



Sistemi DOAS per il monitoraggio della qualità dell'aria



1. ASPETTI GENERALI

Il sistema di monitoraggio di area mediante tecnologia DOAS è un sistema modulare atto a svolgere i compiti di sorveglianza ambientale in un'area geografica delimitata, che consente di essere replicato e sviluppato su scala più ampia.

I singoli sistemi DOAS possono essere integrati tra loro e connessi a un Centro di Controllo presso il quale potrà esercitata la supervisione su tutta la rete.

Il sistema prevede anche la possibilità di integrare la strumentazione DOAS con altri sottosistemi che utilizzano diverse tecnologie, al fine di consentire al gestore un pronto ed affidabile rilevamento dei fenomeni incidentali.

1.1 Monitoraggio di area delle fughe di gas (*fence-line monitoring*)

Sia nell'ambito del monitoraggio dell'inquinamento urbano sia nell'ambito del controllo delle emissioni industriali la valutazione delle concentrazioni di gas e vapori inquinanti in aree vaste rappresenta un problema di non facile soluzione.

In particolare le *fugitive emissions* da grandi insediamenti chimici e petrolchimici possono assumere dimensioni pericolose, in caso di guasti o incidenti rilevanti agli impianti. Le normative ambientali e le prescrizioni nei confronti delle industrie a rischio di incidente rilevante impongono l'adozione di sistemi di monitoraggio sempre più efficienti.

Anche nel caso di grandi aeroporti può essere di notevole interesse la misura delle emissioni nelle aree limitrofe.

Un sistema di monitoraggio ideale dovrebbe essere configurato come una barriera (*fence-line*) in grado di abbracciare l'intera area di interesse e capace di rilevare una ampia gamma di composti gassosi.

Allo stato attuale la tecnica che si avvicina maggiormente alla soluzione ideale è rappresentata dai sistemi di monitoraggio di area (*open-path monitoring methods*) realizzati dalla società svedese OPSIS A.B.

Mediante l'impiego di un certo numero di percorsi ottici di misura, installati in posizioni strategiche, è possibile intercettare e misurare le immissioni.

I diversi percorsi ottici possono essere dotati singolarmente di uno spettrofotometro analizzatore ma è anche possibile collegare due o più percorsi ad un singolo analizzatore, al fine di contenere il costo del sistema di monitoraggio.



Combinando opportunamente le misure chimiche con dati di velocità e direzione del vento, mediante software specializzati, possono essere determinate le posizioni e le intensità delle sorgenti inquinanti.



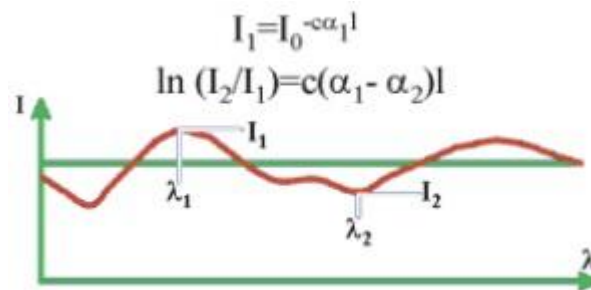
Due raggi di misura, configurati ad angolo retto per coprire due lati di un perimetro industriale, possono fornire informazioni on-line sugli inquinanti che attraversano i percorsi ottici



1.3 La tecnica UV DOAS per il monitoraggio *Fence-Line*

I sistemi spettrofotometrici DOAS prodotti da OPSIS possono operare sia nel range Ultravioletto (UV DOAS) che nel range Infrarosso (IR DOAS); il metodo UV DOAS è quello maggiormente utilizzato in quanto consente di monitorare sia gli inquinanti ubiquitari (SO₂, NO_x, O₃, NH₃) sia numerosi altri composti organici (idrocarburi aromatici, aldeidi, fenoli, composti solforati ecc.), con limiti inferiori di rilevabilità dell'ordine di qualche ppb.

Il principio di misura dei sistemi OPSIS è basato sull'equazione di Lambert – Beer, che stabilisce la relazione tra la quantità di luce assorbita e il numero di molecole di gas presenti sul percorso ottico.



I principali vantaggi offerti dalla tecnica DOAS sono espressi di seguito:

- i percorsi di misura coprono una superficie più ampia e forniscono maggiori informazioni rispetto ai sistemi di misura tradizionali basati sul campionamento puntuale;
- l'analizzatore DOAS consente di determinare diversi gas su ciascun percorso ottico, risultando particolarmente adatto nelle applicazioni su poli industriali complessi, caratterizzati da emissioni numerose e diversificate o in aree urbane caratterizzate da inquinanti di diversa natura e provenienza;
- l'assenza di campionamenti fisici consente misure dirette non influenzate da errori di prelievo e riduce gli oneri di manutenzione;
- i limiti inferiori di rilevabilità sono dell'ordine di qualche ppb e risultano significativamente migliori rispetto a tutte le altre tecniche di misura *open-path*;
- i sistemi DOAS OPSIS possono essere utilizzati anche per il monitoraggio di inquinanti convenzionali, ai fini della valutazione del rispetto di Standard di Qualità previsti dalle leggi, e dispongono di certificazioni di equivalenza ai metodi ufficiali rilasciate dall' US-EPA e dal TÜV.



Utilizzando in modo appropriato il sistema *open-path* DOAS e appositi software che elaborano i dati di monitoraggio con i dati meteorologici risulta possibile localizzare le sorgenti e quantificare le relative emissioni.

1.4 La tecnologia DOAS OPSIS

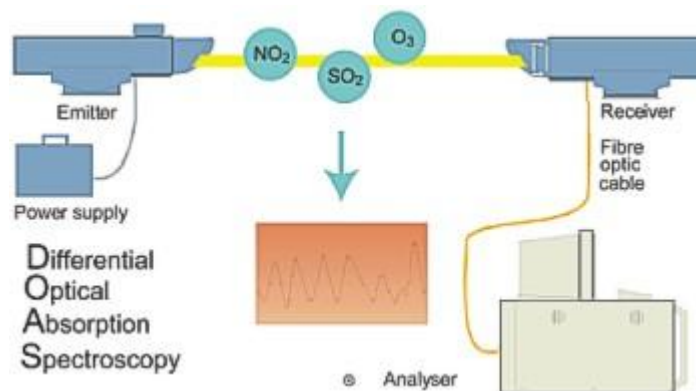
La legge di Lambert-Beer descrive il fenomeno dell'assorbimento di luce da parte delle molecole presenti lungo il percorso ottico di misura.

Poiché ogni specie molecolare (ogni gas) possiede un proprio specifico spettro di assorbimento, è possibile identificare e determinare la concentrazione di diversi gas presenti sul percorso ottico in maniera simultanea.

La tecnica DOAS OPSIS consiste nel trasferimento di un fascio luminoso, generato da una lampada a vapori di Xenon ad alta pressione - sorgente a spettro continuo – attraverso un percorso di misura, fino ad uno spettrometro analizzatore.

Il software di gestione strumentale provvede ad analizzare lo spettro incidente e a valutare gli assorbimenti molecolari avvenuti sul percorso di misura.

La luce è catturata da un apposito ricevitore e trasferita all'analizzatore mediante una fibra ottica; questa soluzione consente di installare lo spettrofotometro in zone separate da eventuali atmosfere inquinate e aggressive.



Lo spettrofotometro ha la funzione di scomporre la luce in uno spettro a bande sottili mediante un monocromatore a reticolo e di consentire la registrazione e la digitalizzazione dello spettro in forma numerica.

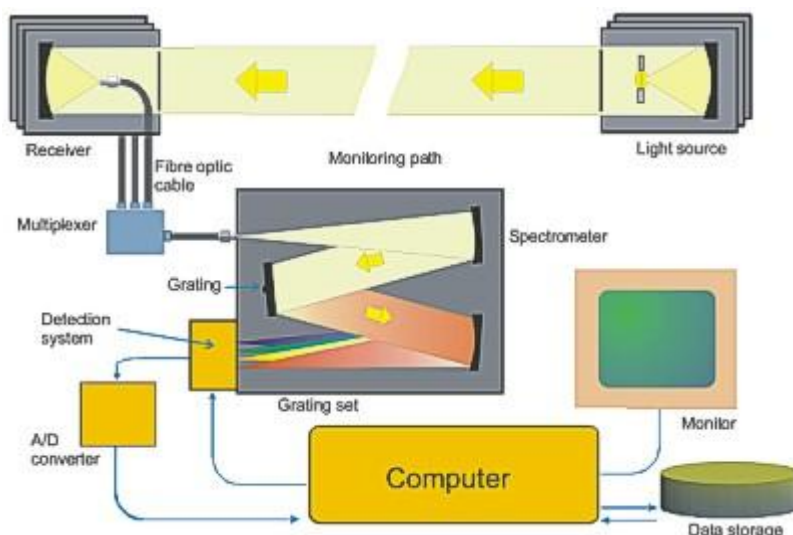


I dati spettrali sono accumulati nella memoria del computer di servizio e successivamente elaborati mediante un potente software gestionale che provvede a identificare e a determinare la concentrazione dei gas presenti sul percorso ottico di misura.

La elaborazione spettrale (deconvoluzione) viene effettuata mediante una speciale tecnica di *best-fitting* sviluppata da OPSIS che confronta gli spettri misurati con una libreria di spettri standard conservati in memoria.

Questo procedimento consente di determinare le concentrazioni dei gas con grande accuratezza e di individuare l'errore associato a ciascuna misura.

La quantificazione dell'incertezza della misura (deviazione) potrà essere utilizzata nelle successive fasi di validazione automatica e manuale dei rilevamenti.



Il sistema DOAS OPSIS può rilevare gran parte degli inquinanti di interesse nelle applicazioni di monitoraggio *fence-line*.

Allo stato attuale sono disponibili procedure di analisi spettrale per il monitoraggio di oltre 60 composti.



2 SISTEMA AUTOMATICO DI MISURA DI INQUINANTI ATMOSFERICI D.O.A.S. OPSIS

Il sistema D.O.A.S. OPSIS consente l'effettuazione del monitoraggio automatico e continuo delle concentrazioni medie di diversi agenti inquinanti in una porzione di ambiente atmosferico, lungo un percorso analitico variabile da qualche decina a molte centinaia di metri.

Nel sistema D.O.A.S. OPSIS una sorgente luminosa con spettro di emissione continua, dalla regione dell'ultravioletto a quella dell'infrarosso, invia un fascio luminoso attraverso l'ambiente da analizzare; un ricevitore posto al termine del percorso ottico raccoglie il raggio luminoso e lo invia in uno spettrofotometro analizzatore; un computer integrato provvede alla gestione e al controllo dei parametri strumentali, all'acquisizione dello spettro, al calcolo dei valori di concentrazione e alla memorizzazione dei dati.

La durata dell'acquisizione degli spettri è selezionabile, secondo le condizioni di sensibilità analitica richieste, da alcune decine di secondi fino a qualche minuto.

Il software gestionale elabora gli spettri di misura e li confronta con una libreria di spettri di riferimento precedentemente memorizzata.

Attraverso questa procedura il programma di calcolo determina la quantità dei composti in esame e il margine d'errore (deviazione) relativo a ogni determinazione.

Il risultato d'analisi sarà rappresentato, per ciascun inquinante, da un valore medio sull'intero percorso ottico, al quale verrà associato un valore di deviazione che consentirà la validazione dell'intero processo analitico.

I dati finali d'analisi saranno memorizzati su hard-disk in un archivio storico di monitoraggi elementari, dal quale potranno essere successivamente ricavati, mediante appositi programmi, per operazioni di validazione, elaborazione, presentazione (tabelle, istogrammi ecc.) e teletrasmissione ad un centro remoto.

I componenti di un sistema di misura D.O.A.S. OPSIS sono i seguenti:

- Spettrometro
- Telescopi trasmettitori
- Telescopi ricevitori
- Alimentatore
- Interfaccia per segnali esterni