

## Modulo Porti: Algoritmo di stima delle emissioni

Al fine di applicare l'algoritmo di massimo dettaglio per la stima delle emissioni di PTS, COV ed NOx è definita la tabella PO\_CARATTERISTICHE\_IMC che può essere popolata sia con dati medi di flotta, reperibili da fonti bibliografiche, che da elaborazioni ad hoc effettuate dagli utilizzatori. Nella tabella PO\_CARATTERISTICHE\_IMC sono quindi riportata la diffusione percentuale di una determinata tipologia di motore e carburante alimentato per tipologia di imbarcazione.

Sulla base dei dati della tabella PO\_CARATTERISTICHE\_IMC e dei fattori di emissione della PO\_FATT\_EMISSIONE dati sono calcolati dei fattori di emissione medi per tipo di imbarcazione, tipo di motore e combustibile. Il principio di stima è quello relativo al calcolo di una media pesata dove non viene effettuata però una aggregazione per tipo di imbarcazione permettendo di identificare il contributo alle emissioni delle tipologie di combustibili e dei differenti motori, il valore di FATTORE\_EMISSIONE\_MEDIO nella tabella PO\_FATT\_EMISSIONE\_MEDI è quindi definita come segue:

$$\begin{aligned} \mathbf{FATTORE\_EMISSIONE\_MEDIO}_{i,j,m,k,l,n}[\mathbf{g/kWh}] \\ = \mathbf{FATTORE\_EMISSIONE}_{i,j,l,m,n}[\mathbf{g/t\ di\ carburante}] \times \frac{\mathbf{PERC\_MOT}_{i,j,k}}{\mathbf{100}} \\ \times \mathbf{FATT\_CONV}_{i,j,l,m,n}[\mathbf{g\ di\ carburante/kWh}] \times 10^{-6} \end{aligned}$$

i = tipo di motore

j = tipo di combustibile

m = priorità motore (ausiliario o principale)

k = tipo di imbarcazione

l = inquinante

n = fase di navigazione

dove PERC\_MOT descrive la presenza di determinati motori e combustibili per tipologia di imbarcazione. il valore di FATTORE\_EMISSIONE è espresso in g/t di carburante FATT\_CONV è definito in g di carburante/kWh, di conseguenza FATTORE\_EMISSIONE\_MEDIO è espresso per ciascun record della tabella PO\_FATT\_EMISSIONE\_MEDI in g/kWh.

L'algoritmo implementato prevede la stima della potenza media installata per ciascun tipo di imbarcazione  $P_k$  espressa in kW. La metodologia si basa sull'utilizzo di una funzione esponenziale che coinvolge due parametri  $a_k$  e  $b_k$ , funzione del tipo di imbarcazione k e riportati nella tabella PO\_POTENZE\_CONSUMI, che sono impiegati con la stazza lorda GT dell'imbarcazione considerata (riportata nella tabella PO\_IMC).

$$P_k[\mathbf{kW}] = a_k \times GT_r^{b_k}$$

La potenza installata stimata per tipologia di imbarcazione viene modulata in funzione di una frazione di carico definita nella tabella PO\_FRAZ\_POT dove sono definite le frazioni di potenza (valori compresi tra 0 ed 1, dove sono riportate anche le stime per i motori ausiliari) in funzione della priorità del motore del tipo di imbarcazione e della fase di navigazione: **FRAZIONE\_POTENZA** $_{m,k,n}$

Le procedure di INEMAR, dopo avere aggiornato la tabella PO\_FATT\_EMISSIONE\_MEDI procedono con la stima tier 3 delle emissioni di PTS, COV ed NOx combinando al fattore di emissione, la potenza della imbarcazione, la frazione di carico e differenti fattori moltiplicativi che considerano il numero di movimenti per ciascun tipo di imbarcazione, il tempo di navigazione e la frazione di potenza (già scalata rispetto alla frazione di utilizzo dei motori ausiliari). La seguente equazione descrive questa fase:

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{VALORE\_EMISSIONE}_{i,j,m,k,l,n,o,p,q,r}[t] \\
 & = \mathbf{FATTORE\_EMISSIONE\_MEDIO}_{i,j,m,k,l,n}[g/kWh] \times a_k \times GT_r^{b_k} \\
 & \times \mathbf{FRAZIONE\_POTENZA}_{m,k,n} \times \mathbf{TEMPO\_NAVIGAZIONE}_{n,r}[h] \times \mathbf{NUMERO\_IMC}_{p,q,r} \\
 & \times 10^{-6}
 \end{aligned}$$

i = tipo di motore  
 j = tipo di combustibile  
 m = priorità motore (ausiliario o principale)  
 k = tipo di imbarcazione  
 l = inquinante  
 n = fase di navigazione  
 o = comune  
 p = porto  
 q = attività SNAP  
 r = imbarcazione (ID\_IMC)

dove il TEMPO\_NAVIGAZIONE è il dato di INPUT inserito dall'utente nella tabella PO\_TEMPI\_NAVIGAZIONE ed il NUMERO\_IMC il numero di movimenti nel porto, per attività SNAP ed imbarcazione definito nella tabella PO\_IMC.

In questa fase la procedura interessa la tabella PO\_RIS\_DETTagLIO aggiornando i valori del campo: **VALORE\_EMISSIONE**<sub>i,j,m,k,l,n,o,p,q,r</sub> .

L'utilizzo della metodologia semplificata, è consigliata dalle linee guida per gli inquinanti non considerati dalla precedente procedura (PTS, COV e NOx). Tuttavia in questo caso la procedura è basata sul consumo totale di combustibile e non sulla potenza installata nelle imbarcazioni.

Nel caso di utilizzo di fattori di emissione tier 1 è necessario impiegare la tabella PO\_FATTORI\_TIER1 dove i fattori di emissione sono specifici per inquinante e per tipologia di carburante. A valle della esecuzione dell'algoritmo tier 3 è quindi stata predisposta una procedura di calcolo dei consumi di carburante, le cui stime sono riportate in tabella PO\_RIS\_DETTagLIO:

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{CONSUMI}_{i,j,m,k,l,n,o,p,q,r}[t \text{ di carburante}] \\
 & = \frac{\mathbf{VALORE\_EMISSIONE}_{i,j,m,k,l,n,o,p,q,r}[t]}{\mathbf{FATTORE\_EMISSIONE}_{i,j,l,m,n}[g/t \text{ di carburante}]} \times 10^6
 \end{aligned}$$

Dove il parametro FATTORE\_EMISSIONE è quello riportato in tabella PO\_FATT\_EMISSIONE. I consumi così ottenuti sono impiegati in combinazione con i FATTORE\_EMISSIONE della tabella PO\_FATTORI\_TIER1, andando ad aggiungere altre stime al campo VALORE\_EMISSIONE della tabella PO\_RIS\_DETTagLIO:

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{VALORE\_EMISSIONE}_{i,j,m,k,l,n,o,p,q,r}[\text{unità di misura inemar per inquinante}] \\
 & = \mathbf{CONSUMI}_{i,j,m,k,l,n,o,p,q,r}[t \text{ di carburante}] \times \mathbf{FATTORI\_TIER1}_{j,l} \times 10^{-6}
 \end{aligned}$$

Le stime emissive della tabella PO\_RIS\_DETTagLIO sono poi compattati nella tabella PO\_RIS\_INTERMEDI secondo la seguente procedura:

$$\mathbf{VALORE\_EMISSIONE}_{j,k,l,o,p,q} = \sum_{i,m,n,r} \mathbf{VALORE\_EMISSIONE}_{i,j,m,k,l,n,o,p,q,r}$$

- Output del modello nelle tabelle generali di INEMAR

Dai valori riportati in VALORE\_EMISSIONE<sub>j,k,l,o,p,q</sub> sono ottenute delle aggregazioni dettagliate per attività, comune, inquinante, combustibile che sono impiegate per aggiornare le tabelle generali TAB\_OUTPUT, i cui record saranno caratterizzati dal tipo emissione AG.