

ERIO srl

Zanè (VI)

RELAZIONE DI PERIZIA

VALUTAZIONE DEI SISTEMI DI DECONTAMINAZIONE AMBIENTALE DEPUR 20 E DEPUR 30

Novembre 2020

Dott. Giuseppe Amendola



1. INDICE

1. Indice	2
2. Scopo e normativa di riferimento	3
3. Dispositivi sottoposti a test	3
4. Condizioni sperimentali	3
5. Descrizione dei test	3
5.1 Procedura test	
6. Risultati	6
6.1 Test con sistema Depur 30	6
6.1.1 Classe di contaminazione.....	6
6.1.2 Abbattimento delle particelle respirabili	8
6.2 Test con sistema Depur 20	10
6.2.1 Classe di contaminazione.....	10
6.2.2 Abbattimento delle particelle respirabili	12
6.3 Test con sistema Depur 30 in ambiente di maggiore cubatura	14
6.3.1. Classe di contaminazione.....	14
6.3.2 Abbattimento delle particelle respirabili	15
6.4 Test con sistema Depur 30 in ambiente di maggiore cubatura in condizioni operative.....	16
6.5 Confronto omogeneo tra prestazioni Depur 20 e Depur 30	18
7 Tavole riassuntive e Conclusioni	21
Allegato 1 . Test statistici.....	23
Allegato 2. Efficienza di filtrazione	27
Allegato 3. Certificato di calibrazione	28

2. Scopo e normativa di riferimento

Lo scopo della perizia:

- I. Verificare la qualità dell'aria immessa negli ambienti trattati con sistema Depur 20 e Depur 30 in termini di abbattimento delle PM10, PM1 e UF (polveri ultrasottili)
- II. Verificare l'efficienza di filtrazione rispetto alla EN 1822 e il raggiungimento e mantenimento di una classe di contaminazione controllata secondo la norma ISO 14664-1.

3. Dispositivi sottoposti a test

Sono stati sottoposti a test i dispositivi contraddistinti dalle seguenti sigle:

- Depur 20 : filtro elettrostatico dotato di elettrodi emettitori a filo posti alla tensione di +7600 V, elettrodi deviatori posti a +4800 V , elettrodi captatori al potenziale di terra. L'unità Depur20 è equipaggiata con filtro a carbone attivo per l'abbattimento dell'ozono e con lampada germicida UV. La velocità di filtrazione può essere impostata a 150, 250 e 400 m³/h
- Depur 30: costituito filtro elettrostatico di dimensioni maggiori rispetto al Depur 20, dotato di elettrodi emettitori a filo posti alla tensione di +7600 V, da due captatori elettrostatici in serie elettrodi deviatori posti a +4800 V , elettrodi captatori al potenziale di terra. L'unità Depur30 è equipaggiata con filtro a carbone attivo per l'abbattimento dell'ozono e con lampada germicida UV. La velocità di filtrazione può essere impostata a 250, 350 e 500 m³/h

4 Condizioni delle prove sperimentali

Le prove sono state condotte in ambienti di lavoro della ditta ERIO srl di Zanè (VI) utilizzando i medesimi strumenti e macchinari nei seguenti giorni: 23-24-25-26/11/2020.

Le condizioni atmosferiche ambientali nei diversi giorni di test si sono mantenute pressoché stabili:

$$T= 18 \div 20^{\circ}\text{C} ; \text{UR}\% = 50 \div 55\%$$

5 Descrizione Test

I - Al fine di verificare la capacità di abbattimento delle polveri sottili dei sistemi di depurazione denominati DEPUR 20 e DEPUR 30, di produzione della ditta Erio s.r.l. sono stati eseguiti dei test mirati, nei quali è stata focalizzata l'attenzione sui parametri di particolare significatività per la decontaminazione particellare e microbica degli ambienti di lavoro:

1. numero di particelle ultrasottili per metro cubo (dimensioni inferiori a tra 0,5 µm, o più brevemente UF)
2. PM 1 (numero di particelle per metro cubo di dimensioni minori di 1,0 µm)
3. PM10 (numero di particelle per metro cubo di dimensioni minori di 10 µm)

Le particelle inquinanti dette PM 10 comprendono tutte le particelle respirabili presenti nell'aria, ma di queste quelle di maggior dimensione sono trattenute nel tratto bronchiale, mentre le particelle dette PM1 penetrano nell'apparato respiratorio a livello alveolare, sono in percentuale molto elevata rispetto al totale delle particelle respirabili e a causa della loro capacità di penetrazione sono molto pericolose per la salute.

Fig.1 distribuzione delle particelle aerotrasportate

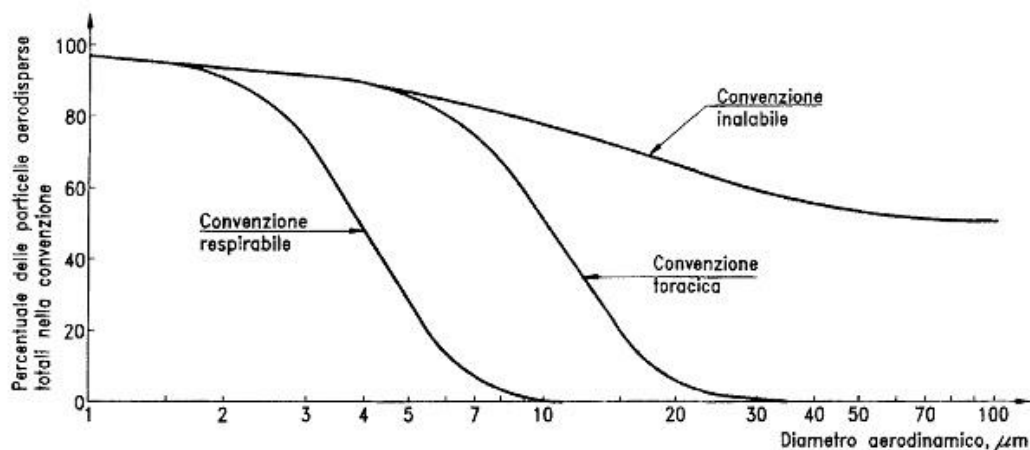


Fig. 1 - Le convenzioni inalabile, toracica, respirabile come percentuali delle particelle aerodisperse totali

II - In considerazione delle caratteristiche del sistema filtrante di tipo elettrostatico, non paragonabile ai filtri EPA, HEPA e ULPA, i test sono stati progettati per verificare l'appartenenza alla classe ISO 8 (Classe 100.000 secondo la FS209E).

Il piano di campionamento previsto della norma ISO 14664-1 per classe ISO 8 prevede:

- Ricambi/h = $10 \div 20$
- Superficie filtrante/superficie camera: non richiesto
- Flusso unidirezionale: non richiesto
- Minimo numero punti di campionamento : 2

Limiti di contaminazione della classe ISO 8:

- n.particelle/m³ di dimensione $\geq 0,5 \mu\text{m}$ $\leq 3.520.000$
- n.particelle/m³ di dimensione $\geq 1 \mu\text{m}$ ≤ 832.000
- n.particelle/m³ di dimensione $\geq 5 \mu\text{m}$ ≤ 29.300

L'ambiente prescelto per i test denominato "Ufficio 1" è una stanza con arredamento standard, senza alcuna particolare cura costruttiva, in condizioni igieniche iniziali non controllate, la cui superficie e volume sono risultati adeguati per garantire le condizioni richieste:

Ufficio 1

Dimensione (m)	Dimensione (m)	Altezza (m)	Superficie (m ²)	Volume (m ₃)
3,72	3,48	2,90	12,9	37,5

Condizioni	AT REST (*)	AT REST (*)
Macchina	Depur 30	Depur 20
Volume (m ³)	37,5	37,5
Portata (m ³ /h)	500	400
Ricambi /h	13	11

(*) Ambiente chiuso, con presenza del tecnico addetto alle misure, vestito per classe 100.000 e munito di mascherina FFP2.

Successivamente i test si sono estesi ad ambienti più ampi le cui caratteristiche volumetriche sono specificate di volta in volta.

5.1 Procedura test

- Si controlla che lo strumento collegato ad un filtro assoluto HEPA dia conteggio nullo su tutti i canali.
- Si posiziona la sonda isocinetica ad una altezza di circa 1,1 m dal pavimento nelle posizioni stabilite.
- Si avviano le sequenza di campionamento d'aria ambientale.
- Si avvia il sistema Depur 30 (Depur 20).
- Si avvia la sequenza di campionamenti ogni 5 minuti.
- Raggiunta una situazione di stabilità nella conta totale delle particelle, si eseguono due serie di campionamenti ponendo la sonda isocinetica in due posizioni distanziate di circa 1/2 della dimensione massima della stanza

Il ciclo di campionamento è stato fissato in 60 secondi, per un volume totale di aria campionata pari a 28,3168 litri (1 ft³)

Strumentazione utilizzata

- Conta particelle Laser a bloccaggio di luce Lasair III C110 (Particles Measuring System). Lo strumento permette di ottenere un conteggio differenziale o cumulativo del numero di particelle.
- Velocità di campionamento: 1,0 ft³/min (0,02831 m³/min)
- Sonda di campionamento isocinetico per ambiente.

6. Risultati

6.1 Test con sistema Depur 30

I risultati sperimentali, del giorno 23/11/2020, ottenuti dal trattamento di un ufficio dalla superficie di 12,0 m², e volume di 37,5 m³, con riferimento alle particelle totali (diametro \geq 0,3 μm) indicano che a fronte di una contaminazione particellare elevata (70.038.184 particelle/m³), in soli 10 minuti il contenuto di particolato è abbattuto del 93,0 %.

Proseguendo il trattamento di decontaminazione si giunge asintoticamente ad un abbattimento massimo del 98,7%.

6.1.1 Classe di contaminazione

Con riferimento alla normativa ISO 14664-1 per la classe di contaminazione ISO 8 (ISO 7) sono considerate in primis le particelle di dimensione \geq 0,5 μm , e in successione le classi di particelle \geq 1 μm , \geq 5 μm .

Il test dimostra senza alcun dubbio che dopo 10 minuti di trattamento con Depur 30 alla portata di 500 m³/h (portata Q₃) la conta particellare è decisamente al disotto dei limiti di contaminazione della classe ISO 8, ad anche al disotto della classe ISO 7, certamente lontani dalla classe ISO 6 per la quale sono previste condizioni più stringenti in termini di ricircolazioni e la presenza di filtri terminali con condizione di flusso unidirezionale.

La prosecuzione del test ha dimostrato la capacità del sistema Depur 30 di mantenere la classe di contaminazione ISO 7 anche a fronte di imprevista apertura della porta di comunicazione con la "zona sporca" adiacente (t=51 min) ed anche a fronte dello sdoppiamento dei punti di prelievo isocinetico (Tab.1) come richiesto dalla normativa. Diminuendo progressivamente la portata a 350 m³/h (portata Q₂) e 250 m³/h (portata Q₁) la classe di contaminazione rimane sostanzialmente stabile.

Pertanto si può affermare che **nonostante un numero ridotto di ricircolazioni/h, il sistema Depur 30 è in grado di produrre un ambiente a contaminazione controllata pari alla classe di contaminazione ISO 7 (o classe 10.000 FS 209E).**

NB:

Q₃= 500m³/h pari a 13 ricircolazioni/h

Q₂= 350m³/h pari a 9 ricircolazioni/h

Q₁= 250m³/h pari a 6,5 ricircolazioni/h

Tabella 1

dati del test Depur 30 - particelle per metro cubo

	t	≥0,3 μm	≥0,5 μm	≥1,0 μm	≥5,0 μm	≥10,0 μm
	0	70.038.184	8.397.386	482.125	10.991	865
	6	16.855.297	1.162.114	89.266	1.942	71
ISO 7	10	4.873.149	319.820	28.991	918	106
	12	3.782.118	244.028	22.355	424	71
	17	1.653.240	120.096	15.926	706	106
	21	1.255.050	95.706	15.327	636	141
	26	1.164.468	78.971	10.136	71	-
	31	1.298.790	83.497	11.196	389	35
	36	1.029.006	73.899	8.439	388	35
	41	980.277	69.190	9.148	177	-
minimo	46	903.672	67.840	8.158	212	35
apertura porta	51	1.639.077	125.491	13.951	389	-
	57	1.218.855	100.609	13.066	388	35
Q3 pos.2	61	1.907.435	146.476	24.471	1.236	106
Q3 pos.2	75,5	1.804.427	148.603	19.070	812	212
Q3 pos.2	77,5	2.106.575	167.431	19.953	777	212
Q3 pos.2	79,5	1.778.540	136.653	18.044	530	71
Q3 pos.2	81	2.068.401	153.414	17.332	812	141
Q3 pos.1	83	1.153.389	93.446	16.175	706	35
Q3 pos.1	84	1.231.771	89.298	12.429	565	71
Q3 pos.1	85	1.129.382	80.277	10.101	388	-
Q3 pos.1	86	1.103.860	76.082	7.665	283	35
Q3 pos.1	88	1.170.937	88.097	12.111	565	35
Q2 pos.1	92	1.625.901	124.029	18.965	1.377	141
Q2 pos.1	93	1.559.266	110.718	13.844	706	106
Q2 pos.1	94	1.531.232	100.229	11.831	565	71
Q2 pos.1	96	1.653.981	108.860	11.833	494	106
Q2 pos.1	97	1.528.687	100.935	9.747	141	35
Q2 pos.2	99	2.439.353	173.062	19.704	706	212
Q2 pos.2	100	3.024.554	210.458	20.340	742	106
Q2 pos.2	101	3.187.500	221.995	24.156	1.095	71
Q2 pos.2	102	2.964.749	196.805	20.694	600	35
Q2 pos.2	103	3.451.516	211.570	19.317	600	-
Q1 pos.2	104	4.677.857	296.658	27.479	812	141
Q1 pos.2	105	4.181.917	280.297	27.196	812	141
Q1 pos.2	106	4.702.326	340.328	33.408	918	-
Q1 pos.2	107	4.327.841	317.796	28.817	883	71
Q1 pos.2	108	5.683.405	417.101	42.303	1.236	141
Q1 pos.1	110	1.930.444	145.617	17.514	671	106
Q1 pos.1	111	2.176.517	164.319	21.224	812	141
Q1 pos.1	112	2.183.438	161.227	19.813	494	35
Q1 pos.1	113	2.120.423	151.597	16.597	283	-
Q1 pos.1	114	2.317.498	166.088	17.944	530	177
media		2.256.605	159.966	17.970	630	81
std dev		1.256.785	85.080	7.425	298	63

Tab.2 - DEFINIZIONI DI ISO 8 , ISO 7, ISO 6

Limiti massimi di concentrazione di particelle per metro cubo

	$\geq 0,1 \mu\text{m}$	$\geq 0,2 \mu\text{m}$	$\geq 0,3 \mu\text{m}$	$\geq 0,5 \mu\text{m}$	$\geq 1,0 \mu\text{m}$	$\geq 5,0 \mu\text{m}$
ISO 8				3.520.000	832.000	29.300
ISO 7				352.000	83.200	2.930
ISO 6	1.000.000	237.000	102.000	35.200	8.320	293

6.1.2 Abbattimento delle particelle respirabili

Una lettura diversa dei risultati sperimentali è stata eseguita considerando le classi definite come:

PM10 : numero di particelle di dimensione $\leq 10 \mu\text{m}$ per metro cubo;

PM1 : numero di particelle di dimensione $\leq 1,0 \mu\text{m}$ per metro cubo;

UF : numero di particelle ultrasottili di dimensione $\leq 0,5 \mu\text{m}$ per metro cubo.

1. I dati sperimentali in Tab.3 evidenziano che il sistema Depur 30, collocato in un ufficio di $12,0 \text{ m}^2$ e volume di $37,5 \text{ m}^3$, in condizioni "at rest" e con una portata di filtrazione di $500 \text{ m}^3/\text{h}$, raggiunge ad una riduzione del 98,7% circa del particolato respirabile in un tempo complessivo di 46 minuti.
2. Dalla lettura di Tab.4 si può evidenziare che a fronte di una introduzione accidentale di contaminazione aggiuntiva (apertura porta al minuto $t=51$) il sistema Depur 30, alla portata di $500 \text{ m}^3/\text{h}$, è in grado di eliminarla nel tempo.
3. Riducendo gradualmente la portata, e di conseguenza il numero di ricicli/h, la contaminazione di particelle respirabili si innalza in modo inversamente proporzionale alla portata pur rimanendo entro valori molto bassi.
4. Nell'arco di 104 minuti complessivi dal raggiungimento della classe di contaminazioni ISO7 la riduzione del particolato respirabile si mantiene mediamente ad una quota del 96,8 % circa anche abbassando il numero di ricircolazioni/h

Tab.3

Depur 30 _ 13 ricircolazioni/h - abbattimento della frazione respirabile nel tempo

t=10'	ISO 7	92,6%	93,0%	93,0%	93,0%
t=46'	Abbattimento max.	98,6%	98,7%	98,7%	98,7%
t= 10' -114'	Media	96,6%	96,8%	96,8%	96,8%

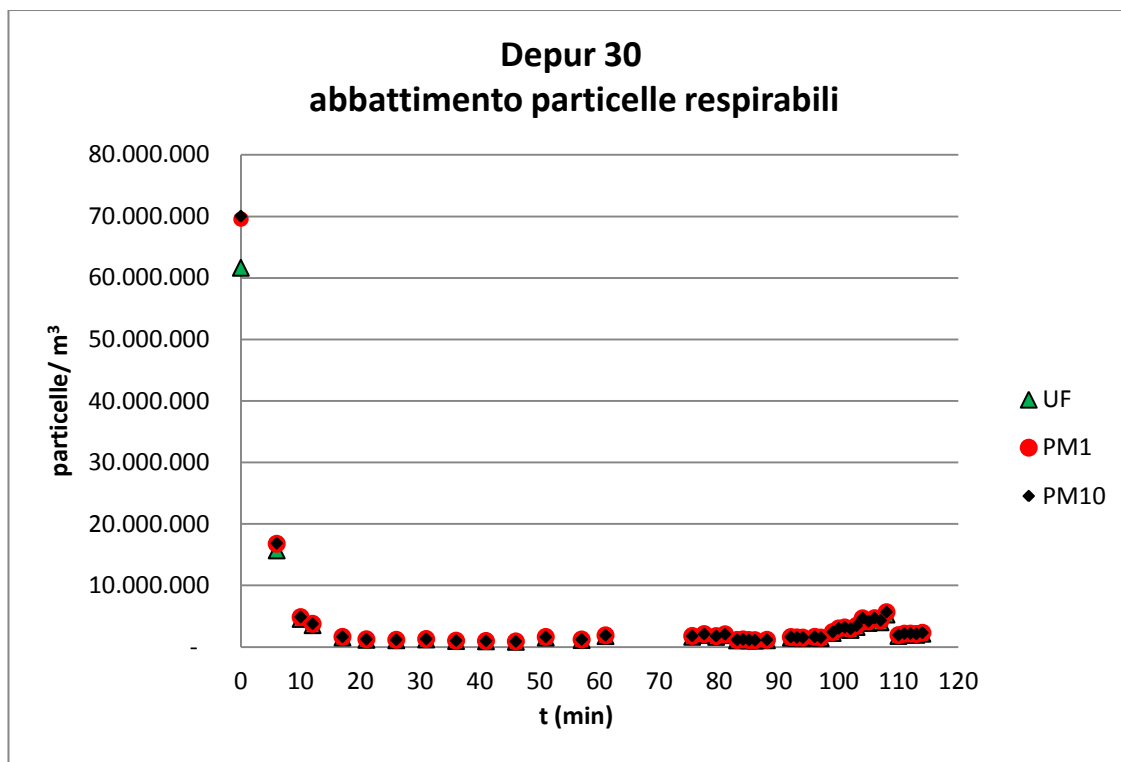
Tab. 4

dati del test Depur 30 - particelle per metro cubo

	t	UF	PM1	PM5	PM10
	0	61.640.798	69.556.059	70.027.193	70.037.319
	6	15.693.183	16.766.031	16.853.355	16.855.226
ISO 7	10	4.553.329	4.844.158	4.872.231	4.873.043
	12	3.538.090	3.759.763	3.781.694	3.782.047
	17	1.533.144	1.637.315	1.652.534	1.653.134
	21	1.159.345	1.239.723	1.254.414	1.254.909
	26	1.085.497	1.154.332	1.164.397	1.164.468
	31	1.215.294	1.287.594	1.298.402	1.298.755
	36	955.107	1.020.567	1.028.618	1.028.971
	41	911.087	971.129	980.100	980.277
minimo	46	835.832	895.515	903.460	903.637
apertura porta	51	1.513.586	1.625.126	1.638.688	1.639.077
	57	1.118.246	1.205.788	1.218.466	1.218.819
Q3 pos.2	61	1.760.959	1.882.963	1.906.199	1.907.329
Q3 pos.2	75,5	1.655.824	1.785.357	1.803.615	1.804.215
Q3 pos.2	77,5	1.939.143	2.086.621	2.105.798	2.106.363
Q3 pos.2	79,5	1.641.887	1.760.497	1.778.011	1.778.470
Q3 pos.2	81	1.914.987	2.051.068	2.067.589	2.068.260
Q3 pos.1	83	1.059.942	1.137.214	1.152.682	1.153.353
Q3 pos.1	84	1.142.474	1.219.343	1.231.207	1.231.701
Q3 pos.1	85	1.049.106	1.119.282	1.128.994	1.129.382
Q3 pos.1	86	1.027.778	1.096.195	1.103.577	1.103.825
Q3 pos.1	88	1.082.839	1.158.825	1.170.372	1.170.901
Q2 pos.1	92	1.501.872	1.606.937	1.624.524	1.625.760
Q2 pos.1	93	1.448.548	1.545.422	1.558.559	1.559.160
Q2 pos.1	94	1.431.003	1.519.401	1.530.667	1.531.162
Q2 pos.1	96	1.545.121	1.642.149	1.653.487	1.653.875
Q2 pos.1	97	1.427.752	1.518.940	1.528.546	1.528.652
Q2 pos.2	99	2.266.291	2.419.649	2.438.646	2.439.141
Q2 pos.2	100	2.814.096	3.004.214	3.023.812	3.024.448
Q2 pos.2	101	2.965.505	3.163.344	3.186.405	3.187.430
Q2 pos.2	102	2.767.944	2.944.055	2.964.148	2.964.713
Q2 pos.2	103	3.239.946	3.432.199	3.450.916	3.451.516
Q1 pos.2	104	4.381.199	4.650.378	4.677.045	4.677.716
Q1 pos.2	105	3.901.621	4.154.721	4.181.105	4.181.776
Q1 pos.2	106	4.361.998	4.668.918	4.701.407	4.702.326
Q1 pos.2	107	4.010.045	4.299.024	4.326.958	4.327.770
Q1 pos.2	108	5.266.304	5.641.102	5.682.169	5.683.264
Q1 pos.1	110	1.784.828	1.912.931	1.929.774	1.930.338
Q1 pos.1	111	2.012.198	2.155.293	2.175.705	2.176.376
Q1 pos.1	112	2.022.211	2.163.625	2.182.944	2.183.403
Q1 pos.1	113	1.968.825	2.103.826	2.120.140	2.120.423
Q1 pos.1	114	2.151.410	2.299.554	2.316.968	2.317.322
media		2.096.639	2.238.635	2.255.975	2.256.525
std dev		1.172.593	1.249.982	1.256.625	1.256.771

Fig.2

abbattimento dei PM10, PM1 e delle UF (particelle ultrasottili)



6.2 Test con sistema Depur 20

I risultati sperimentali, del giorno 24/11/2020, ottenuti dal trattamento di un ufficio dalla superficie di 12,0 m², e volume di 37,5 m³, con riferimento alle particelle totali (diametro $\geq 0,3 \mu\text{m}$) indicano che a fronte di una contaminazione particellare iniziale di 34.503.478 particelle/m³, il 95,0 % del particolato è abbattuto in 28 minuti.

Proseguendo il trattamento di decontaminazione si giunge asintoticamente ad un valore di abbattimento massimo pari a 98,3% (t=48')

6.2.1 Classe di contaminazione

Con riferimento alla normativa ISO 14664-1 per la classe di contaminazione ISO 8 (ISO 7) sono considerate in primis le particelle di dimensione $\geq 0,5 \mu\text{m}$, e in successione le classi di particelle $\geq 1 \mu\text{m}$, $\geq 5 \mu\text{m}$.

Il test condotto con Depur 20 alla portata di 400 m³/h (portata Q₃) evidenzia come dopo 28 minuti la conta particellare sia abbondantemente al di sotto dei limiti di contaminazione della classe ISO 8, e che sia in conformità alla classe ISO 7.

Osservando l'andamento dai dati sperimentali riportati in Tab.5, si può affermare che:

- la classe di contaminazione ISO 7 è raggiunta a t= 28 minuti
- la classe di contaminazione ISO 7 è mantenuta nel tempo con la portata di 400 m³/h pari a 10,7 ricircolazioni/h;
- Il campionamento effettuato nella stanza in due posizioni diverse non hanno mostrato differenza statisticamente significative. Al riguardo consultare l'allegato n.1

- Diminuendo progressivamente la portata a 250 m³/h (portata Q₂) e 150 m³/h (portata Q₁) la classe di contaminazione rimane sostanzialmente stabile.

Pertanto si può affermare che **nonostante un numero ridotto di ricircolazioni/h, il dispositivo Depur 20 è in grado di produrre un ambiente a contaminazione controllata pari alla classe di contaminazione ISO 7 (o classe 10.000 FS 209E).**

NB:

Q₃= 400m³/h pari a 10,7 ricircolazioni/h

Q₂= 250m³/h pari a 6,7 ricircolazioni/h

Q₁= 150m³/h pari a 4 ricircolazioni/h

Tabella 5

dati del test Depur 20 - particelle per metro cubo

	t	≥ 0,3 μm	≥ 0,5 μm	≥ 1,0 μm	≥ 5,0 μm	≥ 10,0 μm
	0	34.503.478	4.256.134	868.662	121.981	30.622
	9	15.520.238	1.710.504	345.845	35.107	6.640
	14	8.189.759	870.643	173.719	14.480	2.649
	18	5.170.766	554.803	114.875	7.312	1.590
	23	3.000.740	322.083	62.333	3.779	671
ISO 7	28	1.672.042	186.442	35.000	2.013	106
	33	1.186.527	143.098	29.771	1.730	283
	38	880.764	107.642	24.254	1.024	71
	43	716.256	97.066	22.810	1.024	212
Valore minimo	48	588.788	77.872	17.764	706	35
	53	627.448	75.107	17.903	530	212
Q3 pos.1	55	710.255	94.004	23.907	1.307	141
Q3 pos.1	57	708.486	87.320	23.446	1.412	247
Q3 pos.1	58	731.290	90.489	21.721	1.060	247
Q3 pos.1	59	741.167	88.814	20.659	1.518	353
Q3 pos.1	60	722.479	79.550	18.431	1.095	353
Q3 pos.2	62	816.717	102.204	28.641	2.084	671
Q3 pos.2	63	844.170	101.658	24.902	1.484	318
Q3 pos.2	64	832.245	93.939	23.273	1.413	459
Q3 pos.2	65	771.636	89.464	21.748	1.412	282
Q3 pos.2	66	795.062	85.507	20.096	1.130	283
Q2 pos.2	67	1.116.814	117.650	27.408	1.201	247
Q2 pos.2	68	900.927	98.396	21.791	1.519	283
Q2 pos.2	69	903.291	94.405	20.590	1.201	106
Q2 pos.2	70	938.923	96.350	19.743	918	177
Q2 pos.2	71	965.749	97.896	19.883	1.271	283
Q1 pos.2	72	1.150.953	111.277	20.136	1.060	106
Q1 pos.2	73	1.117.797	106.364	20.665	848	177
Q1 pos.2	74	1.201.415	114.183	21.544	989	283
Q1 pos.2	75	1.151.896	110.088	20.019	777	177
Q1 pos.2	76	1.188.954	113.543	21.466	918	141
media		922.387	102.320	22.599	1.217	240
std dev		242.608	22.431	3.946	372	132

Tab. 6 - DEFINIZIONI DI ISO 8 , ISO 7, ISO 6

Limiti massimi di concentrazione di particelle per metro cubo

	$\geq 0,1 \mu\text{m}$	$\geq 0,2 \mu\text{m}$	$\geq 0,3 \mu\text{m}$	$\geq 0,5 \mu\text{m}$	$\geq 1,0 \mu\text{m}$	$\geq 5,0 \mu\text{m}$
ISO 8				3.520.000	832.000	29.300
ISO 7				352.000	83.200	2.930
ISO 6	1.000.000	237.000	102.000	35.200	8.320	293

6.2.2 Abbattimento delle particelle respirabili

Una lettura diversa dei risultati sperimentali è stata eseguita considerando le classi definite come:

PM10 : numero di particelle di dimensione $\leq 10 \mu\text{m}$ per metro cubo;

PM1 : numero di particelle di dimensione $\leq 1,0 \mu\text{m}$ per metro cubo;

UF : numero di particelle ultrasottili di dimensione $\leq 0,5 \mu\text{m}$ per metro cubo.

1. I dati sperimentali in Tab.8 evidenziano che il sistema Depur 20, collocato in un ufficio di $12,0 \text{ m}^2$ e volume di $37,5 \text{ m}^3$, in condizioni "at rest" e con una portata di filtrazione di $400 \text{ m}^3/\text{h}$, determina una riduzione del 98,3% circa del particolato respirabile in un tempo complessivo di 48 minuti.
2. Riducendo gradualmente la portata, e di conseguenza il numero di ricicli/h, la contaminazione di particelle respirabili aumenta in modo inversamente proporzionale alla portata, pur rimanendo entro valori molto bassi.
3. Come è riassunto in Tab. 7, nell'arco di 28 minuti dal raggiungimento della classe di contaminazioni ISO 7, la riduzione del particolato respirabile si mantiene mediamente ad una percentuale del 97,3 % circa anche a fronte di una riduzione progressiva del numero di ricircolazioni/h (da 10,7 a 6,7 ed infine a 4 h^{-1}).

Tab.7

Depur 20 _ 10,7 ricircolazioni/h - abbattimento della frazioni respirabili nel tempo

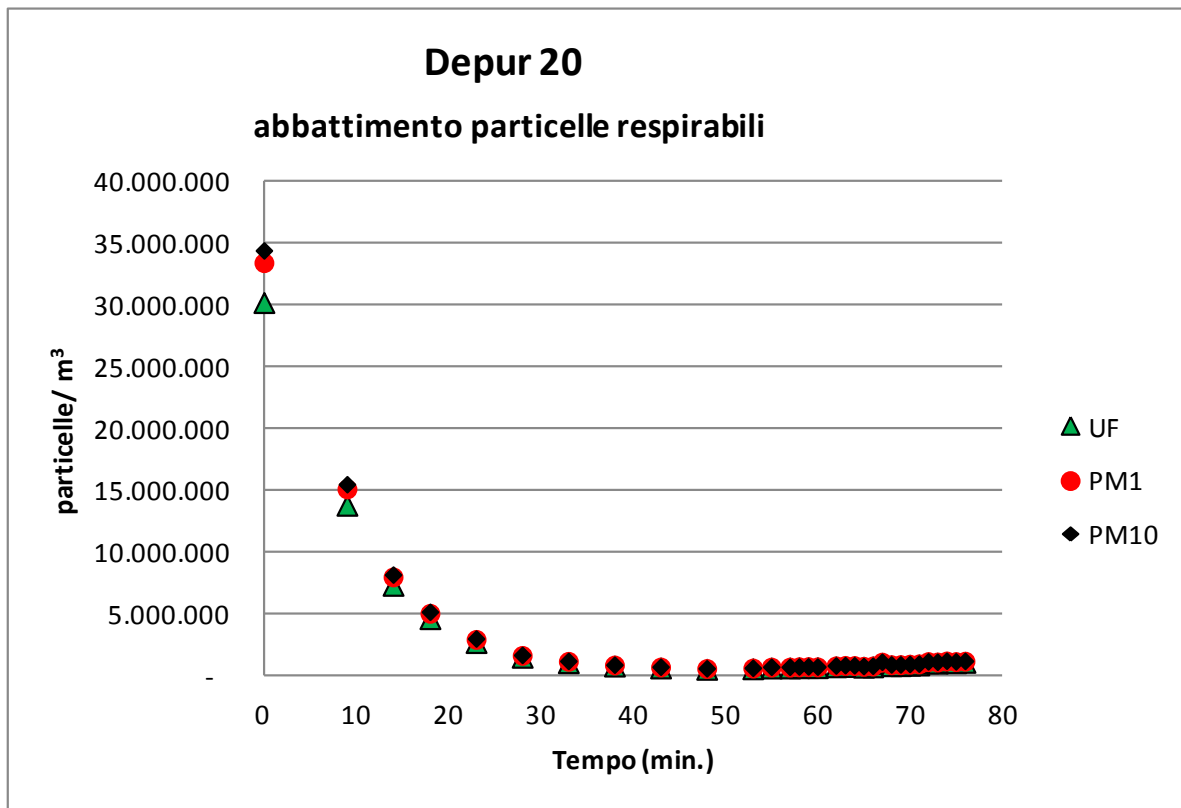
		UF	PM1	PM5	PM10
t=28'	ISO 7	95,1%	95,1%	95,1%	95,1%
t= 48'	Max	98,3%	98,3%	98,3%	98,3%
t= 28'-76'	Media	97,3%	97,3%	97,3%	97,3%

Tab. 8

dati del test Depur 20 - particelle per metro cubo

		t	UF	PM1	PM5	PM10
		0	30.247.344	33.480.553	34.349.215	34.471.196
		9	13.809.734	15.132.505	15.478.350	15.513.457
		14	7.319.116	7.998.806	8.172.525	8.187.005
		18	4.615.963	5.046.955	5.161.829	5.169.141
		23	2.678.657	2.933.922	2.996.255	3.000.034
	ISO 7	28	1.485.600	1.634.923	1.669.923	1.671.936
		33	1.043.429	1.154.743	1.184.514	1.186.244
		38	773.122	855.380	879.634	880.658
		43	619.190	692.175	714.985	716.009
	Valore minimo	48	510.916	570.282	588.046	588.753
		53	552.341	608.769	626.672	627.201
		55	616.251	684.900	708.807	710.114
	Q3 pos.1	57	621.165	683.345	706.791	708.203
	Q3 pos.1	58	640.802	708.227	729.948	731.008
	Q3 pos.1	59	652.353	718.567	739.225	740.744
	Q3 pos.1	60	642.929	702.600	721.031	722.126
	Q3 pos.2	62	714.513	785.251	813.892	815.976
	Q3 pos.2	63	742.512	817.466	842.369	843.852
	Q3 pos.2	64	738.306	807.030	830.303	831.716
	Q3 pos.2	65	682.172	748.158	769.906	771.318
	Q3 pos.2	66	709.555	773.518	793.614	794.744
	Q2 pos.2	67	999.164	1.087.887	1.115.295	1.116.496
	Q2 pos.2	68	802.531	877.299	899.090	900.609
	Q2 pos.2	69	808.886	881.359	901.949	903.150
	Q2 pos.2	70	842.572	918.084	937.828	938.746
	Q2 pos.2	71	867.853	944.277	964.160	965.431
	Q1 pos.2	72	1.039.677	1.129.652	1.149.787	1.150.847
	Q1 pos.2	73	1.011.433	1.096.108	1.116.773	1.117.621
	Q1 pos.2	74	1.087.231	1.178.599	1.200.143	1.201.132
	Q1 pos.2	75	1.041.808	1.130.923	1.150.942	1.151.719
	Q1 pos.2	76	1.075.411	1.166.429	1.187.895	1.188.813
t = 28-76	media		820.066	898.306	920.905	922.122
	std dev		222.382	240.397	242.552	242.647

Fig. 3



6.3 Test con sistema Depur 30 in ambiente a maggiore cubatura

Il giorno 24/11/2020 è stato eseguito un test con il sistema Depur 30 in un ambiente ("Entrata anteriore") di maggiore cubatura al fine di testare il limite operativo della macchina.

L'ambiente prescelto ha una cubatura di 62,7 m³ pertanto alla portata massima di 500 m³/h si ottengono 8 ricircolazioni/h.

6.3.1 Classe di contaminazione

Nonostante il numero ridotto di ricircolazioni è stata raggiunta la classe di contaminazione ISO 7 in un tempo di circa 14 minuti, e successivamente mantenuta durante tutto il tempo di esecuzione del test.

Tab. 9
dati test Depur 30_ 8 ricicli/h - particelle per metro cubo

	t	$\geq 0,3 \mu\text{m}$	$\geq 0,5 \mu\text{m}$	$\geq 1,0 \mu\text{m}$	$\geq 5,0 \mu\text{m}$	$\geq 10,0 \mu\text{m}$	
Q3	0	65.557.568	11.086.743	927.899	72.261	7.755	
Q3	8	36.165.346	1.162.114	87.324	1.871	71	
Q3	ISO 7	14	16.092.354	319.820	28.073	812	106
Q3	20	8.422.634	244.028	21.931	353	71	
Q3	26	5.490.770	120.096	15.220	600	106	
Q3	32	4.049.898	95.706	14.691	494	106	
Q3	38	3.655.397	78.971	10.066	71	-	
Q3	44	3.545.934	83.497	10.808	353	35	
Q3	50	3.765.765	73.899	8.050	353	35	
Q3	56	4.031.630	69.190	8.971	177	-	
Q2	61	7.803.297	67.840	7.946	177	35	
Q1	67	5.939.982	125.491	13.563	389	-	
t= 14'-56'	media	6.131.798	135.651	14.726	402	57	
	std dev	4.343.039	93.857	7.021	234	46	
	abbattimento medi	90,6%	98,8%	98,4%	99,4%	99,3%	
	ISO 8		3.520.000	832.000	29.300		
	ISO 7		352.000	83.200	2.930		
	ISO 6	102.000	35.200	8.320	293		

6.3.2 Abbattimento delle particelle respirabili

Una lettura diversa dei risultati sperimentali è stata eseguita considerando le classi definite come:

PM10 : numero di particelle di dimensione $\leq 10 \mu\text{m}$ per metro cubo;

PM1 : numero di particelle di dimensione $\leq 1,0 \mu\text{m}$ per metro cubo;

UF : numero di particelle ultrasottili di dimensione $\leq 0,5 \mu\text{m}$ per metro cubo.

Con riferimento alla Tab. 10 si può osservare che la capacità di abbattere le particelle respirabili non cambia significativamente rispetto al test condotto in regime di 13 ricircolazioni/h. Al riguardo si confrontino le Tab. 10 e Tab. 3

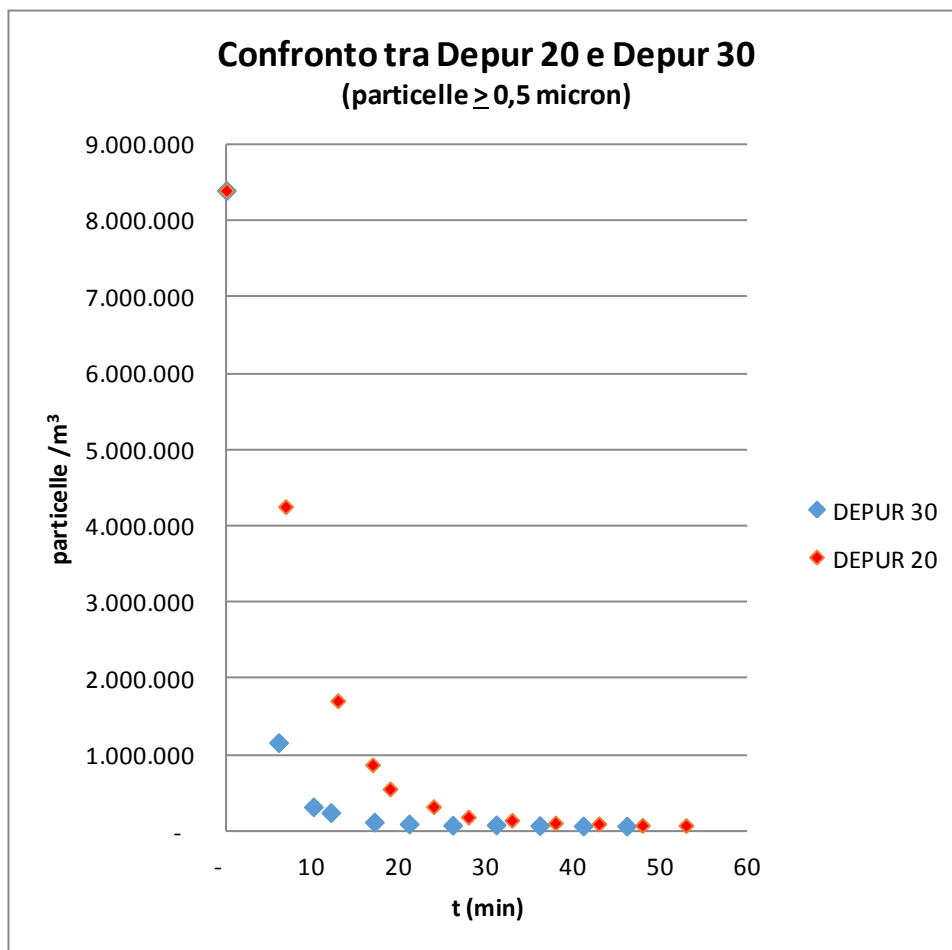
In entrambi i casi si raggiunge una discreta pulizia dell'aria con il conseguimento di classe ISO 8 (classe 100.000 FS 209E) già dopo 30 minuti.

La qualità dell'aria nell'arco delle 6-7 ore di durata dei test in condizioni operative è generalmente migliorata in entrambi gli ambienti "A" e "T" entro le 6 ore di funzionamento nonostante la presenza delle persone.

I dati risultati sperimentali relativi alla classe di contaminazione degli ambienti "a" e "T" sono messi a confronto sono riportati nelle Tab. 11 e Tab.12, mentre quelli relativi alla frazione respirabile sono confrontabili nelle Tab.13 e Tab. 14.

Tab.11 - A (350 m ³ /h)						Tab.12 - T (250 m ³ /h)					
t	≥0,3 μm	≥0,5 μm	≥1,0 μm	≥5,0 μm	≥10,0 μm	t	≥0,3 μm	≥0,5 μm	≥1,0 μm	≥5,0 μm	≥10,0 μm
0	49.462.910	5.102.291	209.504	5.438	1.165	0	35.966.890	3.922.668	332.003	9.040	847
30	24.714.427	2.129.323	144.897	3.849	1.307	30	22.957.525	2.089.780	185.794	3.849	353
60	13.785.503	1.162.956	142.627	6.533	1.589	60	15.501.963	1.302.508	111.821	1.483	247
90	10.026.915	931.929	101.906	4.838	706	90	11.450.267	904.530	72.573	600	106
120	6.803.880	643.814	114.396	3.638	1.060	120	9.161.478	700.769	56.320	1.059	141
150	5.445.796	573.957	92.447	4.061	388	150	7.374.184	549.592	47.459	989	212
180	5.551.877	535.685	77.916	3.497	742	180	5.954.718	465.420	49.936	1.766	247
210	4.602.496	464.633	148.125	3.460	1.095	210	5.397.014	470.386	67.829	2.119	318
240	11.238.799	1.293.575	113.468	3.567	706	240	10.643.548	1.274.538	160.430	5.438	989
270	9.751.482	1.021.178	96.161	4.026	1.236	270	7.227.099	723.554	99.127	2.472	530
300	7.330.957	758.165	92.608	4.307	1.412	300	6.392.689	631.939	84.496	2.613	459
330	7.025.427	697.257	90.041	2.966	847	330	5.405.783	520.973	71.473	1.907	318
360	6.352.988	622.552	79.744	2.967	530	360	6.064.569	639.692	100.647	4.909	1.342
390	8.446.022	748.069	-	-	-	390	12.699.787	1.923.458	223.248	3.602	812
						420	13.264.908	2.237.230	258.256	5.155	1.554
ISO 8		3.520.000	832.000	29.300		ISO 8		3.520.000	832.000	29.300	
ISO 7		352.000	83.200	2.930		ISO 7		352.000	83.200	2.930	
ISO 6	102.000	35.200	8.320	293		ISO 6	102.000	35.200	8.320	293	

Fig.4



L'osservazione delle due curve mette in evidenza una maggiore prontezza del dispositivo Depur 30, rispetto al Depur 20, dovuta prevalentemente alla maggior portata oraria.

Per ottenere il medesimo risultato ottenuto con il Depur 30, il dispositivo Depur 20 richiede circa 20 minuti in più.

7. Tavole Riassuntive e Conclusioni

ABBATTIMENTO PARTICOLATO - CLASSE DI CONTAMINAZIONE					
Condizioni	AT REST			condizioni operative	
Persone presenti	1-vestizione da classe ISO 8			2 *	2-3 *
Macchina	D30	D30	D20	D30	D30
Volume (m3)	37,5	62,7	37,5	239,0	239,0
Portata (m3/h)	500	500	400	350	250
Ricambi /h	13	8	11	1,5	1,0
t (min)	46,0	56,0	48,0	150,0	210,0
Abbattimento particelle $\geq 0,3$	98,7%	93,9%	93,9%	87,7%	83,5%
Abbattimento particelle $\geq 0,5$	99,2%	96,7%	96,7%	88,5%	84,5%
Abbattimento particelle ≥ 1	98,3%	92,8%	92,8%	77,1%	69,0%
Abbattimento particelle ≥ 5	98,1%	92,2%	92,2%	69,9%	36,2%
Abbattimento particelle ≥ 10	95,9%	94,9%	94,9%	34,1%	
Classe di contaminazione FS 209E	10.000	10.000	10.000	100.000	100.000
Classe di contaminazione ISO	7	7	7	8	8
Tempo raggiungimento classe (min)	10	28	14	30	30
* le persone sono vestite normalmente e indossano mascherina chirurgica					

RIDUZIONE DELLA FRAZIONE RESPIRABILE					
Condizioni	AT REST	AT REST	AT REST	condizioni operative	
Persone presenti	1-vestizione da classe ISO 8			2 *	2-3 *
Macchina	Depur 30	Depur 20	D30	Depur 30	Depur 30
Volume (m3)	37,5	37,5	62,7	239	239
Portata (m3/h)	500	400	500	350	250
Ricambi /h	13	11	8	1,5	1,0
t (min)	46	48	56	150	210
Riduzione UF	98,6%	98,3%	93,3%	89,4%	85,1%
Riduzione PM 1	98,7%	98,3%	93,9%	89,6%	83,5%
Riduzione PM 5	98,7%	98,3%	93,9%	89,4%	83,5%
Riduzione PM10	98,7%	98,3%	93,9%	89,4%	84,5%
* le persone sono vestite normalmente e indossano mascherina chirurgica					

CONCLUSIONI

Non essendo definita una normativa sulla classificazione e costruzione dei filtri elettrostatici e tantomeno sulle camere bianche che preveda il loro impiego, il riferimento è obbligatoriamente quello alla normativa ISO 14664-1, sebbene il comportamento di questi sistemi di filtrazione sia diverso dai filtri EPA, HEPA e ULPA soprattutto per le particelle submicroniche.

Il riferimento alla ISO 14664-1 è comunque limitato alle classi di contaminazione ISO 7 e ISO 8 dove non è richiesto flusso unidirezionale né tantomeno un rapporto specifico tra superficie filtrate e superficie della camera bianca.

Nella esecuzione dei test è stato osservato che il rapporto tra cubatura e portata (ricircolazioni /h) sembra più favorevole ai filtri elettrostatici, quantomeno nello spettro dimensionale particellare esperito. E' infatti risultato sufficiente un rapporto cubatura /portata prossimo a 10 h^{-1} per trasformare un ambiente lavorativo in camera di classe ISO 7, quando invece la ISO 14664-1 ne prescriverebbe un numero compreso tra 20 e 40.

CAMPI DI APPLICAZIONE

I dispositivi Depur 20 e Depur 30 nelle condizioni di utilizzo, che prevedono un numero di ricircolazioni/h comprese tra 10 e 20, possono ragionevolmente esse impiegati per impianti a contaminazione controllata equivalenti a classe ISO 7. Tra questi si possono annoverare:

- sale di lavorazione nell'elettronica non spinta (montaggio o disassemblaggio)
- sale lavorazione di alimenti come il confezionamento in atmosfera modificata (salumi, formaggi, verdure, derivati del latte) al fine di garantire standard igienici che consentono una bassa carica microbica iniziale;
- ambienti circostanti a camere aettiche (Classe ISO 5) in campo medico farmaceutico ed alimentare.
- negli ambienti potenzialmente pericolosi per affollamento e/o presenza di patogeni come sale d'attesa di pronto soccorso, laboratori medici o odontoiatrici.

I dispositivi Depur 20 e Depur 30 nelle condizioni di utilizzo che prevedono un numero di ricircolazioni/h ≤ 10 possono essere utilizzati per la sanificazione più o meno spinta di ambienti lavorativi o sale d'attesa, e per creare ambienti a bassa contaminazione attraverso l'abbattimento delle UF, PM1 e PM10. Tali particelle sono il veicolo preferenziale della contaminazione microbiologica aerotrasporta, perciò responsabili anche della diffusione di malattie di origine batterica e virale tra le quali anche il covid-19,

I test eseguiti dimostrano che si possono ottenere facilmente 1 riduzione decimale (90%) e fino a quasi 2 riduzioni decimali (99%) delle particelle respirabili riducendo significativamente la probabilità di contagio tra persone, e riducendo la contaminazione delle superfici.

Il paragone con l'effetto protettivo della mascherine FFP1 ed FFP2 di questi tempi è quasi d'obbligo: la FFP1 abbatte l'80% delle particelle $\geq 0,6 \mu\text{m}$ mentre la FFP2 il 94% delle particelle \geq

0,6 μm . Perciò dimensionando correttamente i sistemi Depur 20 e Depur 30 si possono abbassare notevolmente la probabilità di trasmissione di patogeni ben oltre l'effetto filtrante della succitate mascherine. I sistemi Depur 20 e Depur 30 abbinati all'uso della mascherina (non sostituibile in questo periodo di pandemia) possono portare a ridurre di circa 1.000 volte la contaminazione respirabile.

ALLEGATO 1
 CONFRONTO STATISTICO DELLE MEDIE DEI CONTEGGI IN DUE POSIZIONI DIVERSE DI
 CAMPIONAMENTO

Come previsto dalla ISO 14664-1, i test effettuati con Depur 30 e Depur 20 in data 23/11/2020 prevedono il campionamento in due punti distinti dalla stanza (POS 1; POS 2). La classe di contaminazione ISO 7 è stata verificata per entrambe le serie di misure effettuato nelle due didtinte posizioni.

A maggior prova della omogeneità del trattamento di depurazione, è stato eseguito un test statistico per l'equivalenza delle due medie numeriche.

Le due medie sono state confrontate con il test "Ho" secondo la distribuzione di Student ad un percentile do 0,995.

Quando il valore del test "t" calcolato risulta compreso nell'intervallo relativo a $t_{0,995}$ per i gradi di libertà calcolati, allora le due medie sono uguali, altrimenti sono diverse.

I test statistici sono stati condotti per particelle $\geq 0,5 \mu\text{m}$; $\geq 1,0 \mu\text{m}$; $\geq 5,0 \mu\text{m}$.

I risultati statistici confermano che le medie dei valori di particelle/m³ osservati nelle due diverse posizioni si riferiscono sostanzialmente alla stessa media.

Depur 30 _ ricircolazionei /h = 13 - data 23/11/2020

$\geq 0,5 \mu\text{m}$	POS1	POS2	
MEDIA	112.897	150.515	
DEV STD	69.338	11.255	
ipotesi nulla Ho:	112.897	=	150.515
(Xs-Xd)			37.619
N1			16
N2			5
$s = ((N1s1^2 + N2s2^2) / (n1+n2-2))^{0,5}$			63.890
$t = (Xs-Xd) / (s \times (1/N1+1/N2)^{0,5})$			1,15
			è compreso nell'intervallo di t 0,995 Le due medie sono uguali
	Gradi di libertà =		
	N1+N2-2 =	19	

$$t_{0,995} = -2,86 \text{ e } + 2,86$$

$\geq 1,0 \mu\text{m}$	POS1	POS2
MEDIA	13.448	19.774
DEV STD	5.618	2.808
ipotesi nulla Ho:	13.448	= 19.774

$$(X_s - X_d) = 6.326$$

$$N_1 = 16$$

$$N_2 = 5$$

$$s = \left(\frac{N_1 s_1^2 + N_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right)^{0,5} = 5.353$$

$$t = \frac{(X_s - X_d)}{s \times \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{0,5}} = 2,31$$

è compreso nell'intervallo di $t_{0,995}$
Le due medie sono uguali

$$\text{Gradi di libertà} =$$

$$N_1 + N_2 - 2 = 19$$

$$t_{0,995} = -2,86 \text{ e } + 2,86$$

$\geq 5,0 \mu\text{m}$	POS1	POS2
MEDIA	450	833
DEV STD	221	254
ipotesi nulla Ho:	450	= 833

$$(X_s - X_d) = 383$$

$$N_1 = 16$$

$$N_2 = 5$$

$$s = \left(\frac{N_1 s_1^2 + N_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right)^{0,5} = 241$$

$$t = \frac{(X_s - X_d)}{s \times \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{0,5}} = 3,10$$

NON è compreso nell'intervallo di $t_{0,995}$
Le due medie non sono uguali.

$$\text{Gradi di libertà} =$$

$$N_1 + N_2 - 2 = 19$$

$$t_{0,995} = -2,86 \text{ e } + 2,86$$

Depur 20 _ ricircolazionei /h = 11 - data 23/11/2020

$\geq 0,5 \mu\text{m}$	POS1	POS2
MEDIA	102.491	94.554
DEV STD	33.568	7.368
ipotesi nulla Ho:	102.491	= 94.554
(Xs-Xd)		7.937
N1		11
N2		5
$s = ((N1s1^2 + N2s2^2 / (n1+n2-2))^{0,5}$		30.079
$t = (Xs-Xd) / (s \times (1/N1 + 1/N2)^{0,5})$		0,49
		è compreso nell'intervallo di t 0,995 Le due medie sono uguali
	Gradi di libertà = N1+N2-2 =	14
	t 0,995 =	-2,98 + 2,98

$\geq 1,0 \mu\text{m}$	POS1	POS2
MEDIA	23.242	23.732
DEV STD	5.227	3.272
ipotesi nulla Ho:	23.242	= 23.732
(Xs-Xd)		490
N1		11
N2		5
$s = ((N1s1^2 + N2s2^2 / (n1+n2-2))^{0,5}$		5.029
$t = (Xs-Xd) / (s \times (1/N1 + 1/N2)^{0,5})$		0,18
		è compreso nell'intervallo di t 0,995 Le due medie sono uguali
	Gradi di libertà = N1+N2-2 =	14
	t 0,995 =	-2,98 + 2,98

$\geq 5,0 \mu\text{m}$	POS1	POS2
MEDIA	1.220	

		1.504	
DEV STD	434	414	
ipotesi nulla			
Ho:	1.220	=	1.504
(Xs-Xd)			285
N1			11
N2			5
$s = ((N1s1^2 + N2s2^2) / (n1+n2-2))^{0,5}$			457
$t = (Xs-Xd) / (s \times (1/N1+1/N2)^{0,5})$			1,15

1,15 è compreso nell'intervallo di t 0,995
Le due medie sono uguali

Gradi di libertà = $N1+N2-2 = 14$
 $t_{0,995} = -2,98 \quad + 2,98$

ALLEGATO 2
EFFICIENZA DI FILTRAZIONE

Sono state valutate le performance di filtrazione dei due dispositivi Depur 20 e Depur 30 e le loro efficienze nella rimozione delle particelle di diametro $\geq 0,5 \mu\text{m}$ paragonate alla normativa EN1822.

EFFICIENZA DI FILTRAZIONE

	Depur 30	Depur 20
Efficienza globale (EN1822)	87%	95%
Equivalenza a filtro meccanico	E10	E11

Il risultato lascia qualche ombra di dubbio essendo il Depur 30 equipaggiato con doppia filtro elettrostatico in serie ed anche in considerazione dei risultati dei test sugli ambienti.

ALLEGATO 3
CERTIFICATI DI CALIBRAZIONE



Particle Measuring Systems S.r.l.
Via di Grotte Portella, 34 - 00044 Frascati (RM) - Italy
Tel: +39 06 90530130 - Fax: +39 06 9051315
CCIAA Roma - P.I. - C.F.: 10427421002

Certificate of Calibration

Date: Oct-22-2020 16:12:10

Work Order: 357220
Customer Name: PMS ITALY S.r.l.
Customer Address: Via DI GROTTE PORTELLA, 34 - 00044 FRASCATI -- ROME
Calibration Lab: PMS Italy Service Lab

Unit Under Test

Instrument: LasairIII_310C Serial Number: 105332
Firmware Version: PCE: B2B53624 1.9 Calibration Due: Oct-22-2021

Certification

Particle Measuring Systems certifies that the instrument listed above meets or exceeds manufacturing specifications and meets the requirements of ISO 21501-4:2018. It has been calibrated using equipment and/or standards whose accuracies are traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST), or have been derived from acceptable values of natural physical constants, or by the ratio type of self-calibration. Counting Efficiency determined by digital output.

This instrument was calibrated in accordance with the Particle Measuring Systems quality system documentation which meets ISO 9001:2015 requirements. The results contained within this calibration certificate relate only to the item calibrated. This certificate may not be reproduced, except in full, without written consent from Particle Measuring Systems.

Instrument Condition As Found

In-Tolerance Out-of-Tolerance Operational Failure

Condition As Left

In-Tolerance

Calibration Standards

Procedure Used: 2793 Rev G Program Used: 1000013097 Rev M

Performed by

Technician Name: F.Di Cecca
Administrator Name: R.Gasparro

F21 22 OCT 2020



Particle Measuring Systems S.r.l.
Via di Grotte Portella, 34 - 00044 Frascati (RM) - Italy
Tel: +39 06 90530130 - Fax: +39 06 9051315
CCIAA Roma - P.I. - C.F.: 10427421002

Reference Information

Date: Oct-22-2020 16:12:10

Work Order: 357220
Customer Name: PMS ITALY S.r.l.
Customer Address: Via DI GROTTA PORTELLA, 34 - 00044 FRASCATI - ROME
Calibration Lab: PMS Italy Service Lab

Unit Under Test

Instrument: LasairIII_310C Serial Number: 105332
Firmware Version: PCE: B2B53624 1.9 Laser Serial Number: No Change

Particles Used

<u>Particle Size</u>	<u>Std Deviation</u>	<u>Lot Number</u>	<u>Expiration Date</u>	<u>Uncertainty</u>
0.303 micron	0.005	221000	Jul-31-2021	0.006
0.510 micron	0.009	221252	Jul-31-2021	0.007
0.994 micron	0.010	214146	Jan-31-2021	0.015
5.000 micron	0.050	214115	Jul-31-2022	0.042

References Used

<u>Type</u>	<u>Serial Number</u>	<u>Calibration Due</u>
LasairII-110	65941	Dec-24-2020
Flow Meter	40401016001	Nov-22-2020

Calibration Data Record

Date: Oct-22-2020 16:12:10

Work Order: 357220
Customer Name: PMS ITALY S.r.l.

Unit Under Test

Instrument: LasairIII_310C Serial Number: 105332
Firmware Version: PCE: B2B53624 1.9 Laser Serial Number: No Change

Environmental

Temperature: 27 Deg C Relative Humidity: 39%

Threshold Information

<u>Channel Size (micron)</u>	<u>Measured Threshold/Gain</u>	<u>Measurement Type</u>
Ch 1: 0.30	00657 / 0	Distribution
Ch 2: 0.50	02723 / 0	Distribution
Ch 3: 1.00	00711 / 1	Distribution
Ch 4: 5.00	05757 / 1	Distribution
Ch 5: 10.00	01371 / 2	Extrapolate
Ch 6: 25.00	06800 / 2	Extrapolate

As Left Results

<u>Runtime Parameter</u>	<u>Results</u>	<u>Allowed Range</u>	<u>Expanded Uncertainty</u>	<u>Pass/Fail</u>
Flow Rate	28.3 L/min	27.5 to 29.2 L/min	n/a	Pass
Flow Error	-0.06%	-3.00 to 3.00%	1.8%	Pass
Zero Count	7.06 Cnt/m ³	<= 7.1 Cnt/m ³	n/a	Pass (*1)
CE(%) @ 0.30	57.5%	30.0% to 70.0%	0.33%	Pass
CE(%) @ 0.50	95.9%	90.0% to 110.0%	0.43%	Pass
Resolution @ 0.30	9.0%	0.0% to 15.0%	0.63%	Pass
Size Error @ 0.30	-0.31%	-10.0% to 10.0%	2.1%	Pass
Size Error @ 0.50	-0.64%	-10.0% to 10.0%	1.9%	Pass
Size Error @ 1.00	-0.79%	-10.0% to 10.0%	2.2%	Pass
Size Error @ 5.00	-0.65%	-10.0% to 10.0%	1.6%	Pass
Size Error @ 10.00	-0.86%	-10.0% to 10.0%	n/a	Pass
Size Error @ 25.00	-0.86%	-10.0% to 10.0%	n/a	Pass
<u>Design Parameter</u>	<u>Results</u>	<u>Allowed Range</u>		
Sampling Time	0.84%	0.0% to 1.0%		(*2)
Response Rate	0.003%	0.0 % to 0.5%		(*2)
Maximum particle number concentration	48743777 Cnt/m ³	10% coincidence loss		(*2)

Note *1: Calculated false count rate adjusted for 95% UCL
Note *2: Tested and verified during design and development