$

dove:

- P_o e T_o rappresentano la pressione e la temperatura a valle dell'orificio
- C^* (fattore critico di flusso), A (area dell'orificio) e C_d ("coefficiente di scarico") sono parametri costanti che caratterizzano l'orificio
- R_{gas} è la costante dei gas

Lo strumento calcola lo scostamento percentuale fra questo valore ed il valore di portata operativa determinato dal sistema di misura della portata dello strumento e lo memorizza nel Buffer Data.

Se il valore dello scostamento percentuale non è compreso nell'intervallo $\pm 4\%$, viene attivato e memorizzato il relativo messaggio di "Warning". Se il valore dello scostamento percentuale non è compreso nell'intervallo $\pm 10\%$, viene attivato e memorizzato il relativo messaggio di "Alarm".

- **Controllo della stabilità della portata in ingresso**

Come indicato al precedente punto 3.1.2, lo SWAM 5a Dual Channel Monitor effettua in continuo il controllo della portata operativa di campionamento regolandola automaticamente in modo tale da mantenerla costante.

Allo scopo di fornire una stima quantitativa dell'efficacia di questo controllo, lo strumento calcola e memorizza nel Buffer Data, per ogni ciclo di campionamento, il valore di una variabile descrittiva della stabilità della portata operativa, denominata "RSD", attraverso l'espressione:

$$RSD\% = \sqrt{\frac{\sum (Q_i - Q)^2}{N - 1}} \times \frac{1}{Q} \times 100$$

dove:

- Q_i = portata misurata
- Q = portata nominale impostata

- **Controllo della caduta di pressione sul filtro**

Lo SWAM 5a Dual Channel Monitor effettua in modo automatico la misura della caduta di pressione sul mezzo filtrante e, per ogni ciclo di campionamento, ne memorizza il valore iniziale, il valore finale ed il valore massimo nel Buffer Data.

Il controllo di questo parametro è di fondamentale importanza per assicurare che il campionamento avvenga in condizioni ottimali. Il valore della caduta di pressione sul filtro fornisce ad esempio informazioni sull'eventuale danneggiamento del filtro, sulla possibile formazione di condensa o comunque sul raggiungimento della massima capacità di carico del filtro.

- **Controllo della sensoristica**

Lo SWAM 5a Dual Channel Monitor esegue automaticamente dei controlli di qualità volti a verificare il corretto funzionamento di tutti i sensori implementati.

In particolare, sui sensori di pressione si verifica che in condizioni operative sia sempre rispettata la relazione $P_{atmosfera} > P_{filtro} > P_{pompa}$.

5.1.2 Controlli sulla misura di massa

Nella fase di misura di massa del campione, il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor implementa i seguenti controlli automatici volti a garantire la qualità del dato di massa:

- **Controllo del rumore di fondo**

I conteggi del rumore di fondo (conteggi "Dark") vengono rilevati all'inizio di ogni ciclo di misura di massa e memorizzati nel Buffer Data al termine di ciascun ciclo di campionamento e misura.

Se i conteggi "Dark" non sono compresi nell'intervallo $1 \div 150$ cpm, viene attivato e memorizzato il relativo messaggio di "Warning".

- **Controllo dell'alta tensione di alimentazione del contatore Geiger-Müller**

La qualità della risposta strumentale del rivelatore è strettamente legata alla stabilità del valore dell'alta tensione di alimentazione dello stesso rivelatore. Per tale motivo, nel corso di ogni ciclo di misura di massa, lo strumento misura la tensione di alimentazione del rivelatore e ne calcola la corrispondente deviazione standard durante il ciclo.

Se il valore dell'alta tensione misurato non è compreso nell'intervallo $610 \div 640$ Volt, viene attivato e memorizzato il relativo messaggio di "Warning".

Se il valore della deviazione standard dell'alta tensione durante il ciclo di misura è superiore a 1 Volt, viene attivato e memorizzato il relativo messaggio di "Warning".

Al termine di ogni ciclo operativo, i valori dell'alta tensione di alimentazione del contatore Geiger-Müller durante le sessioni di misura di "Blank" e di "Collect" vengono memorizzati nel Buffer Data.

- **Controllo della stabilità a breve termine della risposta del contatore Geiger-Müller**

Durante la misura del flusso di radiazioni beta che attraversa il mezzo filtrante, viene verificata la congruenza fra il rateo dei conteggi rilevati e la statistica di Poisson, descrittiva del decadimento radioattivo.

Se il risultato di questo confronto non rispetta la statistica di Poisson, viene attivato e memorizzato il relativo messaggio di "Warning".

- **Controllo della stabilità a lungo termine della risposta del contatore Geiger-Müller**

Allo scopo di monitorare potenziali lente derive nella risposta strumentale del rivelatore, vengono confrontati i valori dei conteggi "Aria" fra cicli di misura di massa successivi.

Se la differenza percentuale fra il valore dei conteggi "Aria" misurato e quello di riferimento è maggiore del valore limite impostato, viene attivato e memorizzato il relativo messaggio di "Warning".

5.1.3 Verifica automatica della calibrazione del sistema di misura di massa

Grazie alla innovativa ed esclusiva tecnica di misura implementata, il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor non necessita di alcuna calibrazione periodica, se non quando si verificano avarie del sistema di misura che comportino la sostituzione di uno o più componenti (contatore Geiger-Müller ed elettronica associata).

In condizioni operative, la garanzia della corretta implementazione della procedura di misura e dell'invarianza della funzione di calibrazione è assicurata dai seguenti controlli di qualità (QC) integrati, descritti al precedente punto 5.1.2:

- Controllo di qualità "rumore di fondo"
- Controllo di qualità "tensione alimentazione del contatore Geiger-Müller"
- Controllo di qualità "stabilità a breve termine del contatore Geiger-Müller"
- Controllo di qualità "stabilità a lungo termine del contatore Geiger-Müller"

In aggiunta alle procedure sopra elencate, lo SWAM 5a Dual Channel Monitor è comunque in grado di attivare, all'inizio di ogni ciclo operativo, una procedura automatica di verifica della calibrazione del sistema di misura di massa, denominata **Beta Span Test**.

Il controllo viene eseguito misurando alternativamente il flusso beta in aria (Φ_0) (ovvero il flusso beta misurato quando tra sorgente e rivelatore non è interposto il mezzo filtrante) ed i flussi beta attraverso due membrane di riferimento (Φ_{R1} , Φ_{R2}), costituite da lamine in alluminio di spessore di massa noto (R_1 , R_2) fornite in dotazione allo strumento.

Dai valori medi di Φ_0 , Φ_{R1} , Φ_{R2} , ed utilizzando la funzione di calibrazione determinata in fase di collaudo in fabbrica, lo strumento ricava gli spessori di massa " x_{mis} " di R_1 e R_2 .

Confrontando questi valori con i corrispondenti valori nominali, lo strumento calcola quindi il relativo scostamento percentuale:

$$\frac{x_{mis}(R_1) - x_{R1}}{x_{R1}} \%$$
$$\frac{x_{mis}(R_2) - x_{R2}}{x_{R2}} \%$$

I dati relativi alla procedura automatica di verifica della calibrazione del sistema di misura di massa sono memorizzati in un buffer dedicato (Test Info), nel quale vengono riportati: valore nominale dello spessore di massa di ciascuna delle due membrane, valore dello spessore di massa di ciascuna delle due membrane determinato dallo strumento, scostamento percentuale fra valore nominale e valore misurato per ciascuna delle due membrane, valore dei conteggi "Dark", valore dei conteggi "Aria", valore dei conteggi con la membrana R_1 , valore dei conteggi con la membrana R_2 .

Se lo scostamento percentuale relativo ad una o a entrambe le membrane di riferimento non è compreso nell'intervallo $\pm 5\%$, viene attivato e memorizzato il relativo messaggio di "Warning".

In aggiunta alla modalità di attivazione automatica da parte dello strumento, la procedura di controllo della calibrazione del sistema di misura di massa può essere attivata in modalità manuale da parte dell'operatore.

5.1.4 Controlli sul comportamento strumentale

Il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor implementa i seguenti controlli di qualità automatici sul comportamento strumentale:

- **Controlli sulla gestione dei filtri**
Lo SWAM 5a Dual Channel Monitor è in grado di riconoscere un portafiltra capovolto o privo di membrana filtrante e di operare conseguentemente.
In dettaglio, la coppia di filtri contenente il portafiltra capovolto o privo di membrana viene scaricata e sostituita con quella successiva.
- **Controllo sul corretto funzionamento della ventola di raffreddamento interna**
- **Controllo sulla pressione dell'aria di servizio**
- **Controllo sullo stato di carica delle batterie in tampone**

5.2 Verifiche manuali

Il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor implementa una serie di test, eseguibili su richiesta operatore, utili a garantire elevati standard qualitativi dei dati di campionamento prodotti.

I principali tra questi test vengono di seguito descritti.

5.2.1 Verifiche sul circuito pneumatico di campionamento

Lo strumento implementa le seguenti verifiche di qualità manuali relative al circuito pneumatico di campionamento di ciascuna linea di prelievo:

- **Controllo manuale della tenuta del circuito pneumatico – *Manual Leak Test***
Lo SWAM 5a Dual Channel Monitor include una procedura manuale, denominata *Manual Leak Test*, che consente di verificare la tenuta dell'intero circuito pneumatico, compresa la linea di prelievo, oppure di sue porzioni, utilizzando gli accessori forniti in dotazione allo strumento.

In entrambi i casi, prima di avviare il test, è necessario rimuovere tutti i filtri presenti nello strumento e nel contenitore Loader.

Nel caso si voglia verificare la tenuta dell'intero circuito pneumatico, incluso il tratto comprendente il mezzo filtrante, occorre inserire nel Loader un "filtro completo", dello stesso tipo di quelli utilizzati per il campionamento, e chiudere l'ingresso della linea di prelievo, per cui si vuole eseguire il test, con l'apposito "tappo" fornito come dotazione accessoria dello strumento.

Nel caso si voglia verificare la tenuta del circuito pneumatico a valle del filtro, occorre inserire nel Loader un "portafiltra cieco" fornito come dotazione accessoria dello strumento.

In entrambi i casi, il test fornisce come risultato il valore della perdita specifica, da cui è possibile ricavare il valore della perdita in condizioni operative.

Se il valore della perdita specifica è maggiore di 15 ml/(min*kPa), viene attivato e memorizzato il relativo messaggio di "Warning". Se il valore della perdita specifica è maggiore di 30 ml/(min*kPa), viene attivato e memorizzato il relativo messaggio di "Alarm".

• **Verifica manuale della calibrazione del sistema di misura della portata -
*Pneumatic Manual Span Test***

Lo SWAM 5a Dual Channel Monitor include una procedura manuale, denominata *Pneumatic Manual Span Test*, che consente sia di verificare sia di effettuare la calibrazione del sistema di misura della portata in ingresso.

Per l'esecuzione di questo test, è necessario disporre di un misuratore di portata esterno ¹, da utilizzare come standard di trasferimento secondario.

La procedura richiede di:

- rimuovere tutti i filtri presenti nello strumento e nel contenitore Loader;
- disaccoppiare lo strumento dalla linea di prelievo su cui si desidera eseguire il test;
- collegare il misuratore di portata di riferimento allo strumento mediante un "adattatore" fornito come dotazione accessoria dello strumento;
- inserire nel Loader un "filtro completo", dello stesso tipo di quelli utilizzati per il campionamento e la misura.

5.2.2 Verifica dei servomeccanismi

Il campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor implementa una procedura, denominata *Full Mechanics Test*, che consente di verificare la funzionalità di tutti i servomeccanismi coinvolti nei cicli operativi dello strumento.

Affinché il test sia significativo, assicurarsi che sia presente almeno un filtro all'interno del caricatore.

Il test prosegue fino a che tutti i filtri presenti nel caricatore non vengono scaricati.

Se il test viene positivamente superato sul display appare **Err:00**. Qualora durante il test vengano evidenziate condizioni anomale di funzionamento sul display, verranno visualizzati i corrispondenti messaggi di errore che consentono di identificare sia il servomeccanismo coinvolto sia l'anomalia.

¹ Non incluso nella fornitura dello strumento.

6. WARNING E ALARM

I controlli di qualità sulle fasi di campionamento e di misura e sul comportamento strumentale, descritti nel precedente paragrafo 5, sono gestiti in modo da fornire in tempo reale i dati rilevati e, ove necessario, attivare segnalazioni di allerta ("Warning") o allarme ("Alarm").

6.1 Warning

Nel caso in cui si verificano situazioni che non soddisfano le "strette tolleranze" imposte dagli standard di qualità applicati allo strumento o che potrebbero influire sulla qualità dei dati di campionamento e di misura, lo SWAM 5a Dual Channel Monitor attiva dei messaggi di "Warning" con l'indicazione della anomalia riscontrata. La loro funzione è quella di informare l'utente e/o il manutentore sulla necessità di controlli mirati.

In caso di "Warning", lo strumento attiva dei messaggi di "Warning" con l'indicazione della anomalia riscontrata. La loro funzione è quella di informare l'utente e/o il manutentore sulla necessità di controlli mirati.

I messaggi di "Warning" sono memorizzati dallo strumento e resi disponibili sia localmente sullo strumento stesso, tramite accensione di una spia gialla sul pannello di controllo e visualizzazione sul display, sia su PC esterno locale e/o remoto.

In caso di "Warning", inoltre, si attiva il contatto NA segnale di "Warning" disponibile sull'uscita dati analogica dello strumento.

Le condizioni che determinano una **segnalazione di "Warning"** sono:

- Dato non valido.
Questo segnalazione viene attivata al verificarsi di una delle seguenti condizioni:
 - l'alta tensione di alimentazione del rivelatore Geiger-Müller non è compresa nell'intervallo 610÷640 Volt;
 - il valore dei conteggi "Blank" non è compreso nell'intervallo fra 20.000 cpm ed il valore dei conteggi "Aria";
 - la percentuale del tempo effettivo di campionamento è inferiore al valore impostato (linea PM10 / linea PM2,5) (valore di default: 75%).
- Risultato del controllo automatico della calibrazione del sistema di misura della portata non compreso nei limiti consentiti (linea PM10 / linea PM2,5): lo scostamento percentuale fra il valore di portata operativa determinato dal sistema di misura della portata dello strumento ed il valore della portata di riferimento è risultato non compreso nell'intervallo $\pm 4\%$.
- Risultato del controllo automatico della tenuta del circuito pneumatico superiore al limite consentito (linea PM10 / linea PM2,5): la perdita specifica è risultata maggiore di 5 ml/(min*kPa).
- Risultato del controllo manuale della tenuta del circuito pneumatico superiore al limite consentito (linea PM10 / linea PM2,5): la perdita specifica è risultata maggiore di 15 ml/(min*kPa).
- Raggiungimento del limite massimo consentito di caduta di pressione sulla membrana filtrante = 60 kPa (linea PM10 / linea PM2,5).
- Raggiungimento del limite minimo consentito di caduta di pressione sulla membrana filtrante = 4 kPa (linea PM10 / linea PM2,5).

- Raggiungimento del limite minimo di portata impostato dall'operatore (linea PM10 / linea PM2,5).
- Raggiungimento del limite massimo di caduta di pressione sulla membrana filtrante impostato dall'operatore (linea PM10 / linea PM2,5).
- Raggiungimento del limite minimo di caduta di pressione sulla membrana filtrante impostato dall'operatore (linea PM10 / linea PM2,5).
- Raggiungimento del fine corsa superiore della valvola di regolazione della portata (linea PM10 / linea PM2,5).
- Raggiungimento del fine corsa inferiore della valvola di regolazione della portata (linea PM10 / linea PM2,5).
- Mancanza di alimentazione di rete (funzionamento a batteria).
- Tensione delle batterie ausiliarie bassa.
- Instabilità a lungo termine del rivelatore Geiger-Müller: la differenza percentuale fra il valore dei conteggi "Aria" misurato e quello di riferimento è maggiore del valore limite impostato.
- Instabilità a breve termine del rivelatore Geiger-Müller: durante la misura del flusso beta, lo strumento ha riscontrato un'incongruenza tra il rateo dei conteggi rilevati e la statistica di Poisson, descrittiva del decadimento radioattivo.
- Alta tensione di alimentazione del rivelatore Geiger-Müller non compresa nell'intervallo 610÷640 Volt.
- Valore della deviazione standard dell'alta tensione di alimentazione del rivelatore Geiger-Müller durante il ciclo di misura di massa superiore a 1 Volt.
- Valore dei conteggi "Blank" non compreso nell'intervallo fra 20.000 cpm ed il valore dei conteggi "Aria".
- Valore dei conteggi "Dark" non compreso nell'intervallo 1÷150 cpm.
- Risultato del controllo automatico della calibrazione del sistema di misura di massa non compreso nei limiti consentiti: lo scostamento percentuale fra il valore dello spessore di massa misurato per una o entrambe le membrane di riferimento ed il valore nominale è risultato non compreso nell'intervallo $\pm 5\%$.
- Portafiltro rovesciato (linea PM10 / linea PM2,5): al momento del caricamento, lo strumento ha rilevato un portafiltro rovesciato; la coppia di membrane filtranti contenente il portafiltro capovolto è stata scaricata e sostituita con quella successiva.
- Pressione dell'aria di servizio maggiore di 300 kPa.
- Pressione dell'aria di servizio minore di 140 kPa.
- Avaria dei sensori di temperatura.
- Malfunzionamento dei sensori di pressione.
- Instabilità del valore di offset dei trasduttori di pressione.
- Costanti di calibrazione dei sensori di pressione fuori range.
- Avaria della ventola di raffreddamento interna.

6.2 **Alarm**

Nel caso in cui si verificano situazioni che compromettono la funzionalità o l'integrità dello strumento, lo SWAM 5a Dual Channel Monitor attiva in modo automatico procedure di arresto, informando l'utente delle cause che lo hanno determinato.

Tali informazioni sono identificate con messaggi di "Alarm", che sono memorizzati dallo strumento e resi disponibili sia localmente sullo strumento stesso, tramite accensione di una spia gialla sul pannello di controllo e visualizzazione sul display, sia su PC esterno locale e/o remoto.

In caso di "Alarm", inoltre, si attiva il contatto NA segnale di "Alarm" disponibile sull'uscita dati analogica dello strumento.

Le condizioni che determinano una **segnalazione di "Alarm"** comprendono:

- Controllo automatico della calibrazione del sistema di misura della portata (linea PM10 / linea PM2,5): Scostamento percentuale fra il valore di portata operativa determinato dal sistema di misura della portata dello strumento ed il valore della portata di riferimento non compreso nell'intervallo $\pm 10\%$.
- Controllo automatico della tenuta del circuito pneumatico (linea PM10 / linea PM2,5): Perdita specifica maggiore di 10 ml/(min*kPa).
- Controllo manuale della tenuta del circuito pneumatico (linea PM10 / linea PM2,5): Perdita specifica maggiore di 30 ml/(min*kPa).
- Valvola di regolazione della portata (linea PM10 / linea PM2,5):
 - Fine corsa superiore ed inferiore della valvola di regolazione della portata chiusi.
 - Effettuato il primo tentativo di reset
 - Effettuato il secondo tentativo di reset
- Movimento del piatto girevole di posizionamento filtri:
 - Posizione richiesta non valida
 - Posizione finale diversa da quella prevista
 - Codice identificativo della posizione non riconosciuto
 - Codice di posizione iniziale non lasciato dopo un numero di passi prefissato
 - Codice di posizione non raggiunto entro un numero di passi prefissato
 - Errore di lettura del codice di posizione
 - Decelerazione non effettuata entro un numero di passi prefissato ⁽¹⁾
 - Posizione non raggiunta entro un numero di passi prefissato
 - Movimento non permesso da una errata posizione dei pistoni o dei premifiltro
- Caricamento del filtro vergine sul piatto girevole:
 - Pressione dell'aria di servizio inferiore a 140 kPa
 - Pistone di caricamento filtri già in movimento ⁽¹⁾
 - Pistone di caricamento filtri già alzato ⁽¹⁾
 - Contenitore dei filtri vergini non correttamente agganciato ⁽¹⁾
 - Filtro non pronto per essere caricato ⁽¹⁾
 - Piatto fuori posizione
 - Time-out del movimento di salita del pistone
 - Time-out del movimento di discesa del pistone

¹ Messaggio di allarme visualizzabile unicamente nel LOG del sistema da parte del Servizio di Assistenza Tecnica.

- Effettuato il secondo tentativo di alzare il pistone ⁽¹⁾
- Effettuato il secondo tentativo di abbassare il pistone ⁽¹⁾
- Filtro non caricato sul piatto al termine dei tentativi prefissati ⁽¹⁾
- Contenitore dei filtri vergini vuoto, con indicazione di presenza di filtri nella riserva ⁽¹⁾
- Contenitore dei filtri vergini vuoto ed assenza di filtri nella riserva ⁽¹⁾
- Posizionamento del premifiltro "su" (linea PM10 / linea PM2,5):
 - Pressione dell'aria di servizio inferiore a 140 kPa
 - Pistone premifiltro già in movimento ⁽¹⁾
 - Pistone premifiltro già alzato ⁽¹⁾
 - Pistone bloccato in posizione "giù"
 - Piatto fuori posizione
 - Timeout del movimento di salita del pistone ⁽¹⁾
 - Effettuato il secondo tentativo di alzare il pistone ⁽¹⁾
- Posizionamento del premifiltro "giù" (linea PM10 / linea PM2,5):
 - Pressione dell'aria di servizio inferiore a 140 kPa
 - Pistone premifiltro già in movimento ⁽¹⁾
 - Pistone premifiltro già abbassato ⁽¹⁾
 - Pistone bloccato in posizione "su"
 - Piatto fuori posizione
 - Timeout del movimento di discesa del pistone ⁽¹⁾
 - Effettuato il secondo tentativo di abbassare il pistone ⁽¹⁾
- Scaricamento del filtro campionato:
 - Pressione dell'aria di servizio inferiore a 140 kPa
 - Pistone di scaricamento filtri già in movimento ⁽¹⁾
 - Pistone di scaricamento filtri già alzato ⁽¹⁾
 - Contenitore dei filtri campionati non correttamente agganciato ⁽¹⁾
 - Piatto fuori posizione
 - Time-out del movimento di salita del pistone
 - Time-out del movimento di discesa del pistone
 - Effettuato il secondo tentativo di alzare il pistone ⁽¹⁾
 - Effettuato il secondo tentativo di abbassare il pistone ⁽¹⁾
- Movimento del sistema di misura beta:
 - Lettura dei sensori di posizione non valida
 - Lettura dei sensori di posizione beta non valida
 - Codice identificativo della posizione di arrivo non valido
 - Fuori posizione ⁽¹⁾
 - Posizione finale non raggiunta
 - Sistema bloccato in posizione iniziale
 - Posizione di fine movimento schermo non raggiunta
- Reset del sistema di misura beta:
 - Superato il numero massimo di tentativi di reset

¹ Messaggio di allarme visualizzabile unicamente nel LOG del sistema da parte del Servizio di Assistenza Tecnica.



CAMPIONATORE-MISURATORE BICANALE DELLE FRAZIONI PM10 E PM2,5 DEL MATERIALE
PARTICOLATO SOSPESO

SCHEDA TECNICA

SWAM 5a Dual Channel Monitor

7. TRACCIABILITA' DELLE MISURE

7.1 Informazioni disponibili durante il campionamento

Viene di seguito riportato l'elenco delle informazioni disponibili durante l'esecuzione di ogni ciclo di campionamento e misura e visualizzabili su display del campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor accedendo al menu dedicato (*Instrument Info*).

Informazioni sul campionamento in corso per ciascuna delle due linee di prelievo

- Numero del ciclo in corso
- Numero del filtro in campionamento
- Stato della pompa (accesa/spenta)
- Data e ora di inizio e fine campionamento
- Tempo residuo di campionamento
- Valore "attuale" della portata operativa in ingresso
- Valore "normalizzato" della portata operativa in ingresso
- Valore "attuale" del volume d'aria campionato
- Valore "normalizzato" del volume d'aria campionato
- Valore della pressione atmosferica
- Caduta di pressione sul filtro
- Valore della variabile RSD (descrittiva della stabilità della portata in ingresso)
- Percentuale di apertura della valvola di regolazione della portata
- Valore della temperatura dell'aria esterna
- Valore della temperatura in prossimità del filtro

Informazioni sulla misura di massa in corso

- Numero del ciclo in corso
- Numero identificativo dei filtri in misura
- Valore istantaneo dei conteggi al minuto (se non ci sono misure in corso, l'informazione non è disponibile)
- Tempo rimanente di misura (se non ci sono misure in corso, l'informazione non è disponibile)
- Temperatura nella zona di misura
- Pressione nella zona di misura
- Umidità nella zona di misura
- Valore medio dell'alta tensione di alimentazione del rivelatore Geiger-Müller
- Deviazione standard associata alle misure dell'alta tensione di alimentazione del rivelatore Geiger-Müller

Informazioni relative ai test automatici implementati nello strumento

- Informazioni relative al test automatico di verifica della tenuta del circuito pneumatico (*Pneumatic Auto Span Test*) per ciascuna delle due linee di prelievo:
 - Data e ora di esecuzione del test
 - Valore della portata di riferimento
 - Valore della portata determinato durante il test
 - Scostamento percentuale tra i due valori



CAMPIONATORE-MISURATORE BICANALE DELLE FRAZIONI PM10 E PM2,5 DEL MATERIALE
PARTICOLATO SOSPESO

SCHEDA TECNICA

SWAM 5a Dual Channel Monitor

- Informazioni relative al test automatico di verifica della calibrazione del sistema di misura della portata (*Auto Leak Test*) per ciascuna delle due linee di prelievo:
 - Data e ora di esecuzione del test
 - Pressione residua
 - Perdita specifica
- Informazioni relative alla verifica automatica della calibrazione del sistema di misura di massa (*Beta Span Test*):
 - Data e ora di esecuzione del test
 - Per ciascuna delle due membrane di riferimento in alluminio, R1 e R2:
 - Numero della membrana
 - Valore nominale della densità superficiale di massa
 - Valore della densità superficiale di massa determinato durante il test
 - Scostamento percentuale tra i due valori
 - Conteggi "Dark"
 - Conteggi "Aria"
 - Conteggi "membrana R1"
 - Conteggi "membrana R2"
- Informazioni relative al controllo automatico dello stato di carica delle batterie in tampone:
 - Data e ora di esecuzione del test
 - Tensione interna di riferimento
 - Corrente di carica della batteria
 - Tensione della batteria con carico applicato
 - Tensione della batteria senza carico applicato

Informazioni sullo strumento e sullo stato di funzionamento generale

- Stato del contenitore Loader
- Stato del contenitore Unloader
- Numero di filtri sul piatto
- Temperatura della cabina
- Temperatura dell'aria esterna
- Temperatura in prossimità del filtro relativo alla linea PM10
- Temperatura del flusso di aria campionato dalla linea PM10
- Temperatura in prossimità del filtro relativo alla linea PM2,5
- Temperatura del flusso di aria campionato dalla linea PM2,5
- Pressione atmosferica
- Pressione in prossimità del filtro relativo alla linea PM10
- Pressione a monte della pompa relativa alla linea PM10
- Pressione del flusso di aria campionato dalla linea PM10
- Pressione in prossimità del filtro relativo alla linea PM2,5
- Pressione a monte della pompa relativa alla linea PM2,5
- Pressione del flusso di aria campionato dalla linea PM2,5
- Pressione dell'aria di servizio
- Umidità relativa all'interno dello strumento
- Valore dell'alta tensione di alimentazione del rivelatore Geiger-Müller
- Tensione di riferimento
- Sorgente di alimentazione (rete/batteria)
- Tensione interna



CAMPIONATORE-MISURATORE BICANALE DELLE FRAZIONI PM10 E PM2,5 DEL MATERIALE PARTICOLATO SOSPESO

SCHEDA TECNICA

SWAM 5a Dual Channel Monitor

- Livello di corrente
- Data e ora di una eventuale interruzione dell'alimentazione di rete
- Data e ora del successivo ripristino dell'alimentazione di rete
- Data e ora di un eventuale autospegnimento per batterie scariche
- Data e ora della riaccensione dopo un autospegnimento

Informazioni sui cicli di campionamento e misura programmati

- Modalità operativa impostata
- Durata del ciclo di campionamento e misura

Eventuali messaggi di "Warning"

7.2 Informazioni contenute nel Buffer Data

Al termine di ogni ciclo di campionamento e misura, tutte le informazioni utili alla sua completa caratterizzazione vengono memorizzate nel Buffer Data del campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor.

Il Buffer Data è strutturato in record identificati da un numero progressivo. Ciascun record contiene i dati relativi ad una linea di prelievo.

Il Buffer Data ha una struttura ciclica: di conseguenza, raggiunta la capacità massima, i record vengono sovrascritti ripartendo dal numero 0.

Viene di seguito riportato l'elenco delle informazioni contenute in ciascun record memorizzato nel Buffer Data. Queste informazioni sono visualizzabili su display dello strumento ed accessibili via seriale.

Informazioni generali

- Numero identificativo del record
- Data e ora di inizio del ciclo di campionamento e misura
- Data e ora di fine del ciclo di campionamento e misura
- Numero identificativo del ciclo di campionamento e misura
- Numero identificativo del filtro
- Linea di prelievo alla quale si riferiscono le informazioni contenute nel record (linea PM10 / linea PM2,5)

Informazioni pneumatiche e strumentali relative al singolo ciclo di campionamento e misura

- Durata degli eventuali "power failure"
- Risultato del test automatico di verifica della tenuta del circuito pneumatico (*Auto Leak Test*) eseguito all'inizio del ciclo di campionamento e misura
- Risultato del test automatico di verifica della calibrazione del sistema di misura della portata operativa (*Pneumatic Auto Span Test*) eseguito all'inizio del ciclo di campionamento e misura
- Valore "attuale" del volume d'aria campionato
- Valore "normalizzato" del volume d'aria campionato
- Percentuale del tempo effettivo di campionamento rispetto a quello programmato
- Valore minimo della temperatura dell'aria esterna durante il campionamento
- Valore medio della temperatura dell'aria esterna durante il campionamento
- Valore massimo della temperatura dell'aria esterna durante il campionamento
- Valore minimo della temperatura in prossimità del filtro

- Valore medio della temperatura in prossimità del filtro
- Valore massimo della temperatura in prossimità del filtro
- Valore minimo della pressione atmosferica
- Valore medio della pressione atmosferica
- Valore massimo della pressione atmosferica
- Valore della variabile RDS (descrittiva della stabilità della portata in ingresso)
- Valore iniziale della caduta di pressione sul filtro
- Valore finale della caduta di pressione sul filtro
- Valore massimo della caduta di pressione sul filtro
- Differenza massima tra la temperatura dell'aria esterna e la temperatura in prossimità del filtro (ΔT massimo)
- Data e ora di rilevamento del ΔT massimo
- Durata del periodo in cui il ΔT massimo ha superato il valore di 5°C
- Valore medio della differenza tra la temperatura dell'aria esterna e quella in prossimità del filtro (ΔT medio)

Informazioni misura di massa relative al singolo ciclo di campionamento e misura

- Valore dei conteggi "Dark"
- Valore dei conteggi "Aria"
- Valore dei conteggi beta relativi al filtro "spia" durante la sessione di *Blank* e deviazione standard associata
- Valore dei conteggi relativi al filtro "operativo" (vergine) durante la sessione di *Blank*
- Temperatura nella zona di misura durante la sessione di *Blank*
- Pressione nella zona di misura durante la sessione di *Blank*
- Umidità relativa nella zona di misura durante la sessione di *Blank*
- Valore dell'alta tensione di alimentazione del rivelatore Geiger-Müller durante la sessione di *Blank*
- Valore dei conteggi "Natural"
- Valore dei conteggi beta relativi al filtro "spia" durante la sessione di *Collect* e deviazione standard associata
- Valore dei conteggi relativi al filtro "operativo" (campionato) durante la sessione di *Collect*
- Temperatura nella zona di misura durante la sessione di *Collect*
- Pressione nella zona di misura durante la sessione di *Collect*
- Umidità relativa nella zona di misura durante la sessione di *Collect*
- Valore dell'alta tensione di alimentazione del rivelatore Geiger-Müller durante la sessione di *Collect*
- Valore della massa del campione
- Incertezza associata al valore della massa del campione
- Valore "attuale" della concentrazione in massa
- Valore "normalizzato" della concentrazione in massa

Eventuali messaggi di Warning rilevati durante il ciclo di campionamento e misura



CAMPIONATORE-MISURATORE BICANALE DELLE FRAZIONI PM10 E PM2,5 DEL MATERIALE PARTICOLATO SOSPESO

SCHEDA TECNICA

SWAM 5a Dual Channel Monitor

8. SPECIFICHE TECNICHE

Intervallo operativo di misura dello spessore di massa:	Spessore di massa totale (mezzo filtrante + film materiale particellare) fino a 10 mg/cm ²
Riproducibilità della misura dello spessore di massa:	± 2 µg/cm ²
Riproducibilità della misura di massa:	- beta equivalent spot area di 11,95 cm ² : ± 23 µg - beta equivalent spot area di 7,07 cm ² : ± 15 µg - beta equivalent spot area di 5,20 cm ² : ± 10 µg
Sorgente beta:	¹⁴ C con tempo di dimezzamento di 5.760 anni ed attività nominale di 3,7 Mbeq (100µCi)
Portata operativa:	Programmabile nel range 0,8 - 2,5 m ³ /h
Riproducibilità della misura di portata:	1% del valore letto
Incertezza relativa della misura di portata:	2% del valore letto
Controllo della portata:	Automatico con valvola di regolazione azionata da motore passo-passo. Stabilità nel controllo della portata migliore di 1% del valore nominale richiesto.
Massima caduta di pressione consentita:	40 kPa a 2,3 m ³ /h
Capacità dei contenitori di carico / scarico:	standard 35 portafiltri; in opzione 72 portafiltri
Portafiltri:	Fornitura standard per membrane filtranti diametro 47 mm
Dispositivi di I/O:	Interfaccia RS-232 per collegamento PC Interfaccia RS-232 per collegamento modem GSM / PSTN
Gas di servizio:	Aria compressa, fornita da compressore ausiliario in dotazione allo strumento Pressione operativa: 200 - 300 kPa
Capacità del compressore ausiliario:	12 l/min a 300 kPa
Alimentazione elettrica:	monofase 230Vca (± 10%) 50Hz
Potenza elettrica assorbita:	1200 Watt (max)
Alimentazione in corrente continua (in assenza di alimentazione di rete):	2 batterie in tampone 12V 3,5 Ah - Autonomia per completamento misure di massa e movimentazione filtri
Condizioni operative (all'interno della cabina di installazione):	
- Temperatura:	da +5°C a +35°C
- Umidità relativa:	< 85% senza condensa
Dimensioni (l x h x p):	
- Unità di campionamento e misura:	430 x 370 x 540 mm
- Unità pompa (ciascuna):	200 x 200 x 320 mm
- Compressore:	180 x 200 x 320 mm
Peso:	
- Unità di campionamento e misura:	36 kg
- Unità pompa (ciascuna):	10 kg
- Unità compressore:	18 kg

9. CONFORMITA' A NORME PER LA MARCATURA CE

Fai Instruments dichiara:

- che il campionatore-misuratore di PMx SWAM 5a Dual Channel Monitor è conforme a quanto previsto dalle seguenti direttive europee, comprese le successive modifiche ed integrazioni e la relativa legislazione italiana di recepimento:
 - Direttiva 73/23 sul materiale elettrico in bassa tensione,
 - Direttiva 89/336 sulla compatibilità elettromagnetica,
 - Direttiva 98/37 sulla sicurezza delle macchine;
- che sono state applicate le seguenti norme tecniche:
 - EN 61010-1: Prescrizioni di sicurezza per apparecchi elettrici di misura, controllo e per utilizzo in laboratorio
 - EN 61326-1: Emissione e Immunità
 - EN 61000-3-2: Armoniche
 - EN 61000-3-3: Flicker

10. SISTEMA DI MONITORAGGIO INTEGRATO

Campionatore-misuratore SWAM 5a Dual Channel Monitor/OPC

Gli strumenti campionatore-misuratore di PMx SWAM 5a Dual Channel Monitor è una linea di strumenti di alta precisione per la misura della concentrazione di massa delle frazioni PMx, del materiale particolato.

Ponendo il campionatore-misuratore di PMx SWAM 5a Dual Channel Monitor a campionare in parallelo all'OPC Multichannel Fai Instruments, connettendoli e stabilendo una comunicazione seriale tra loro, è possibile trasferire dallo SWAM all'OPC, ad ogni fine di campionamento programmato (ad esempio 24 ore), i dati di concentrazione di massa delle frazioni PMx misurati dallo SWAM.

Con tali dati di misure accurate provenienti dallo SWAM, l'OPC è in grado di affinare la sue stime effettuate in tempo reale, aggiornando di volta in volta i parametri utilizzati nell'algoritmo parametrico interno e ad ogni successivo aggiornamento dei parametri, l'algoritmo si aggiorna con un processo di self-learning che rende sempre più precise e affidabili le stime effettuate dall'OPC.

Per questa configurazione integrata il campionatore-misuratore di PMx SWAM 5a Dual Channel Monitor è interfacciato con l'OPC mediante una semplice linea di comunicazione seriale Master / Slave, utilizzando i connettori RS232 a 9 pin posti sul retro di ciascuno strumento.

11. RISULTATI DELLE PROVE PER LA DIMOSTRAZIONE DI EQUIVALENZA

Nelle successive Tabella 1 e Tabella 2 sono riassunti i risultati delle prove eseguite dal TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH per la dimostrazione di equivalenza del campionatore-misuratore di PM10 e PM2,5 SWAM 5a Dual Channel Monitor al metodo di riferimento previsto dal Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, allegato VI per il PM10 (UNI EN 12341:1999) ed al metodo di riferimento previsto dal Decreto Legislativo n. 155 del 13 agosto 2010, allegato VI per il PM2,5 (UNI EN 14907:2005).

In dettaglio, le prove sono state effettuate con i seguenti strumenti, operanti in parallelo:

- due campionatori-misuratori SWAM 5a Dual Channel Monitor per PM10 e PM2,5 (strumenti "candidati");
- due campionatori di riferimento per PM10;
- due campionatori di riferimento per PM2,5.

Tabella 1 – MISURA DI PM10

Caratteristica	Requisito minimo	Risultato delle prove
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Colonia	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0,87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bonn	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0,45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Teddington	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0,53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bruhel	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0,56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per l'intera serie di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per il sotto-insieme di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova e superiori o uguali al 50% del valore limite di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0,98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per il sotto-insieme di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova e inferiori al 50% del valore limite di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0,46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per il sotto-insieme di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova e superiori o uguali al 50% del valore limite di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0,87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 1 – MISURA DI PM10

Caratteristica	Requisito minimo	Risultato delle prove
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per il sotto-insieme di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova e inferiori al 50% del valore limite di 40 µg/m ³	≤ 3 µg/m ³	0,42 µg/m ³
Incertezza tra campionatori di riferimento determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Colonia	≤ 2 µg/m ³	1,12 µg/m ³
Incertezza tra campionatori di riferimento determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bonn	≤ 2 µg/m ³	0,53 µg/m ³
Incertezza tra campionatori di riferimento determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Teddington	≤ 2 µg/m ³	0,40 µg/m ³
Incertezza tra campionatori di riferimento determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bruhel	≤ 2 µg/m ³	0,77 µg/m ³
Incertezza tra campionatori di riferimento determinata per l'intera serie di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova	≤ 2 µg/m ³	0,80 µg/m ³
Incertezza estesa determinata al valore limite di 50 µg/m ³ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Colonia	≤ 25%	4,62%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 50 µg/m ³ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bonn	≤ 25%	6,99%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 50 µg/m ³ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Teddington	≤ 25%	5,79%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 50 µg/m ³ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bruhel	≤ 25%	6,48%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 50 µg/m³ per l'intera serie di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova	≤ 25%	7,03%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 50 µg/m ³ per il sotto-insieme di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova e superiori o uguali al 50% del valore limite di 50 µg/m ³	≤ 25%	6,99%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 40 µg/m ³ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Colonia	≤ 25%	5,46%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 40 µg/m ³ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bonn	≤ 25%	9,26%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 40 µg/m ³	≤ 25%	7,71%

Tabella 1 – MISURA DI PM10

Caratteristica	Requisito minimo	Risultato delle prove
$\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Teddington		
Incertezza estesa determinata al valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bruhel	$\leq 25\%$	7,97%
Incertezza estesa determinata al valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'intera serie di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova	$\leq 25\%$	8,76%
Incertezza estesa determinata al valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il sotto-insieme di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova e superiori o uguali al 50% del valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 25\%$	8,77%

Tabella 2 – MISURA DI PM2,5

Caratteristica	Requisito minimo	Risultato delle prove
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Colonia	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,69 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bonn	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Teddington	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bruhel	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per l'intera serie di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per il sotto-insieme di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova e superiori o uguali al 50% del valore limite di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per il sotto-insieme di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova e inferiori al 50% del valore limite di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per il sotto-insieme di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova e superiori o uguali al 50% del valore limite di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,54 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Incertezza tra strumenti "candidati" determinata per il sotto-insieme di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova e superiori o uguali al 50% del valore limite di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 2 – MISURA DI PM2,5

Caratteristica	Requisito minimo	Risultato delle prove
i siti di prova e inferiori al 50% del valore limite di 20 µg/m ³		
Incertezza tra campionatori di riferimento determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Colonia	≤ 2 µg/m ³	0,67 µg/m ³
Incertezza tra campionatori di riferimento determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bonn	≤ 2 µg/m ³	0,46 µg/m ³
Incertezza tra campionatori di riferimento determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Teddington	≤ 2 µg/m ³	0,33 µg/m ³
Incertezza tra campionatori di riferimento determinata per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bruhel	≤ 2 µg/m ³	0,49 µg/m ³
Incertezza tra campionatori di riferimento determinata per l'intera serie di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova	≤ 2 µg/m ³	0,48 µg/m ³
Incertezza estesa determinata al valore limite di 25 µg/m ³ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Colonia	≤ 25%	8,57%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 25 µg/m ³ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bonn	≤ 25%	14,29%
Incertezza estesa determinata, rispetto al valore limite di 25 µg/m ³ , per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Teddington	≤ 25%	11,31%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 25 µg/m ³ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bruhel	≤ 25%	15,86%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 25 µg/m³ per l'intera serie di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova	≤ 25%	13,35%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 25 µg/m ³ per il sotto-insieme di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova e superiori o uguali al 50% del valore limite di 25 µg/m ³	≤ 25%	14,11%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 20 µg/m ³ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Colonia	≤ 25%	10,34%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 20 µg/m ³ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bonn	≤ 25%	18,22%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 20 µg/m ³ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Teddington	≤ 25%	14,77%



CAMPIONATORE-MISURATORE BICANALE DELLE FRAZIONI PM10 E PM2,5 DEL MATERIALE PARTICOLATO SOSPESO

SCHEDA TECNICA

SWAM 5a Dual Channel Monitor

Tabella 2 – MISURA DI PM2,5

Caratteristica	Requisito minimo	Risultato delle prove
Incertezza estesa determinata al valore limite di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la serie di dati di misura rilevati nel sito di prova di Bruhel	$\leq 25\%$	18,64%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'intera serie di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova	$\leq 25\%$	15,61%
Incertezza estesa determinata al valore limite di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il sotto-insieme di dati di misura rilevati in tutti i siti di prova e superiori o uguali al 50% del valore limite di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 25\%$	17,57%