

Calcolo Emissione

federico
15:05 27/08/2008

Table of Contents

Serbatoi: calcolo emissioni per tipo di serbatoi	3
--	---

Serbatoi: calcolo emissioni per tipo di serbatoi

All'interno del modulo, si distinguono i seguenti tipi di serbatoi:

- A tetto fisso;
- A tetto mobile;
- A tetto fisso orizzontale in superficie
- A tetto fisso orizzontale interrati

di seguito sono riportate le varie procedure di calcolo

Serbatoi a tetto fisso

Il primo passo per il calcolo delle emissioni da serbatoi a tetto fisso consiste nel determinare le emissioni da stoccaggio:

$$E_s = 30 \cdot V_v \cdot D_v \cdot K_E \cdot K_S$$

dove:

- Es [kg] = emissione mensile di NMVOC da ogni serbatoio
- Vv [m3] = volume occupato dal vapore (da formula)
- Dv [kg m-3] = densità di vapore (da formula)
- KE [-] = fattore di espansione del vapore, dipendente dalle variazioni di temperatura e pressione (da formula)
- KS [-] = fattore di saturazione del vapore, dipendente dalla pressione e dal volume occupato dal vapore (da formula)

L'ordine di calcolo delle formule è il seguente:

Volume occupato dal vapore

$$V_v = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot (h_s - h_l + h^* \cdot D)$$

dove:

- D = diametro del serbatoio (da tabella S_GEOM_SERBATOI)
- hs = altezza serbatoio (da tabella S_GEOM_SERBATOI)
- hl = altezza liquido nel serbatoio (da tabella S_GEOM_SERBATOI)
- h* = pari a 0.01 se il tetto è a cono, 0.0685 se il tetto è a cupola

Temperatura superficiale del liquido all'interno del serbatoio (da calcolare ogni mese)

$$T_{sup} = T_{amb} + 3.36 \cdot \alpha - 0.56 + 0.003 \cdot \alpha \cdot I$$

dove:

- alfa [-] = assorbanza della verniciatura del serbatoio (S_COLORE_SERBATOI)
- I [Wm-2] = radiazione solare totale giornaliera (T_TEMP_RAD_UMID) (somma delle radiazioni orarie)
- Tamb = temperatura media giornaliera (T_TEMP_RAD_UMID)

Tensione di vapore [Pa]

$$P_v = 133.3224 \cdot 10^{\left(A - \frac{B}{T_{sup} + C} \right)}$$

dove:

- A, B, C = costanti specifiche per ogni gas (S_CARATT_PRODOTTI)

Alcuni prodotti non hanno queste costanti: per essi nella tabella S_CARATT_PRODOTTI è inserito il valore di Pv stimato per una Tsup di 20°C

Per il greggio e per la benzina la formula di calcolo della tensione di vapore va sostituita dalla seguente:

$$P_v = 6894.757 \cdot e^{\left(A \frac{B}{1.8 \cdot T_{sup} + 492} \right)}$$

dove:

- A, B = costanti specifiche per il greggio e la benzina (S_CARATT_PRODOTTI)
- Tsup = temperatura superficiale del liquido (da formula)

Per entrambe le sostanze le costanti A e B sono state calcolate dalla formula API utilizzando per il greggio una RVP pari a 5 e per la benzina una RVP pari a 10.

Densità di vapore [kg/m3]

$$D_v = \frac{PM \cdot P_v}{8314 \cdot (T_{sup} + 273,15)}$$

dove:

- PM = peso molecolare del liquido stoccato (S_CARATT_PRODOTTI)
- Pv = tensione di vapore (dalla formula precedente)

Range di temperatura

$$\Delta T_v = 1.3 \cdot (T_{max} - T_{min}) + 0.009 \cdot \alpha \cdot I$$

dove:

- Tmax e Tmin temperature massima e minima giornaliera (T_TEMP_RAD_UMID)

Range di pressione

$$\Delta P_v = P_{v,max} - P_{v,min \text{ in}}$$

dove:

- Pv,max e Pv,min tensioni di vapore corrispondenti alle temperature massima e minima giornaliera

Fattore di espansione Ke [-]

$$K_E = \frac{\Delta T_v}{(T_{sup} \cdot 1.8 + 492)} + \frac{\Delta P_v - 413.7}{101325 - P_v}$$

dove:

- Tsup e Pv ricavate dalle formule precedenti
- #Tv = variazione giornaliera della temperatura del vapore (da formula)
- #Pv = variazione giornaliera della pressione di vapore (da formula)

Fattore di saturazione Ks [-]

$$K_s = \frac{1}{1 + 2.5 \cdot 10^{-5} \cdot P_v \cdot (h_s - h_1 + h^* \cdot D)}$$

dove:

- h^* = pari a 0.01 se il tetto è a cono, 0.0685 se il tetto è a cupola

Le **emissioni da movimentazione** si calcolano come segue:

$$E_m = 0.414 \cdot 10^{-6} \cdot PM \cdot P_v \cdot \frac{Q/12}{d_l} \cdot K_P$$

dove:

- PM [g mol-1] = peso molecolare del prodotto (da S_CARATT_PRODOTTI)
- P_v = tensione di vapore riferita alla Tamb
- Q [kg] = movimentazione annua del prodotto (da S_GEOM_SERBATOI)
- d_l [kg m-3] = densità del liquido (da S_CARATT_PRODOTTI)
- K_P [-] = fattore di perdita del prodotto (da S_CARATT_PRODOTTI)

Serbatoi a tetto mobile

A differenza dei serbatoi a tetto fisso le emissioni dipendono anche dagli accessori della piattaforma. La procedura per determinare le emissioni è la seguente:

Emissioni da stoccaggio

$$E_s = \frac{1}{12} \cdot (K_{Ra} + K_{Rb} \cdot (1.609 \cdot v)^n) \cdot D \cdot P^* \cdot PM \cdot K_C$$

dove:

- E_s [kg/anno] = emissione mensile dallo stoccaggio
- K_{Ra} = fattore di perdita dall'anello con vento nullo (da tabella S_TIPO_SERBATOI), [Tab. 1](#)
- K_{Rb} = fattori di perdita dall'anello dipendente dal vento (da tabella S_TIPO_SERBATOI), [Tab. 1](#)
- v = velocità media del vento (da tabella classe climatica)
- D = diametro del serbatoio (da S_SERBATOIO)
- PM [g mol-1] = peso molecolare del prodotto (da S_CARATT_PRODOTTI)
- n = esponente, dipendente dal tipo di anello (da tabella S_TIPO_SERBATOI), [tab. 1](#)
- P^* = funzione della pressione, dipendente dalla pressione atmosferica e di vapore, calcolata come segue:

$$P^* = \frac{\frac{P_v}{101325}}{\left[1 + \left(1 - \frac{P_v}{101325} \right)^{0.5} \right]^2}$$

- K_C = fattore prodotto (da tabella S_CARATT_PRODOTTI)
- P_v = tensione di vapore riferita alla Tamb

Emissione da movimentazione

$$E_m = \frac{0.00684 \cdot Q \cdot C}{D}$$

dove:

- E_m [kg/anno] = emissione annua dalla movimentazione del prodotto Q [kg/anno]= movimentazione annua del prodotto C = fattore di serraggio (da tabella S_CARATT_PRODOTTI)

Emissione da perdite degli accessori della piattaforma

$$E_a = \frac{1}{12} \cdot F_F \cdot P^* \cdot PM \cdot K_C$$

dove:

- E_a [kg/anno] = emissione annua dagli accessori della piattaforma
- P^* = funzione della pressione, dipendente dalla pressione atmosferica e di vapore (da formula)
- PM [g mol⁻¹] = peso molecolare del prodotto (da S_CARATT_PRODOTTI)
- K_C = fattore prodotto (da tabella S_CARATT_PRODOTTI)
- F_F = fattore di emissione totale degli accessori della piattaforma (da formula)
- N_{Fi} = numero di accessori del tipo i [-], [tab. 2](#)
- K_{Fi} = fattore di emissione dell'accessorio di tipo i (da formula)

$$F_F = (N_{F1} \cdot K_{F1}) + (N_{F2} \cdot K_{F2}) + \dots + (N_{Fn} \cdot K_{Fn})$$

$$K_{Fi} = K_{Fa_i} + K_{Fb_i} (1.1263 \cdot v)^{m_i}$$

Serbatoi a tetto fisso orizzontale in superficie

Le modalità di stima delle emissioni per questa tipologia di serbatoi è la medesima di quelli a tetto verticale.

Le uniche differenze risiedono nella stima del volume occupato dal vapore e dal calcolo del fattore di saturazione, modificate come segue:

Diametro effettivo

$$D_e = 3.28 \cdot \sqrt{\frac{L \cdot D}{0.785}}$$

dove:

D = diametro del serbatoio (da tabella S_GEOM_SERBATOI)

L = lunghezza serbatoio (da tabella S_GEOM_SERBATOI)

Volume occupato dal vapore

$$V_v = \frac{\pi}{4} \cdot D_e^2 \cdot (0.5 \cdot D)$$

dove:

D = diametro del serbatoio (da tabella S_GEOM_SERBATOI)

D_e = diametro effettivo del serbatoio

Fattore di saturazione K_s [-]

$$K_s = \frac{1}{1 + 2.5 \cdot 10^{-5} \cdot P_v \cdot (0.5 \cdot D)}$$

Serbatoi a letto fisso orizzontale interrati

L'unica differenza con i serbatoi in superficie è data dal fatto che le emissioni provengono solo dalla movimentazione, utilizzando la formula dei serbatoi a tetto fisso verticale.