

## EMISSIONI FUGGITIVE: UNA PROPOSTA METODOLOGICA PER LA GESTIONE INTEGRATA DEL PROBLEMA

F. Colombo<sup>1</sup>, F. Fazzari<sup>2</sup>, V. Rossini<sup>1</sup>

1. Tecs S.p.A.: Via Figino, 101 – 20016 Pero – MI – Italia  
2. Direzione Regionale VV.F. Sicilia - Via M. Stabile, 160 – 90134 Palermo – Italia

[Flavio.Colombo@tecsaspa.com](mailto:Flavio.Colombo@tecsaspa.com)

### 1. PREMESSA

Nel contesto dell'attività di qualsivoglia impianto industriale, gli aspetti legati all'individuazione, quantificazione e, più in generale, alla gestione delle emissioni fuggitive sono storicamente stati affrontati mediante approcci di tipo prettamente settoriale, con l'intento di dare di volta in volta risposta e soluzioni alle singole problematiche sollevate dalla loro fatale presenza nelle aree operative.

Gli aspetti della sicurezza in impianto in relazione a potenziali pericoli di esplosione, collegati alla presenza di fluidi infiammabili, sono stati oggetto di normazione a livello nazionale a partire dalla pubblicazione delle norme CEI 64-2 e 64-2A, peraltro non armonizzate ed unificate a livello europeo. Parte integrante della metodologia di classificazione dei luoghi pericolosi in questo contesto è l'identificazione e classificazione delle sorgenti di emissione, come riportate nella Norma CEI 31-35, attività propedeutica alla determinazione dei tipi e delle estensioni delle zone pericolose.

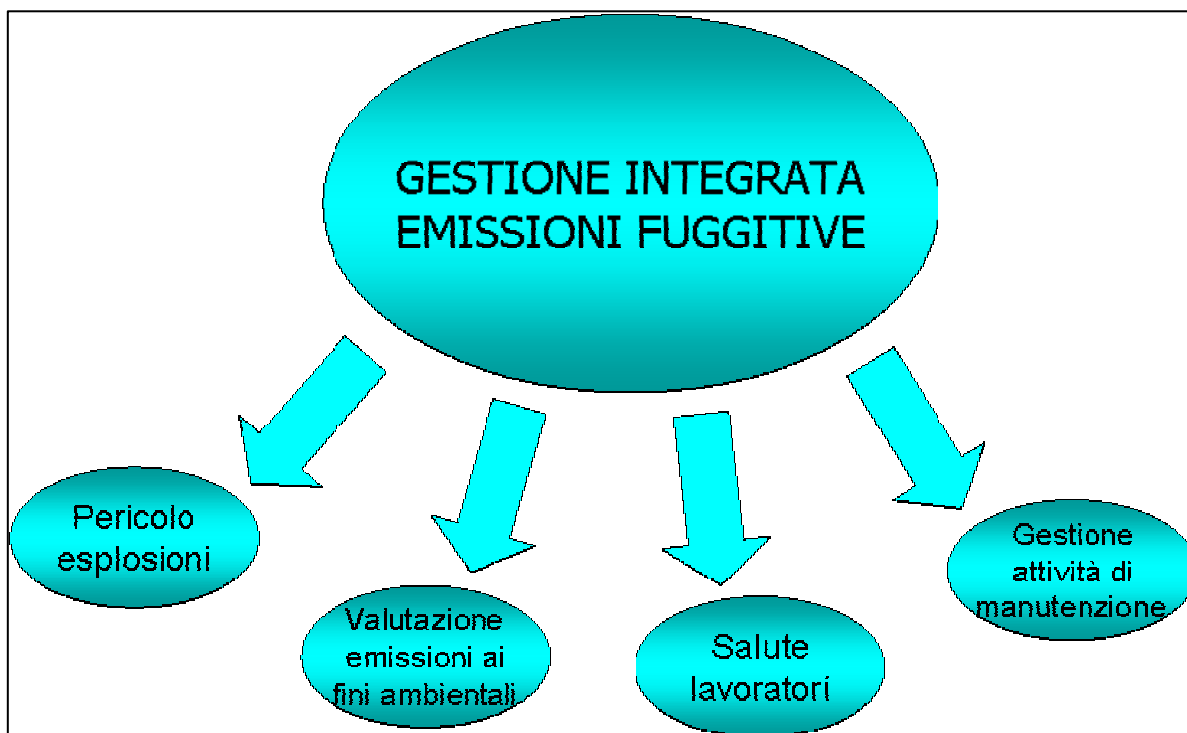
Una seconda problematica, di tipo per così dire settoriale, è costituita dagli aspetti della tutela della salute dei lavoratori nelle specifiche aree operative. In questo caso la presenza di pericoli legati ad agenti tossici aerodispersi, almeno fino all'entrata in vigore del D.Lgs. 25/02 riguardante i rischi chimici, è stata generalmente oggetto di analisi ambientali, con una scarsa possibilità di individuazione delle fonti e, di conseguenza, una altrettanto limitata possibilità di attuazione di reali misure preventive.

Dal punto di vista specificamente ambientale, la crescente sensibilità rispetto a tali tematiche ha portato alla necessità di poter disporre, da parte dei gestori degli impianti, di strumenti di valutazione dell'emissione di stabilimento sempre più raffinati, con i quali cioè si potesse passare da un livello di stima di massima, basata su bilanci globali di materia, ad un livello di quantificazione più accurata. Tale grado di sofisticazione di analisi è diventato cogente anche in relazione all'evoluzione della normativa, con particolare riferimento ai dati richiesti dalle diverse Autorità competenti per il rilascio dell'Autorizzazione Integrata Ambientale, ai sensi del D.Lgs. 59/05 (IPPC). Parte integrante di tale processo autorizzativo è infatti costituita dalla dimostrazione, in carico al soggetto proponente, di soddisfare le condizioni dettate dalla normativa stessa in merito alla prevenzione dell'inquinamento mediante l'adozione delle migliori tecniche disponibili.

In particolare, in ambito nazionale, il documento "Elementi per l'emanazione delle Linee Guida per l'identificazione delle migliori tecniche disponibili – Sistemi di monitoraggio" esplicitamente prevede la necessità di pianificare l'impegno di risorse adeguate per identificare, monitorare, quantificare e ridurre le emissioni diffuse, tra le quali sono comprese quelle di tipo fuggitivo.

La loro quantificazione è esplicitamente richiamata inoltre dal documento BRef (Best Available Techniques Reference Document) comunitario "General Principles of Monitoring", con particolare riferimento alla metodologia adottata a partire dagli anni '90 dall'USEPA che prevede l'attuazione di un'attività di analisi impiantistica impostata su crescenti livelli di approfondimento di stima a partire dal censimento delle componenti impiantistiche potenzialmente emettenti.

Il punto di arrivo dell'attività analitica non è in questo caso solamente la mera quantificazione dell'impatto ambientale ma soprattutto l'implementazione di un programma di gestione delle attività manutentive (LDAR – Leak Detection And Repair programme), anch'esso previsto tra le BAT a livello comunitario, a tutto vantaggio degli aspetti di sicurezza generale, tra l'altro con un conseguente abbassamento delle frequenze per quanto riguarda i tassi di guasto di apparecchiature critiche.



## 2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Per quanto riguarda la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione i principali riferimenti normativi sono i seguenti :

- Norme Italiane UNI-CEI
- Norme Europee EN
- Norme armonizzate CEI-EN
- Direttiva 94/9/CE del 23/03/94, G.U.C.E. L100 del 19/04/94, detta anche direttiva ATEX 100A, recepita dallo Stato Italiano con DPR 23 marzo 1998 n° 126, entrata in vigore il 1/07/03;
- Direttiva 1999/92/CE del 16/12/99, detta anche direttiva ATEX 137, recepita dallo stato Italiano con D. Lgs. 233 del 12 Giugno 2003, relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive, entrata in vigore il 10/09/03;

Dal punto di vista ambientale i principali riferimenti normativi sono i seguenti :

- Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) “Draft Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Organic Fine Chemicals” European Commission, Draft Feb. 2004
- Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) “Reference Document on the General Principles of Monitoring” European Commission, Jul. 2003
- “Preferred and alternative methods for estimating fugitive emissions from equipment leaks” Final Report – EPA EIIP, Nov. 1996
- “Protocol for Equipment Leak Emission Estimates” – EPA-453/R-95-017 – Nov. 1995
- “National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Source Categories; Organic Hazardous Air Pollutants from the Synthetic Organic Chemical Manufacturing Industry and Seven Other Processes. Subpart H - Equipment Leaks” - Federal Register - Dec. 1992
- “Reference Method 21, Determination of Volatile Organic Compound Leaks” Code of Federal Regulations, Title 40, Part 60, Appendix A. Jun. 1990
- Linee Guida nazionali sulle Migliori Tecniche Disponibili (LG-MTD) in corso di emanazione

La valutazione dell’esposizione ad agenti chimici pericolosi sul luogo di lavoro viene effettuata a fronte di quanto richiesto dal D.Lgs. 626/94 come integrato dal D.Lgs. del 2 febbraio 2002, n. 25.

### **3. PRESUPPOSTI TEORICI PER LA STIMA DELLE EMISSIONI FUGGITIVE**

A livello di emissioni in aria possono essere identificate due principali tipologie: emissioni convogliate ed emissioni non convogliate.

Mentre la prima tipologia può essere quantificata, in modo relativamente immediato, essendo ben definiti i principali parametri caratteristici (identificazione, ubicazione e dimensionamento del punto di emissione; caratteristiche chimico-fisiche e quantitative dell'emissione stessa), per le emissioni non convogliate il procedimento di caratterizzazione e quantificazione risulta più complesso.

Nell'accezione corrente le emissioni non convogliate vengono fatte coincidere con il termine "diffuse", le quali possono essere definite come quel tipo di emissioni in atmosfera derivanti da un contatto diretto di sostanze volatili o polveri leggere con l'ambiente in condizioni operative normali di funzionamento di un impianto.

Con tale termine si vogliono dunque intendere tutte quelle dispersioni in atmosfera che provengono da sorgenti non puntiformi quali: serbatoi e contenitori in genere (in particolare nelle fasi di riempimento / svuotamento), ventilazioni e dispersioni provenienti da edifici, magazzini o depositi, evaporazioni da superfici libere, dispersioni da apparecchiature (nel loro complesso) che trattano prodotti allo stato gassoso, dispersioni da cumuli di materiale polverulento, ecc.

Un sottoinsieme rilevante di tale tipologia di emissione è costituito dalle "emissioni fuggitive", non di rado trattate come categoria separata.

Le emissioni fuggitive possono essere definite come quelle emissioni nell'ambiente risultanti da una perdita graduale di tenuta di una parte delle apparecchiature designate a contenere/movimentare un fluido (gassoso o liquido); questa è causata generalmente da una differenza di pressione.

Al fine di stimare la quantità di emissioni fuggitive è possibile preliminarmente procedere secondo due metodologie distinte, sulla base delle esigenze, della specifica tipologia di processo e dei dati disponibili :

1. effettuazione di un bilancio di massa, valutando l'input al processo di materie prime / sostanze chimiche ausiliarie, e l'output, costituito dalla quantità di prodotti, sottoprodotti, scarti di lavorazione e sostanze in carico alle acque reflue;
2. effettuazione di una stima delle emissioni mediante l'attribuzione di fattori di emissione specifici per tipologia di apparecchiatura / servizio effettuato; tale approccio generale può in seguito essere approfondito mediante progressivi gradi di raffinatezza di analisi.

Il primo approccio, così come l'applicazione più speditiva del secondo, può risultare vantaggioso (in relazione alla disponibilità di dati) in termini di semplicità di esecuzione, ma, poiché fornisce solo una stima di larga massima dell'emissione globale di un impianto, non contribuisce in alcun modo all'individuazione delle principali fonti o aree di emissione. Tale mancanza di informazione non consente di attuare interventi efficaci per la limitazione del fenomeno.

### **4. METODOLOGIE UTILIZZATE NEI DIVERSI SETTORI INTERESSATI**

#### **4.1 Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione**

La metodologia per la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione si applica a tutti gli impianti industriali all'aperto o in ambiente chiuso al fine di identificare la tipologia delle zone pericolose necessarie per la scelta delle apparecchiature elettriche e non elettriche ai sensi della direttiva Europea ATEX 100 A, recepita con DPR 23 Marzo 1998 n° 126 e per la valutazione dei rischi di esplosione per la salute e sicurezza dei lavoratori che ne possono essere esposti ai sensi della direttiva Europea ATEX 137 recepita con D. Lgs. 233 del 12 Giugno 2003.

Tali normative si applicano ai luoghi in cui vi può essere il rischio di incendio o esplosione dovuto alla presenza di gas o vapori infiammabili in miscela con aria in condizioni atmosferiche normali.

La metodologia utilizzata comprende la stima delle portate di potenziali rilasci dagli organi di tenuta di pompe, compressori, valvole, flange e organi di accoppiamento in genere, la classificazione del tipo di zona interessata da una possibile formazione di atmosfera pericolosa ed infine la determinazione dell'estensione di tale zona.

In modo sintetico la classificazione dei luoghi pericolosi secondo le citate norme, avviene attraverso la valutazione dei seguenti punti:

1. Valutazione delle sorgenti di emissione (tipo e grado);
2. Calcolo della portata di rilascio di gas o vapore e di liquido evaporante;
3. Calcolo del volume ipotetico di atmosfera esplosiva;
4. Valutazione del tempo di persistenza;
5. Determinazione del grado e della disponibilità della ventilazione;
6. Classificazione del tipo di zona;
7. Calcolo dell'estensione della zona pericolosa;

I passaggi fondamentali per la definizione della classificazione dei luoghi pericolosi possono essere così riassunti:

1. Individuazione delle sostanze combustibili/infiammabili e delle loro caratteristiche fisiche e di processo;
2. Analisi dei processi e dei *sistemi di contenimento* (serbatoi di stoccaggio, vessel, scambiatori, pompe, compressori, pensiline, tubazioni ed apparecchiature in genere) per definire se le quantità di prodotto in gioco sono da ritenersi pericolose in caso di rilascio;
3. Analisi delle potenziali sorgenti di emissione (sfiati, drenaggi, bracci di carico, scarichi valvole di sicurezza, tenute serbatoi stoccaggio, tenute alberi pompe, compressori e misuratori volumetrici, valvole di regolazione, valvole di intercettazione, accoppiamenti flangiati e filettati, raccordi a compressione, etc.) e valutazione del grado di emissione, delle portate strutturali ed in caso di guasto e delle relative frequenze;
4. Analisi dell'influenza di tutte le emissioni sulla classificazione del luogo considerando il loro grado;
5. Valutazione dei parametri che influenzano il tipo e l'estensione delle zone (principalmente la portata di rilascio e le condizioni di ventilazione);
6. Determinazione, per ogni emissione, del tipo/i di zona/e pericolose e dell'estensione delle stesse. L'estensione delle zone sarà determinata dalla forma e dalle dimensioni;
7. Elaborazione della classificazione del luogo ottenuta dall'involuppo delle singole zone pericolose determinate come indicato nei punti precedenti.

La fase essenziale della valutazione è costituita dall'individuazione e analisi delle potenziali sorgenti di emissione secondo tre tipologie:

**Sorgenti di emissione di grado continuo** che possono essere: superfici di un liquido infiammabile contenuto in un serbatoio a tetto fisso con uno sfiato permanente all'atmosfera; superfici di un liquido infiammabile esposta all'atmosfera continuamente o per lunghi periodi (ad es. in corrispondenza di un separatore idrocarburi-acqua); emissioni strutturali (perdite fisiologiche di flange, valvole, accoppiamenti generici, organi di tenuta, valvole di sicurezza, ecc.) in ambiente chiuso.

**Sorgenti di emissione di 1° grado** sono costituite da elementi prevedibilmente emettenti sostanze infiammabili durante il funzionamento normale dell'impianto, quali: pompe con tenuta meccanica singola; valvole di regolazione con tenuta semplice; punti di drenaggio, sfiato e campionamento; valvole di sicurezza non convogliate, sfiati e altre aperture.

**Sorgenti di emissione di 2° grado** sono costituite da elementi prevedibilmente non emettenti sostanze infiammabili durante il funzionamento normale dell'impianto, quali: pompe con tenute meccaniche doppie dotate di monitoraggio perdite e/o sfiato convogliato; valvole di regolazione con doppia tenuta o a soffietto; valvole manuali di intercettazione (saracinesche, sfere, maschio, a spillo e a disco); flange di accoppiamento, giunzioni e raccordi di tubazioni.

La classificazione dei luoghi e il calcolo dell'estensione delle zone pericolose (fine ultimo dell'analisi) seguono procedimenti differenti sulla base della presenza di ventilazione (ambiente aperto o ambiente chiuso).

#### 4.2 Procedimento generale di stima delle emissioni fuggitive ai fini ambientali

Il protocollo EPA ("Protocol for Equipment Leak Emission Estimates" – EPA-453/R-95-017 – Nov. 1995) prende le mosse da una fase di inventario delle diverse componenti impiantistiche (fonti di emissione), quali :

- Valvole

- Tenute di pompe
- Tenute di compressori
- Valvole di sicurezza
- Flange
- Tronchetti
- Prese campione.

Per tali componenti devono essere segnalati il numero di ore di funzionamento nell'arco di tempo di interesse (normalmente un anno) e il tipo di servizio (fluido trattato), tra i seguenti :

- Gas = fluidi allo stato gassoso nelle condizioni operative;
- Liquido Leggero = fluidi allo stato liquido nelle condizioni operative, aventi composizione tale che almeno il 20% in peso sia costituito da liquidi con tensione di vapore superiore a 0,3 kPa a 20°C;
- Liquido Pesante = fluidi non classificabili tra i precedenti.

Secondo il protocollo EPA si procede a questo punto con l'applicazione di diversi metodi, connotati da un grado progressivo di accuratezza dei risultati; la scelta del grado di approfondimento deve essere effettuata sulla base di un'attenta comparazione tra costi e benefici.

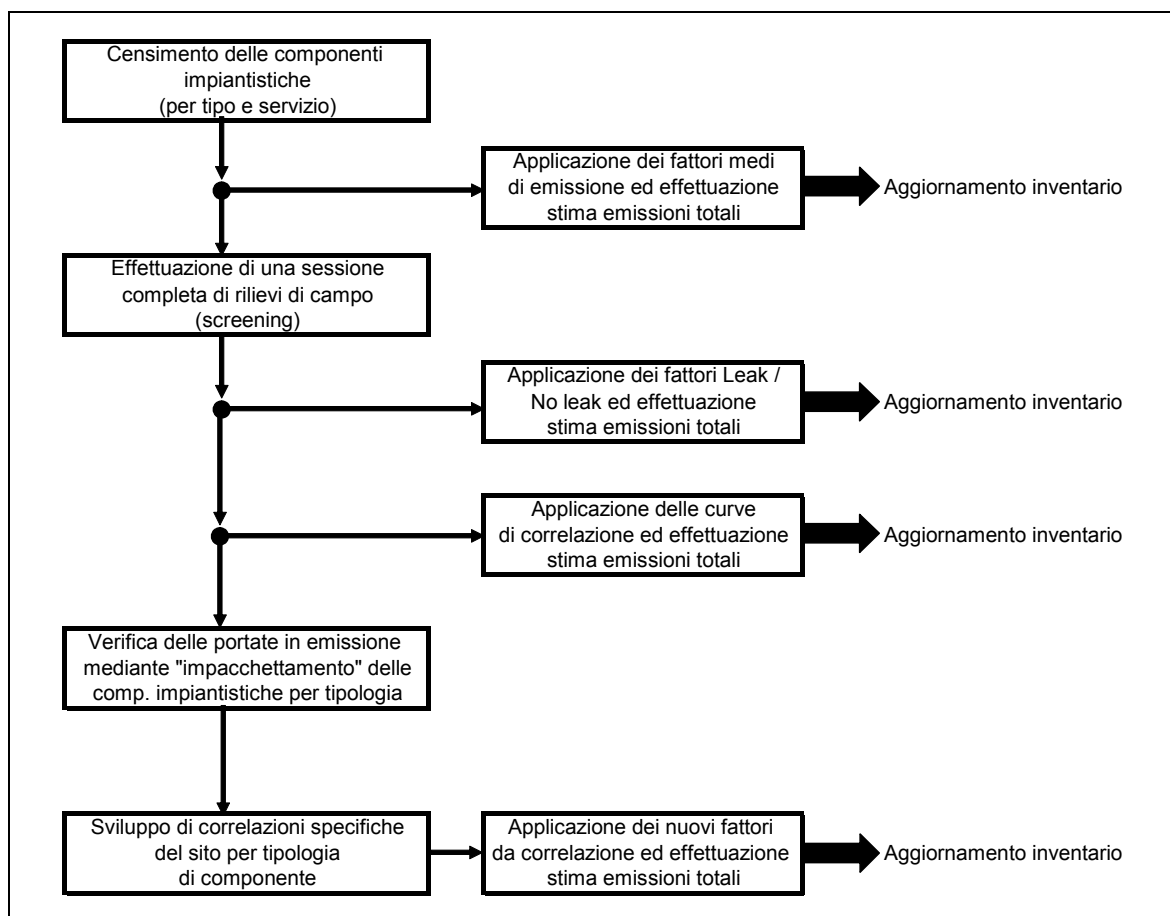
La CMA (Chemical Manufactures Association) ha sviluppato un diagramma di flusso che riporta i diversi gradi di approfondimento indicati in base alla loro accuratezza; i fattori di emissione applicabili sono differenti per diverse realtà e situazioni produttive quali: industria chimica organica (SOCMI - Synthetic Organic Chemical Manufacturing Industry), raffinerie, punti vendita e operazioni di produzione olio e gas (API – American Petroleum Institute).

Il diagramma di flusso che descrive le diverse fasi è riportato alla pagina seguente; come evidenziato, la prima fase consiste nel conteggio delle componenti di interesse.

Si può notare come tale protocollo lasci facoltà all'applicatore del metodo di fermarsi, nella stima dell'emissione ai fini ambientali, a ciascun grado di approfondimento. La soddisfazione circa l'accuratezza dell'informazione ottenuta è direttamente correlata con le finalità stesse della stima.

Ad esempio, l'esclusiva applicazione dei fattori medi (primo grado di approfondimento) può essere soddisfacente ai fini di una stima dell'emissione globale di un sito industriale, ma non per le ulteriori finalità in oggetto (individuazione e monitoraggio delle componenti maggiormente perdenti).

Schema di flusso relativo al procedimento di valutazione delle emissioni fuggitive (da: "Preferred and alternative methods for estimating fugitive emissions from equipment leaks" Final Report – EPA EIIP, Nov. 1996)



### Fattori medi di emissione

Si riporta di seguito un esempio di fattori medi di emissioni sviluppati dall'EPA per l'industria chimica organica (SOCMI).

Equipment	Servizio	Fattore (kg/h/sorgente)
Valvole	Gas	0.00597
	Liquido leggero	0.00403
	Liquido pesante	0.00023
Tenute di pompe	Liquido leggero	0.0199
	Liquido pesante	0.00862
Tenute di compressori	Gas/Vapore	0.228
Valvole di sicurezza	Gas/Vapore	0.104
Flange	Tutti	0.00183
Tronchetti	Tutti	0.0017
Prese campione	Tutti	0.015

A ciascun punto inventariato viene associato il corrispondente rateo medio di emissione, tenendo conto del tipo di servizio e della frequenza di funzionamento in ore. Tutti i valori ottenuti devono essere sommati così da poter stimare l'emissione diffusa da una data unità.

L'applicazione di questo grado di analisi ha il vantaggio di non necessitare di un rilevamento in campo dell'emissione, quindi risulta estremamente economica. Se applicata in modo scrupoloso può fornire una

stima dell'ordine di grandezza delle emissioni fuggitive; precedenti studi del CMA indicano tuttavia che le emissioni valutate con i fattori medi possono sovrastimare da 10 fino a 10.000 volte quelle trovate durante le prove in campo.

Oltre a questo evidente svantaggio tale metodo non fornisce informazioni circa l'effettiva emissione dalle singole componenti, dati che potrebbero cioè essere utili per gli aspetti manutentivi o di salute e sicurezza.

#### Fattori Leak / No leak

Da questo grado di approfondimento in poi è necessaria la misura con un analizzatore portatile di ciascuna componente, secondo il Metodo 21 richiamato dall'EPA stessa ("Reference Method 21, Determination of Volatile Organic Compound Leaks" Code of Federal Regulations, Title 40, Part 60, Appendix A. Jun. 1990).

Nell'approccio Leak / No leak l'EPA definisce "perdente" (leak) una sorgente nell'intorno della quale sia misurata una concentrazione pari o superiore a 10.000 ppm. A questo punto viene applicato un approccio analogo a quello dei fattori medi: il numero di componenti viene moltiplicato per un determinato fattore.

L'unica differenza consiste nel fatto che sono forniti in questo caso due diversi fattori, riportati nella tabella seguente (come nella precedente sono rappresentati ad esempio i fattori SOCFI), a seconda che la concentrazione sia minore (No leak) o maggiore (Leak) a 10.000 ppm<sup>1</sup>.

Equipment	Servizio	Fattore (kg/h sorgente)	
		Leak	No leak
Valvole	Gas	0.0782	0.000131
	Liquido leggero	0.0892	0.000165
	Liquido pesante	0.00023	0.00023
Tenute di pompe	Liquido leggero	0.243	0.00187
	Liquido pesante	0.216	0.00210
Tenute di compressori	Gas	1.608	0.0894
Valvole di sicurezza	Gas	1.691	0.0447
Flange	Tutti	0.113	0.000081
Tronchetti	Tutti	0.01195	0.00150

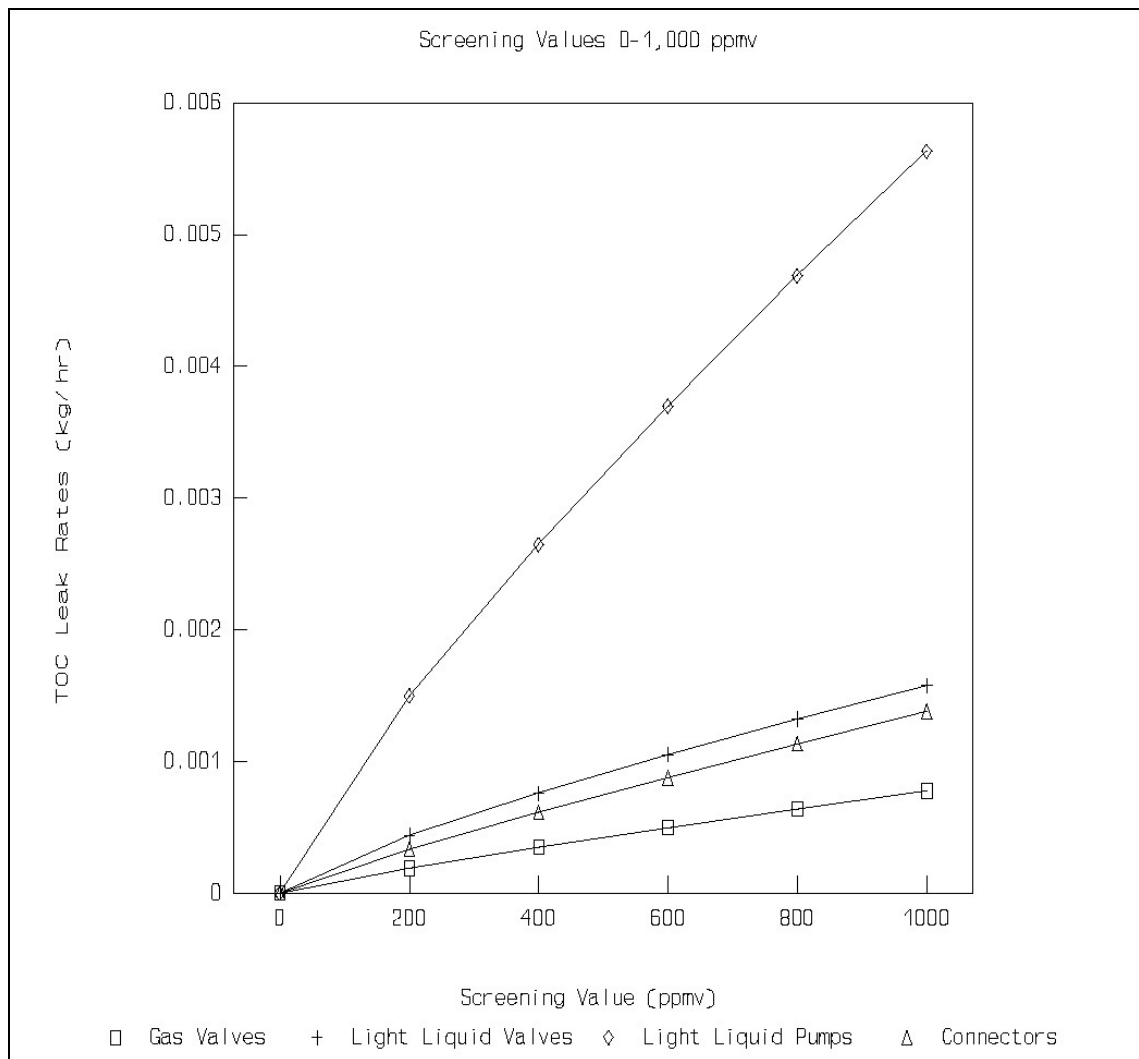
Tale approccio, che presenta evidentemente un grado di raffinazione maggiore del precedente, è stato sviluppato dall'EPA soprattutto al fine di fornire un supporto per l'eventuale utilizzo di data-base già disponibili che raccolgono informazioni di emissione basate sulla definizione di soglia "leak" pari a 10.000 ppm.

#### Curve di correlazione

Un successivo stadio nella determinazione delle emissioni fuggitive consiste nell'utilizzo di curve di correlazione sviluppate dall'EPA

Correlazioni matematiche consentono di avere una funzione continua sull'intero intervallo di valori invece che valori discreti; nella seguente figura si riporta un esempio di tale correlazione. Ciò significa che a ciascun valore ricavato dalle attività di rilevamento di campo viene associato un valore discreto di portata emissiva.

<sup>1</sup> Se ritenuto opportuno è possibile applicare anche il metodo cosiddetto dei "fattori stratificati", il quale richiede una precisione maggiore dell'approccio "Leak/No leak", in quanto i fattori di emissioni sono suddivisi nei tre seguenti intervalli di concentrazione : 0-1000; 1001-10'000; >10'000 ppm



Sviluppo di correlazioni specifiche per l'impianto analizzato

Quest'ultimo grado di approfondimento viene sviluppato nel caso che i precedenti non abbiano conseguito un grado soddisfacente di accuratezza.

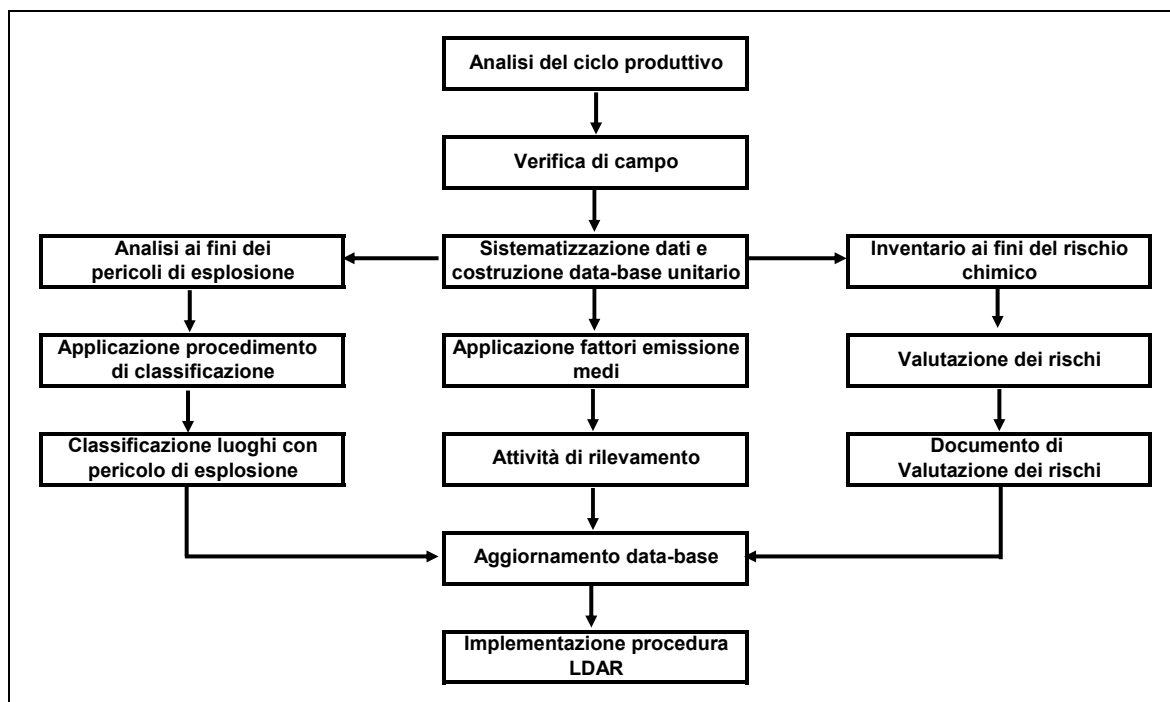
Si tratta di perfezionare le precedenti curve di correlazione mediante la verifica dei valori misurati con l'analizzatore portatile con una procedura di misurazione della portata emissiva effettiva per singole tipologie di apparecchiatura / servizio, mediante "impacchettamento" (bagging) della componente esaminata. In tal modo è direttamente verificata la correlazione tra valore in ppm strumentalmente misurato durante i futuri monitoraggi (screening value) e le portate in emissione (esprese ad esempio in kg/h).

Tale metodologia presenta tuttavia elevati costi operativi (applicazione delle procedure di rilevamento).



## 5. PROPOSTA PER UN APPROCCIO METODOLOGICO INTEGRATO

Ai fini e per le motivazioni espresse in premessa viene di seguito proposto un approccio unitario alla materia che comporta essenzialmente la predisposizione di un data-base strutturato in modo da poter rappresentare il punto di partenza e conseguentemente il punto di raccolta univoco delle attività, delle analisi e degli approfondimenti condotti per ciascun campo specifico. Il seguente schema è rappresentativo di tale approccio.



E' evidente che le conclusioni delle valutazioni relative pericolo di esplosioni e alla salute dei lavoratori (rischio chimico) saranno oggetto di documenti specialistici in relazione al fatto che parte dei contenuti e delle tematiche trattate esulano dall'aspetto "emissioni fuggitive".

### 5.1 Analisi del ciclo produttivo

Il ciclo produttivo viene analizzato in tutte le sue fasi al fine di selezionare le aree operative di interesse ed censire, per ciascuna, i seguenti elementi fondamentali :

- linee che trasportano fluidi comportanti emissioni di COV o comunque pericolosi per la salute, la sicurezza o l'ambiente;
- apparecchiature e componenti impiantistiche come precedentemente elencate;
- stato fisico e condizioni di processo.

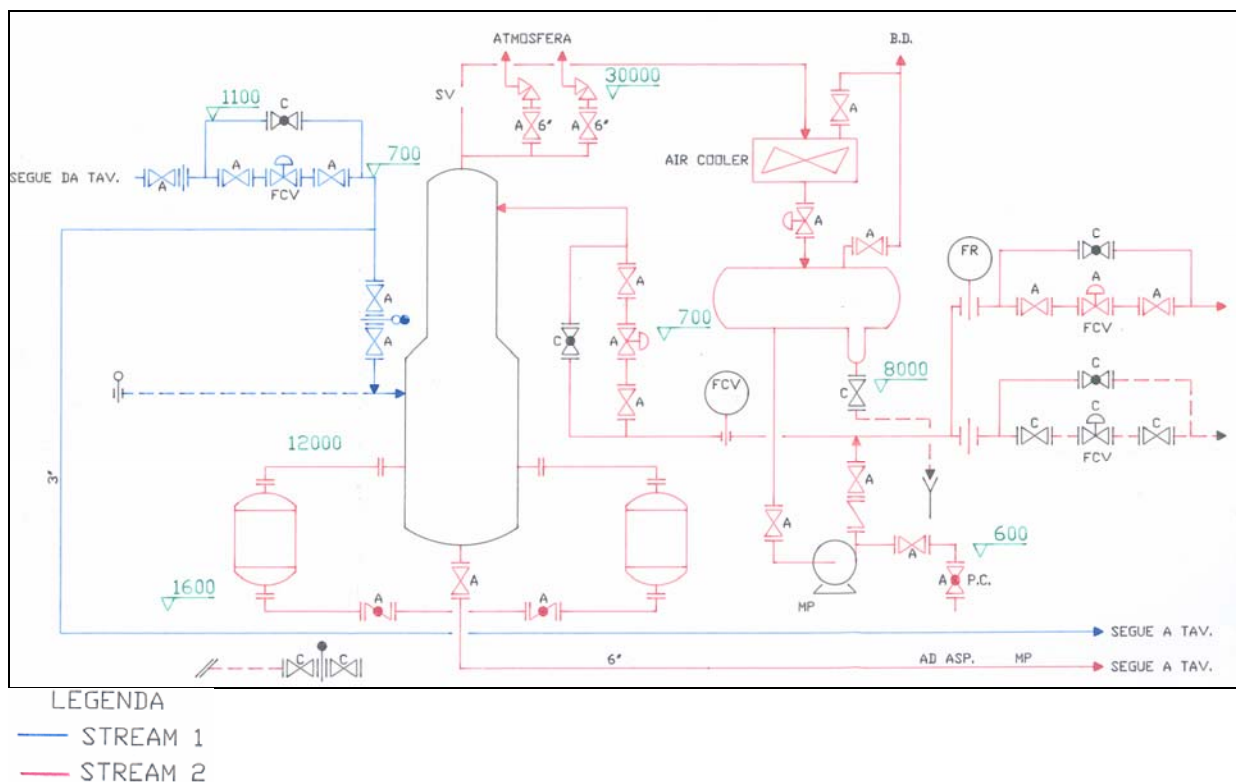
Il materiale di base per l'effettuazione di questa attività sono: schemi di flusso, schemi di tipo P. & Id, ecc.

L'inventario comprenderà per ciascuna componente :

1. identificazione (area di processo, linea o apparecchiatura di appartenenza, P.&Id, numero identificativo della componente);
2. descrizione (tipologia, categoria, costruttore, anno di installazione);
3. caratteristiche del fluido trattato (stato fisico, composizione);
4. parametri operativi (temperatura, pressione, frequenza di funzionamento);
5. fattore di emissione associato sulla base della letteratura.

Il prodotto di tale fase analitica è costituito da una mappatura degli impianti riportante l'identificazione degli stream di interesse e delle componenti che dovranno essere oggetto di rilevamento in campo. Ciò costituisce la base del protocollo specifico di monitoraggio che verrà applicato.

La tipologia di schema prodotto ed allegato all'iniziale data-base è la seguente (si può notare l'individuazione di n°2 diversi streams connotati da differenti caratteristiche chimico-fisiche):



Nello schema sopra riportato i due streams identificati possono servire ad esempio per discriminare la tipologia di fluido trasportato (gas, liquido leggero, liquido pesante) ai fini dell'assegnazione del fattore di emissione appropriato, una seguente annotazione circa la posizione di una componente potenzialmente perdente nei confronti di postazioni di lavoro (da attività di cui al seguente Par. 5.2), costituisce un'informazione base ai fini della stima preliminare del rischio chimico, ecc.

In sostanza tale fase si caratterizza come attività propedeutica alle successive: gli schemi prodotti, dovranno essere utilizzati come basi per annotare in fase di verifica di campo, le informazioni relative ai campi di interesse dell'indagine, in primo luogo è essenziale l'annotazione di componenti aggiuntive (caso non raro per impianti in servizio da lungo tempo). Inoltre può risultare estremamente utile l'annotazione circa l'accessibilità delle componenti oggetto di censimento al fine di un loro inserimento o meno nel programma di attività di rilevamento (screening iniziale di cui al seguente Par. 5.5).

## 5.2 Verifica di campo

La seconda fase dell'attività consiste essenzialmente in una puntuale verifica di campo dello screening preliminarmente effettuato sulla base dei dati disponibili. Durante tale verifica vanno in primo luogo registrate le eventuali lacune circa il censimento delle apparecchiature e degli elementi impiantistici. Pertanto si procede ad un'implementazione degli schemi indicando tutti gli elementi di interesse.

Per le diverse tematiche in oggetto i principali dati da registrare sono i seguenti:

- classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione: presenza di ulteriori potenziali sorgenti di emissione (sfiati, drenaggi, bracci di carico, scarichi valvole di sicurezza, tenute serbatoi stoccaggio, tenute alberi pompe, compressori e misuratori volumetrici, valvole di regolazione, valvole di intercettazione, accoppiamenti flangiati e filettati, raccordi a compressione, ecc.), loro posizionamento nell'impianto, valutazione dell'ambiente di inserimento e della tipologia di ventilazione;
- stima delle emissioni fuggitive ai fini ambientali: in aggiunta agli elementi di cui al punto precedente, verrà valutata l'accessibilità ai fini delle successive attività di rilevamento e della programmazione dei relativi itinerari;

- ai fini della salute dei lavoratori: vengono valutate le modalità di intervento degli operatori (frequenza, tempistiche di presenza), con riferimento alla tipologia dell'area di lavoro (ambiente aperto o chiuso, presenza ed efficienza di sistemi di ventilazione, ecc.).

### 5.3 Sistematizzazione dei dati e costruzione di un data-base unitario

La mole dei dati raccolti viene sistematizzata mediante la predisposizione di un data-base costituito da n°4 moduli principali, che consentono contemporaneamente un'unitarietà di approccio e la necessaria flessibilità di gestione in relazione alle diverse tematiche.

1. schede identificative, contenenti :
  - area di processo
  - numero P&Id
  - numero linea
  - numero apparecchiatura/componente e caratteristiche (costruttore, anno, categoria, tipo, ecc.)
  - rappresentazione (grafica e/o fotografica)
  - tipo di fluido trattato
  - condizioni di processo specifiche (temperatura e pressione);
2. classificazione aree: agli identificativi di cui alla scheda 1 si fanno corrispondere la tipologia di sorgente (grado continuo, 1° grado e 2° grado) e la classificazione dell'area (zona Z0, Z1, Z2 e "a maggior rischio in caso di incendio");
3. emissioni fuggitive: agli identificativi di cui alla scheda 1 si fanno corrispondere la tipologia sintetica di fluido contenuto (gas, liquido leggero o liquido pesante), periodicità di funzionamento, accessibilità della componente/apparecchiatura, fattore di emissione applicabile;
4. salute dei lavoratori: agli identificativi di cui alla scheda 1 si fanno corrispondere le caratteristiche di pericolosità del fluido (Frase di Rischio) e tutte le informazioni inerenti l'operatività del personale nell'area analizzata, quali ad esempio:
  - tipologia di ambiente di inserimento (aperto, chiuso)
  - frequenza e durata della presenza di addetti
  - possibilità di verifica immediata del superamento di concentrazioni pericolose (soglia olfattiva vs soglie di pericolo, presenza di rilevatori, ecc.).

Evidentemente la struttura del data-base è generica ed è pertanto soggetta ad opportune integrazioni o semplificazioni sulla base del contesto sito specifico. La prima scheda, che rappresenta il contenitore di tutte le informazioni base per le ulteriori attività, può essere compilata in via pressoché definitiva già a seguito di queste prime fasi analitiche, mentre le ulteriori schede rappresentano altrettanti strumenti di approfondimento che, a partire dai dati successivi raccolti o dalle successive fasi analitiche, specificano i contenuti declinandoli nei riguardi delle tematiche particolari.

### 5.4 Attività analitiche specifiche

Le attività inerenti la sicurezza dell'impianto in relazione ai pericoli di esplosione e la salute dei lavoratori vengono a questo punto implementate secondo le metodologie specifiche.

In particolare, nel primo caso si procede alla classificazione dei luoghi e al calcolo delle estensioni orizzontali e verticali delle varie zone pericolose (Zona 0, 1 e 2 per gas e vapori e Zona 20, 21 e 22 per le polveri) le quali vengono rappresentate graficamente sulle planimetrie dei luoghi oggetto di classificazione. Il data base predisposto nella fase precedente, viene integrato con le informazioni desunte dall'analisi e gli opportuni elaborati grafici (mappatura generale e/o area per area).

Nel secondo caso la raccolta delle informazioni di campo costituisce il punto di partenza per l'effettuazione dell'analisi del rischio prevista dalla normativa di settore. A tal fine le informazioni raccolte a livello di singola apparecchiatura vengono recepite e sistematizzate identificando le diverse aree di lavoro.

### 5.5 Attività di rilevamento

L'attività di monitoraggio viene condotta in particolare ai fini ambientali, sulla base dei dati raccolti nella fase analitica e durante i sopralluoghi preliminari, avendo identificato gli elementi da monitorare anche sulla base dell'accessibilità; a tal fine viene utilizzato uno strumento portatile di rilevamento dei VOC.

Per le procedure di rilevamento di campo si fa riferimento in particolare al documento "Protocol for

equipment leak emission estimates” (USEPA, 1995), nel quale tra l’altro vengono indicati i punti specifici ed i tempi di rilievo per ciascuna tipologia di possibile punto di emissione.

L’inventario predisposto viene quindi via via integrato dai dati di misurazione, procedendo all’aggiornamento e al completamento dei dati con le osservazioni di campo (es.: ubicazione/raggiungibilità fisica della componente).

Gli strumenti normalmente utilizzati sono modelli portatili basati su tecnologia FID (Flame Ionization Detector) o PID (Photo Ionization Detector) dotati di opportuna sensibilità nel range di utilizzo richiesto.

Tali strumenti sono attrezzati con interfaccia per lo scarico dei dati a PC.

## **5.6 Aggiornamento del data-base ed ottimizzazione delle stime di emissione**

La messe di dati raccolta viene registrata nelle schede predisposte e si procede all’elaborazione dei profili emissivi (di reparto o globali) sulla base della metodologia EPA precedentemente richiamata (diversi gradi di approfondimento, si veda Par. 4.2).

Punto di arrivo del percorso di analisi è pertanto l’ottimizzazione del calcolo dell’emissione globale del sito e per area di interesse, l’aggiornamento del data-base necessario per il successivo step (Par. 6.1), la segnalazione di eventuali criticità e di conseguenti interventi di riparazione/sostituzione a breve termine.

## **6. CONCLUSIONI**

L’attività analitica descritta esita in una puntuale conoscenza della situazione impiantistica, in particolare a riguardo dello stato di usura delle apparecchiature, delle componenti e delle linee di processo. A livello operativo ciò consente l’implementazione di un formale programma di monitoraggio perdite e di manutenzione (LDAR – Leak Detection And Repair).

### **6.1 Implementazione procedura LDAR**

Tale programma consiste essenzialmente in :

1. definizione della frequenza di monitoraggio;
2. protocollo specifico di monitoraggio;
3. modalità di attivazione della procedura di riparazione;
4. modalità di aggiornamento del data-base;
5. eventualità di modifica della strategia di manutenzione sulla base dei risultati.

Tale fase potrà comportare la necessità di predisposizione/aggiornamento di procedure nel contesto del Sistema di Gestione mantenuto dall’azienda.

### **6.2 Implementazione di un sistema informativo**

Per il supporto alle attività di inventario, rilievo ed analisi, la programmazione delle attività di monitoraggio nel tempo, la schedulazione degli interventi di manutenzione/sostituzione/verifica periodici, è evidente la necessità di predisporre un sistema informativo in grado di gestire l’enorme massa di dati.

Tale sistema preferibilmente dotato di una flessibilità tale da poter operare in ambienti intranet/extranet/internet, è preferibilmente costituito dai seguenti componenti principali:

- un *database server*;
- un *application server* per la gestione della logica applicativa (ed eventualmente un *server web* per la distribuzione delle informazioni sotto forma di pagine internet);
- un sistema di gestione delle informazioni (sito, aree, apparecchiature e componenti, sostanze chimiche, etc.);
- un sistema di gestione dei documenti associati (data sheets, P&I, planimetrie, etc.);
- sistema di gestione delle analisi e dei report (emissioni in un intervallo di tempo di una linea, di un insieme di apparecchiature simili, ripetitività dei componenti che presentano emissioni fuori soglia, confronto con i dati di letteratura disponibili, scadenze adempimenti manutentivi, etc.)
- sistema di gestione dell’accesso ai dati (lettura/scrittura) da parte degli utenti.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] CEI 31-35 “Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas. Guida all’applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30). Classificazione dei luoghi pericolosi”.
- [2] Decreto legislativo del 18 febbraio 2005, n° 59 “Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell’inquinamento”
- [3] Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) “Reference Document on the General Principles of Monitoring” European Commission, Jul. 2003
- [4] “Preferred and alternative methods for estimating fugitive emissions from equipment leaks” Final Report – EPA EIIP, Nov. 1996
- [5] “Protocol for Equipment Leak Emission Estimates” – EPA-453/R-95-017 – Nov. 1995
- [6] “National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Source Categories; Organic Hazardous Air Pollutants from the Synthetic Organic Chemical Manufacturing Industry and Seven Other Processes. Subpart H - Equipment Leaks” - Federal Register - Dec. 1992
- [7] “Reference Method 21, Determination of Volatile Organic Compound Leaks” Code of Federal Regulations, Title 40, Part 60, Appendix A. Jun. 1990
- [8] Linee Guida nazionali sulle Migliori Tecniche Disponibili (LG-MTD) Sistemi di monitoraggio 13/01/2004