

di **Matteo Balani** - QualtAria, Milano

STUDI DENTISTICI **IMPIANTI PER LA IAQ**

GLI STUDI DENTISTICI SONO CARATTERIZZATI DALLA PRESENZA DI UNA GRANDE QUANTITÀ E VARIETÀ DI SOSTANZE INQUINANTI CHE COMPORTANO L'IMPIEGO DI ADEGUATI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE E PURIFICAZIONE DELL'ARIA. COME DIMOSTRANO I RISULTATI DEI CAMPIONAMENTI EFFETTUATI SUL CAMPO DI UN CASO DI STUDIO.

Nessun'altra professione appartenente al settore della sanità presenta problematiche inerenti la qualità dell'aria indoor come quella degli studi dentistici, caratterizzati dalla presenza di varie sostanze inquinanti, come bioaerosol, particolato, composti inorganici e composti organici volatili, odori generati dalle medicazioni, dai fluidi chimici di sterilizzazione e dai prodotti utilizzati per la pulizia che inevitabilmente si diffondono in ambiente.

Ne emerge un particolare scenario in cui il progetto degli impianti, oltre a rispettare i canoni classici per il conseguimento di un microclima adeguato, dovrà tenere conto di variabili ambientali, spesso sottovalutate, peculiari di questa particolare tipologia di ambiente. Gli sforzi indirizzati alla risoluzione delle



problematiche della IAQ nel campo della professione odontoiatrica apporteranno un beneficio diretto agli stessi dentisti, al loro staff e ai loro pazienti.

Gli aerosol

Gli operatori del settore dentistico, siano essi odontoiatri, assistenti di poltrona, tecnici di laboratorio o i pazienti stessi, sono soggetti all'azione continua di inquinanti che solo in parte può essere evitata mediante il corretto uso di dispositivi di protezione individuale (occhiali, mascherine). La bocca fornisce infatti condizioni ideali per la formazione di colonie da parte di virus, lieviti, protozoi e di una vasta gamma di specie batteriche fonti di infezione che, in seguito alle pratiche dentistiche, si disperdono nell'acqua, nel sangue e nella saliva nebulizzati in aerosol.

Inoltre, nell'ambito degli inquinanti indoor presenti negli studi odontoiatrici, bisogna considerare un peculiare tipo di particolato aerosospeso in cui è possibile reperire materiali provenienti dai trattamenti ortodontici quali dentina, smalto, resine e metalli. Contaminanti di questo genere scaturiscono in maggior parte da azioni di trapanamento o di abrasione mediante ultrasuoni e si mischiano rapidamente all'aria in ambiente con la possibilità di essere inalati da operatori ed eventuali pazienti. Un'esposizione prolungata a tale tipologia di inquinanti può portare ad un incremento dell'incidenza di disagi di tipo respiratorio quali irritazione e secchezza delle prime vie respiratorie fino a patologie più rilevanti come tracheiti, bronchiti e reazioni allergiche.

I composti chimici inorganici ed organici

Nella pratica dentistica vengono di consueto impiegati composti organici ed inorganici, in varie concentrazioni, che rientrano come componenti di disinfettanti, di soluzioni per sterilizzazione, di resine e di otturazioni. Tali sostanze, necessariamente utilizzate al fine di rispettare rigorosi standard e livelli di igiene, rientrano nelle normali attività di uno studio odontoiatrico: profilassi e igiene, attività conservativa, endodonzia, preparazione di protesi, chirurgia e implantologia, ortodonzia. Il sistema di riferimento adottato per rappresentare i valori limite per ciascuna sostanza chimica è costituito dalle tabelle dei cosiddetti limiti di soglia TLV (Threshold Limit Value), pubblicate annualmente dall'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). Il valore limite indicato per la maggior parte delle sostanze considerate è in realtà un TWA (Time-

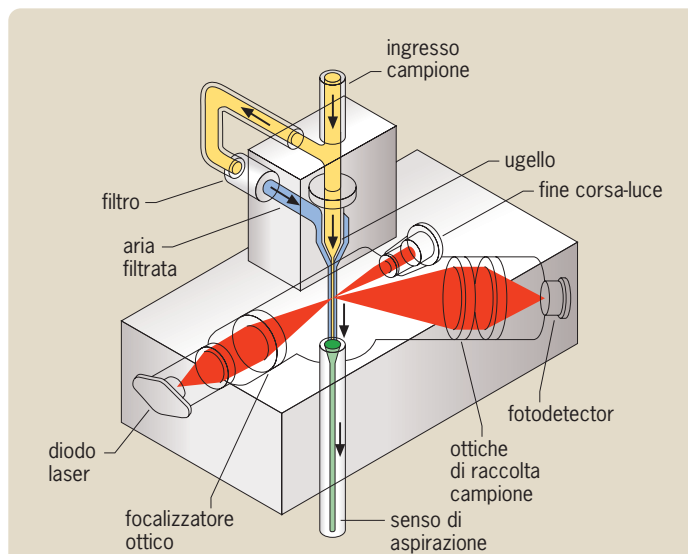


Fig. 1 - Fotometro laser utilizzato per la determinazione in tempo reale della concentrazione di particolato aerodisperso.

TSI Incorporated

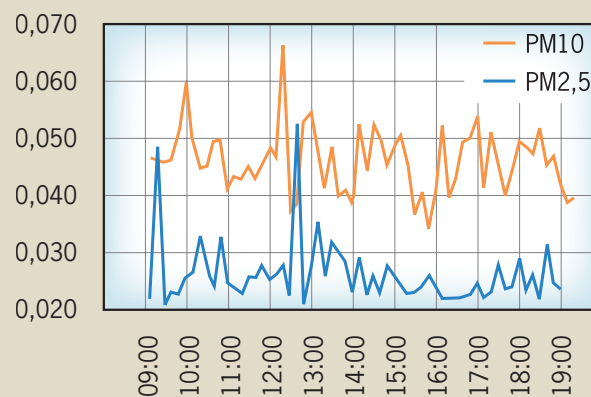


Fig. 2 - Dati ottenuti dal campionamento su particolato PM10 e PM2,5 in ambiente in presenza di ventilazione naturale e in assenza di qualsiasi tipo di intervento odontoiatrico.

Weighted Average/Media Ponderata nel Tempo). Per alcune sostanze, come ad esempio la formaldeide, i valori massimi di escursione sono definiti come STEL (Short-Term-Exposure-Limit/Limite di Escursione per Breve Periodo). Per le sostanze ad azione fortemente irritante o narcotica non è previsto un valore STEL. In questi casi il valore indicato è un TLV-C (valore limite assoluto).

Un caso di studio

Nel presente studio è stata valutata la qualità dell'aria indoor di un ambiente dentistico di 18 m² inserito in un contesto immobiliare di 120 m² nel centro storico di Milano. L'impianto di climatizza-

zione è stato realizzato tramite un sistema ad espansione diretta VRV a portata variabile di refrigerante con terminali indipendenti di tipo canalizzato e con immissione di aria esterna (800 m³/h), trattata con un recuperatore di calore a flussi incrociati protetto da filtri di tipo rigenerabile di classe F7. Le unità terminali, installate nel controsoffitto, sono dotate di filtri di classe G3. In un momento successivo, è stata inserita in ambiente un'apparecchiatura di purificazione dell'aria dotata di pre-filtro a carboni attivi, filtro assoluto HEPA e di sistema di ionizzazione. Tale sistema, con portata d'aria massima di 400 m³/h, è stato posizionato ad una distanza di 150 cm dalla poltrona e ad un'altezza di 90 cm. Alla fine del mese di giugno 2006 sono state eseguite tre sessioni di campionamento, di 8 ore ciascuna circa, in differenti condizioni di esercizio:

■ Il primo giorno il campionamento è stato eseguito in ambiente con la sola ventilazione naturale, in presenza di personale ma in totale assenza di interventi dentistici.

Giorno di prova	Temperatura	Umidità relativa	Diossido di carbonio
1° giorno	29,4 °C	68.0 %	970 PPM
2° giorno	25,3 °C	51.4 %	628 PPM
3° giorno	25,4 °C	51.3 %	614 PPM

Tab. 1 - Media dei valori di temperatura, umidità relativa e diossido di carbonio nei tre giorni di prove.



■ L'analisi del secondo giorno è stata eseguita durante una normale giornata lavorativa e con il sistema di climatizzazione funzionante con affollamento standard costituito da medico dentista, assistente di poltrona, paziente.

■ Il terzo giorno è stato inserito in ambiente un purificatore d'aria, con il medesimo assetto del giorno precedente.

Il campionamento dei dati

Attraverso l'utilizzo di un data logger sono stati campionati i dati di temperatura, umidità relativa e diossido di carbonio. La media dei valori rilevati nei tre giorni di prova per ciascuna variabile è indicata nella tabella 1.

Visti gli standard esistenti in materia e considerando l'importanza di tali fattori inquinanti, nel corso della presente valutazione si è voluto inoltre focalizzare l'attenzione sul campionamento del particolato PM10 e PM2.5. In particolare si è utilizzato un fotometro laser (figura 1) per la determinazione in tempo reale della concentrazione di particolato aerodisperso.

L'ampio campo di valori ottenibili con la misura fotometrica permette di rilevare differenze dell'inquinamento indoor anche di minima entità, normalmente non rilevabili con il tradizionale metodo gravimetrico.

La selezione del diametro delle particelle da misurare è determinata dall'utilizzo di impattori: in questo specifico caso, uno per il particolato PM10 ed uno per il particolato PM2.5.

Il campione viene attivamente convogliato, attraverso un sistema di aspirazione, nella camera di rilevazione del fotorilevatore, dove viene intersecato dal fascio luminoso emesso da un diodo laser. Nel momento in cui la luce viene a contatto con le particelle, questa diffonde in ogni direzione. Il fotorilevatore converte quindi i fotoni captati in impulsi elettrici, a loro volta convertiti in concen-

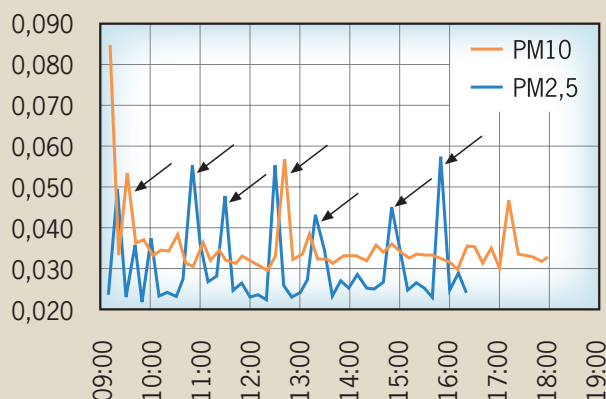


Fig. 3 - Dati ottenuti dal campionamento su particolato PM10 e PM2.5 in ambiente in presenza di aria trattata dal sistema di climatizzazione. Le frecce indicano l'incremento del particolato al momento dell'esecuzione di vari interventi odontoiatrici.

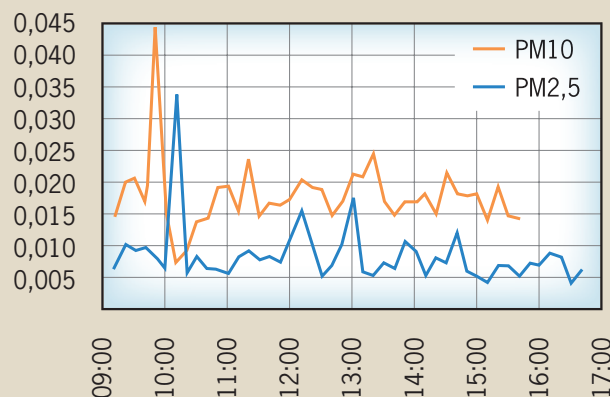


Fig. 4 - Dati ottenuti dal campionamento su particolato PM10 e PM2.5 in ambiente in presenza di un'azione combinata del sistema di climatizzazione e del sistema di purificazione dell'aria attivato alle ore 10,30.

trazioni (mg/m^3) mediante una costante di proporzionalità. Tale costante è determinata dalla calibrazione con uno standard (ISO 12103, A1 test dust). È da notare che in alcuni strumenti, una porzione del campione in ingresso viene deviata, filtrata e immessa nuovamente nel flusso principale al fine di preservare le ottiche del campionatore da un eccessivo carico di particolato.

I fotometri sono tipicamente in grado di misurare particolato con concentrazioni variabili da 0.001 a 100 mg/m^3 .

I dati di rilevamento sono visionabili nelle figure 2, 3 e 4. In ascisse è indicato il tempo di campionamento, in ordinate la concentrazione espressa in mg/m^3 .

La figura 2 mostra i dati ottenuti dal campionamento su particolato PM10 e PM2.5 in ambiente in presenza di ventilazione naturale e in assenza di qualsiasi tipo di intervento odontoiatrico.

La figura 3 rappresenta la situazione del locale in esame con aria trattata dal sistema di climatizzazione. Le frecce indicano l'incremento del particolato al momento dell'esecuzione di vari interventi odontoiatrici. Si può supporre che, durante i vari interventi, si movimentino le particelle aerodisperse presenti e contemporaneamente ne vengano generate delle nuove.

La figura 4 evidenzia le basse concentrazioni di PM ottenute grazie all'azione combinata del sistema di climatizzazione e del sistema di purificazione dell'aria attivato alle ore 10,30.

La tabella 2 mostra i valori medi delle concentrazioni rilevate su tre giorni di campionamento. È interessante confrontare questi valori con quelli di riferimento di legge relativi all'aria esterna ed interna. Il D.M. n. 60 del 02/04/02 ha stabilito diversi valori limite per il PM10 da raggiungere in 2 fasi. La prima fase prevedeva che entro il 01/01/2005 i limiti fossero i seguenti:

- 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media delle 24 ore da non superare più di 35 volte l'anno;

- 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale.

La seconda fase prevede invece che entro il 01/01/2010 i limiti siano i seguenti:

- 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media delle 24 ore da non superare più di 7 volte l'anno;

- 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale.

Lo standard americano EPA National Ambient Air Quality Standards indica come limiti per il PM10 i valori pari a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in un anno e a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in un giorno; per il PM2.5 i valori sono di 15,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in un anno e 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in un giorno.

L'ASHRAE propone come valori guida per il PM10 i limiti di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come soglia annuale e di 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come soglia giornaliera.

Conclusioni

Studi di settore hanno evidenziato come le polveri sottili indoor rimangano a lungo sospese sottoforma di aerosol ed è ormai appurato che gli effetti dell'inquinamento da particolato si riflettono direttamente sull'incidenza di malattie cardio-polmonari croniche, asma e patologie respiratorie generiche.

Speciale attenzione dovrà essere necessariamente prestata anche all'utilizzo di nuove tecnologie, in accoppiamento o in sostituzione dei classici sistemi convenzionalmente utilizzati.

Una nuova generazione di purificatori d'aria, ad esempio, utilizza uno speciale condensatore in quarzo rivestito da maglie metalli-

Giorno di prova	PM10	PM2.5
1° giorno	47	29
2° giorno	37	36
3° giorno	19	10

Tab. 2 - Media delle concentrazioni rilevate su tre giorni di campionamento.



che è alimentato con una tensione alternata monofase e a basso consumo energetico. Il campo elettrico generato tra le particolari armature del tubo ionizzante garantisce la produzione controllata, proporzionata e costante di ioni ossigeno, negativi o positivi, che, aggregandosi in cluster, permettono l'abbattimento del particolato aerosospeso per effetto elettrostatico e gravitazionale. In definitiva un'adeguata ventilazione e sistemi di filtrazione e purificazione accuratamente selezionati per il settore dentistico si rivelano essere la scelta vincente ai fini della rimozione parziale o totale del particolato dall'ambiente e dell'ottenimento di una sempre crescente qualità dell'aria indoor.

Bibliografia

ASHRAE 2004. Ventilation for acceptable indoor air quality. ANSI/ASHRAE Standard 62-2004.

ASHRAE 2003. Applications handbook.

Basu M K, Browne R M, Potts A J C, Harrington J M. A survey of aerosol related symptoms in dental hygienists. *J Soc Occup Med* 1988; 38: 23-25.

Burge H. A. 1990. Risks associated with indoor infectious aerosols. *Toxicol. Ind. Health* 6: 263-274.

Decreto Legislativo 19 Settembre 1994 n. 626. Attuazione delle direttive riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

English S. 1995. Hazardous aerosols challenge the dental industry. *Clean Rooms* 9: 1-11.

Erdinger L., Dürr M., Hammes F., Sonntag H.-G. 1996. Performance of a modular room air cleaner. *Proceedings of the 7th International*

Conference on Indoor Air Quality and Climate - Indoor Air '96, Vol 4, pp 193-198.

Erdinger L, Dürr M, Sonntag H-G. 1996. Indoor air purification by a modular room air cleaner. *Forum Städte Hyg Vol 47*, pp 231-234.

<http://www.acgih.org>

<http://www.qualitaria.com>

Miller R L. Characteristics of blood-containing aerosols generated by common powered dental equipment. *Am Ind Hygiene Ass J* 1995; 56.

Quian Y, Willeke K, Grinshpun S A, Donnelly J, Coffey C. Filtration efficiency for airborne microbial and inert particles. *Am Ind Hygiene Ass J* 1998; 59: 128-132.

The National Academy of Sciences, 2000. *Clearing the Air: Asthma and Indoor Air Exposure*, Appendix A.

Wake D, Bowry A C, Crook B, Brown R C. Performance of respirator filters and surgical masks against bacterial aerosols. *J Aerosol Sci* 1997; 28.

Si ringraziano: Clima B Impianti S.r.l. - Milano; Bioxigen - Mogliano Veneto; TSI Incorporated - US; TCR Tecora - Milano; Studio Arch. Carla Scotti Viganò - Milano

Glossario

Particolato inalabile: dimensioni aerodinamiche intorno ai 10 mm. È in grado di penetrare fino alle vie respiratorie primarie (naso, bocca e laringe).

Particolato fine: dimensioni aerodinamiche intorno ai 2.5 mm. È in grado di penetrare fino ai polmoni.

TLV (Threshold Limit Value): valore limite di soglia, rappresenta una soglia di concentrazione generalmente espressa in parti per milione (ppm).

TLV-C (Ceiling): limite assoluto, da non oltrepassare in nessun caso.

TLV-STEL (Short-Term-Exposure-Limit): valore massimo consentito per esposizioni brevi (non oltre 15 minuti e non oltre quattro esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno ad un'ora di distanza l'una dall'altra).

TLV-TWA (Time-Weighted Average): limite per il quale sono ammesse escursioni a livelli maggiori (8 ore al giorno e/o 40 ore a settimana) compensate da analoghe escursioni a valori inferiori.