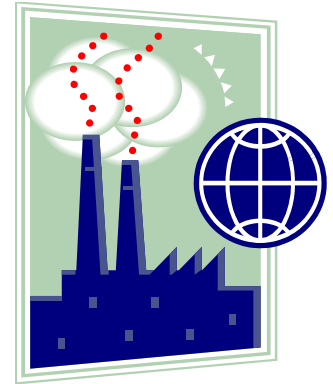


Inventario delle emissioni

Il metodo più semplice per eseguire un inventario delle emissioni è l'identificazione di ogni corrente inquinante e caratterizzare il suo punto di origine. Questo tipo di approccio è stato criticato nel momento in cui non tiene conto delle interconnessioni fra le correnti preferendo un metodo più tecnico di analisi del processo che genera gli inquinanti e esaminando i flussi di materia.

Indipendentemente dal metodo scelto, il punto di partenza è la caratterizzazione delle correnti inquinanti riguardo composizione e portata. Esistono diverse guide per eseguire l'inventario delle emissioni e sono raccolti nel Hazardous Waste Minimization Bibliography dello State of California, Department of Toxic Substances Control (CA DTSC, 1991).



Inventario delle emissioni

Le domande a cui un inventario (audit) deve dare risposta per la prevenzione ambientale sono:

- Quali correnti inquinanti vengono generate dall'industria?
- Le correnti vengono generate regolarmente oppure in modo saltuario?
- Quali processi o operazioni generano correnti inquinanti?
- Qual è la legislazione inerente l'inquinante considerato?
- Quali sono gli inputs al processo che generano l'inquinante?
- Qual è l'efficienza del processo?
- Inquinanti provenienti da diverse sorgenti vengono miscelati?

Un audit non necessariamente deve essere esaustivo, ma è un utile punto di partenza per la raccolta delle informazioni.

Inventario delle emissioni

Il risultato dell'inventario delle emissioni è una quantificazione delle quantità di inquinante emessa. La conoscenza di queste quantità è molto importante nella pianificazione delle attività di salvaguardia ambientale e considerando ad esempio le emissioni in aria sono di particolare importanza per l'impatto che hanno per la salute della popolazione e delle persone che lavorano all'interno dello stabilimento.

Ovviamente può essere difficoltoso e in alcuni casi impossibile misurare tutti i punti di emissione per cui esistono differenti fonti che indicano i metodi per misurare o stimare le emissioni nelle varie fasi del processo produttivo.

Emissioni fuggitive

Sono emissioni rilasciate in modo non intenzionale dalle apparecchiature ed hanno un importante impatto ambientale. Ogni apparecchiatura come valvole, pompe, flange etc. che potenzialmente può gocciolare rappresenta un'emissione fuggitiva. Considerando una raffineria dove ci possono essere diverse centinaia di valvole diventa impossibile misurare l'emissione di ogni sorgente.

Emissioni fuggitive - stima

Esistono diversi metodi di stima più complicati e che forniscono sicuramente metodi più accurati e metodi meno accurati che un fattore di emissione medio utilizzabile secondo la formula:

$$E = m_{\text{VOC}} * f_{\text{AV}}$$

E = quantità del composto organico volatile (VOC) emesso da una componente impiantistica

m_{VOC} = è la frazione massica del componente presente nella corrente che attraversa l'apparecchiatura considerata

f_{AV} = è il fattore di emissione medio

I fattori di emissione medi sono tabellati in funzione a seconda del tipo di apparecchiatura utilizzata e a seconda del tipo di fluido (liquido, gas o liquido pesante).

		Emission Factor kg/hr/source		
	Service	SOCMI	Refinery	Gas Plant
Valves	Hydrocarbon gas	0.00597	0.027	-
	Light liquid	0.00403	0.011	-
	Heavy liquid	0.00023	0.0002	-
	Hydrogen gas	-	0.0083	-
	All	-	-	0.020
Pump seals	Light liquid	0.0199	0.11	-
	Heavy liquid	0.00862	0.021	-
	Liquid	-	-	0.063
Pressure-relief valve	Hydrocarbon gas	0.104	0.16	-
	Liquid	0.0070	0.0070	-
	All	-	-	0.188
Flanges and other connectors	All	0.00183	0.00025	0.0011
	All	0.0017	0.0002	0.0002

Emissioni fuggitive – esempio I

In un impianto per la produzione di acrilonitrile sono state valutate 1400 valvole, 3048 flange, 27 pompe, 20 valvole regolatrici, 21 linee e 20 prese campione. Determinare l'emissione annua di acrilonitrile utilizzando il fattore di emissione medio SOCMI (Synthetic Organic Chemical Manufacturing Industry). Si assuma che il fluido contenga l'87% di acrilonitrile e che 168 valvole operano con il fluido in fase gas mentre le altre e le pompe operano con "light liquid".

$$\text{Valvole}_1 \text{ (hydrocarbon gas)} = 168 * 0.00597 * 24 * 365 = 8785.93 \text{ kg/yr}$$

$$\text{Valvole}_2 \text{ (light liquid)} = (1400-168) * 0.00403 * 24 * 365 = 43493.05 \text{ kg/yr}$$

$$E_1 = 0.87 * 8785.93 = 7643.76 \text{ kg/yr}$$

$$E_2 = 0.87 * 43493.05 = 37838.95 \text{ kg/yr}$$

$$\text{Flange} = 3048 * 0.00183 * 24 * 365 = 48861.88 \text{ kg/yr}$$

$$E = 0.87 * 48861.88 = 42509.84 \text{ kg/yr}$$

$$\text{Pompe} = 27 * 0.0199 * 24 * 365 = 4706.75 \text{ kg/yr}$$

$$E = 0.87 * 4706.75 = 4094.87 \text{ kg/yr}$$

$$\text{Valvole regolatrici} = 20 * 0.104 * 24 * 365 = 18220.8 \text{ kg/yr}$$

$$E = 0.87 * 18220.8 = 15825.1 \text{ kg/yr}$$

$$\text{Linee} = 21 * 0.0017 * 24 * 365 = 312.73 \text{ kg/yr}$$

$$E = 0.87 * 312.73 = 272.08 \text{ kg/yr}$$

$$\text{Prese campione} = 20 * 0.015 * 24 * 365 = 2628 \text{ kg/yr}$$

$$E = 0.87 * 2628 = 2286.36 \text{ kg/yr}$$

Totale

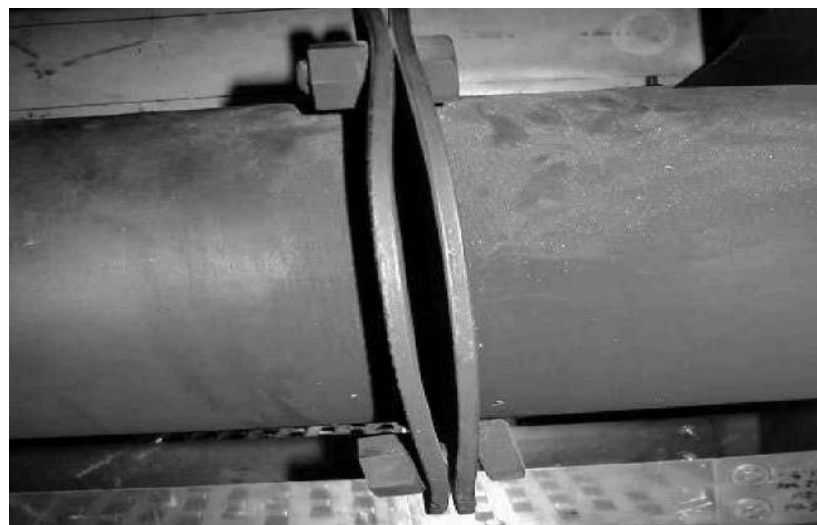
$$E_{\text{TOT}} = 110470.96 \text{ kg/yr}$$

Metodo leak / no leak

Un altro metodo per la stima delle emissioni fuggitive è l'utilizzo dei fattori di emissione (tabellati) leak/no leak:

$$E = m_{\text{VOC}} * f_{\text{L/NL}}$$

Un'apparecchiatura viene considerata leak se ponendo un misuratore di composti organici volatili (VOC) nell'interfaccia fluido – aria, misura una concentrazione di inquinante maggiore di 10000 ppm. Questo valore è considerato come il limite oltre il quale risulta conveniente riparare l'apparecchiatura ed è chiamato valore di soglia.



		Emission Factor kg/hr/source	
	Service	SOCMI	
		Leak	No-Leak
Valves	Gas	0.0782	0.000131
	Light liquid	0.0892	0.000165
	Heavy liquid	0.00023	0.00023
	All	-	-
Pump seals	Light liquid	0.243	0.00187
	Heavy liquid	0.216	0.00210
	All	-	-
Compressor seals	Gas	1.608	0.0894
	All	-	-
Pressure-relief valve	Gas	1.691	0.0447
Flanges and other connectors	All	0.113	0.0000810
Open-ended lines	All	0.01195	0.00150

Emissioni fuggitive – esempio 2

In un impianto per la produzione di acrilonitrile sono state valutate 1400 valvole, 3048 flange, 27 pompe, 20 valvole regolatrici, 21 linee e 20 prese campione. Ogni componente è stato verificato con un analizzatore per VOC è risultato che solo una pompa e una valvola che trattano liquidi sono riconducibili alla categoria leak.

Determinare l'emissione annua di acrilonitrile utilizzando il fattore di emissione leak – no leak SOCFI (Synthetic Organic Chemical Manufacturing Industry) e utilizzare il fattore di emissione per le prese campione pari al metodo precedente. Si assuma che il fluido contenga l'87% di acrilonitrile e che 168 valvole operano con il fluido in fase gas mentre le altre e le pompe operano con "light liquid".

$$\text{Valvole}_1 \text{ (hydrocarbon gas N-L)} = 168 * 0.000131 * 24 * 365 = 192.79 \text{ kg/yr}$$

$$\text{Valvole}_2 \text{ (light liquid N-L)} = (1400-167) * 0.000165 * 24 * 365 = 1782.18 \text{ kg/yr}$$

$$\text{Valvole}_3 \text{ (light liquid L)} = 1 * 0.0892 * 24 * 365 = 781.39 \text{ kg/yr}$$

$$E_1 = 0.87 * 192.79 = 167.73 \text{ kg/yr}$$

$$E_2 = 0.87 * 1782.18 = 1550.50 \text{ kg/yr}$$

$$E_3 = 0.87 * 781.39 = 679.81 \text{ kg/yr}$$

$$\text{Flange} = 3048 * 0.0000810 * 24 * 365 = 2162.74 \text{ kg/yr}$$

$$E = 0.87 * 2162.74 = 1881.58 \text{ kg/yr}$$

$$\text{Pompe}_1 = 26 * 0.00187 * 24 * 365 = 425.91 \text{ kg/yr}$$

$$\text{Pompe}_2 = 1 * 0.243 * 24 * 365 = 2128.68 \text{ kg/h}$$

$$E_1 = 0.87 * 425.91 = 370.54 \text{ kg/yr}$$

$$E_2 = 0.87 * 2128.68 = 1851.95 \text{ kg/yr}$$

$$\text{Valvole regolatrici} = 20 * 0.0447 * 24 * 365 = 7831.44 \text{ kg/yr}$$

$$E = 0.87 * 7831.44 = 6813.35 \text{ kg/yr}$$

$$\text{Linee} = 21 * 0.00150 * 24 * 365 = 275.94 \text{ kg/yr}$$

$$E = 0.87 * 275.94 = 240.07 \text{ kg/yr}$$

$$\text{Prese campione} = 20 * 0.015 * 24 * 365 = 2628 \text{ kg/yr}$$

$$E = 0.87 * 2628 = 2286.36 \text{ kg/yr}$$

Totale

$$E_{\text{TOT}} = 15810.68 \text{ kg/yr}$$

Metodi più accurati

Esistono altri metodi più accurati che forniscono delle funzioni continue della quantità di inquinante emessa in funzione della concentrazione misurata.

Per esempio per una valvola in cui passa una corrente gassosa il fattore di emissione con il metodo SOCFI è dato da:

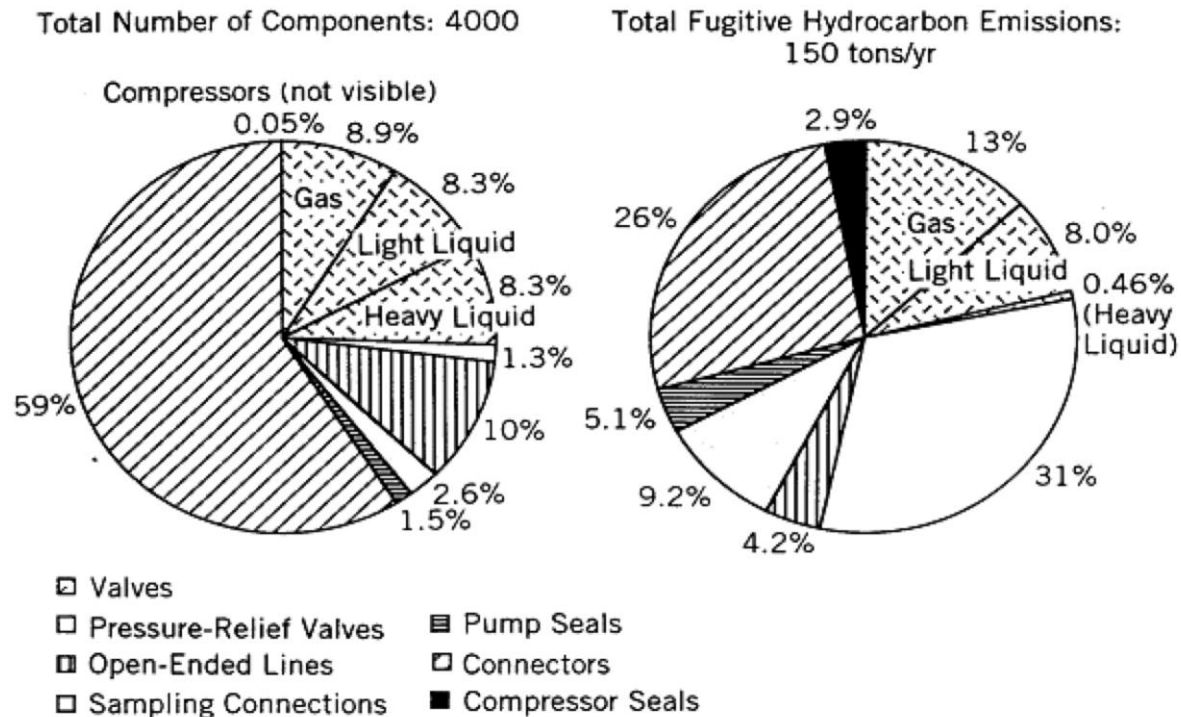
$$1.87 * 10^{-6} C^{0.873}$$

Validità dei fattori di emissione

I fattori di emissione vengono ottenuti dalla generalizzazione di moltissimi dati raccolti nel tempo in differenti industrie. In molti casi forniscono delle stime molto maggiori della realtà provocando un eccessivo allarmismo. Per questo motivo i dati vengono aggiornati e corretti di continuo in modo da avere stime più affidabili.

Riduzione delle emissioni fuggitive

La precisa posizione e il momento del rilascio, per le emissioni fuggitive, non può essere previsto e nei casi in cui le perdite non possono essere tollerate la tecnologia no-leak deve essere preferita. I metodi per la riduzione di queste emissioni possono essere costosi e concorrono alla riduzione delle emissioni totali da un dato impianto. Una prima analisi consiste nello studio della distribuzione dei componenti in uno stabilimento e il loro contributo all'emissione totale.



Component population and fugitive-emission profiles at a typical SOCOMI facility.

Riduzione delle emissioni fuggitive

Leak Detection and Repair (LDAR)

Secondo questa metodologia le apparecchiature di processo come le pompe e le valvole vengono ispezionate periodicamente tramite un analizzatore per composti organici volatili e se viene rilevata una concentrazione maggiore di un valore limite pre-fissato il componente viene classificato come leaking e viene richiesta la sua riparazione. I programmi di monitoraggio variano da industria a industria, si può prevedere un monitoraggio di area capace di rilevare concentrazioni di inquinanti molto basse oppure delle ispezioni mensili quaternari o annuali. Ovviamente le ispezioni più frequenti anche se più costose consentono una maggiore riduzione delle emissioni. Riguardo le operazioni di manutenzione queste possono essere condotte mentre il componente è in funzione oppure rimuovendolo. In quest'ultimo caso la sostituzione viene eseguita durante le operazioni di fermata già pianificate.

Riduzione delle emissioni fuggitive

Modifica dell'apparecchiatura

Secondo questa metodologia un'unità viene riprogettata modo tale che preveda meno punti che rappresentano potenziali fonti di perdita oppure le apparecchiature esistenti vengono sostituite con analoghe più efficienti. Un classico esempio sono i connettori usati per collegare più tubazioni fra loro e per le varie apparecchiature. Le connessioni possono subire deformazioni termiche o non essere montate correttamente oppure le parti in movimento solitamente possono perdere nelle connessioni degli organi rotanti.

Equipment	Control Technique	Control Effectiveness, %	
		SOCMI	Petroleum Refineries
Pumps, light liquid service	Dual mechanical seals	100	100
	Monthly leak detection and repair	60	80
	Quarterly leak detection and repair	30	70
Valves, gas/light liquid service	Monthly leak detection and repair	60	70
	Quarterly leak detection and repair	50	60
Pressure-relief devices	Tie to flare; rupture disk	100	100
	Monthly leak detection and repair	50	50
	Quarterly leak detection and repair	40	40
Open-ended lines	Caps, plugs, blinds	100	100
Compressors	Mechanical seals; vented degassing reservoirs	100	100
Sampling connections	Closed purge sampling systems	100	100

Source: Dimmick and Hustvedt (1984).