

MODULO PUNTUALI

Obiettivo

Stimare le emissioni da sorgenti puntuali (es. camini degli stabilimenti) per comune, stabilimento, attività SNAP, combustibile e inquinante.

Tabelle specifiche

Nella versione corrente di INEMAR7 il modulo è implementato in 14 tabelle specifiche contraddistinte dal prefisso P (tranne nel caso della tabella PUNTUALI_INTERMEDI). Di queste 14 tabelle 8 sono relative agli INPUT, 4 sono di supporto per la decodifica dei campi e 2 sono relative ai dati di appoggio per l'inventario ed alla esportazione di massimo dettaglio delle sorgenti per applicazioni modellistiche della qualità dell'aria su sorgenti puntuali. L'algoritmo si appoggia inoltre alla tabella FATTORI_EMISSIONE per calcolare le emissioni degli inquinanti non direttamente misurati al punto di emissione.

Oltre a queste tabelle specifiche sono collegate al modulo altre alle tabelle comuni, di supporto, raccordo e decodifica del sistema INEMAR (COMBUSTIBILI, INQUINANTI, ISTAT_COMUNI, SNAP_ATTIVITA, T_INCERTENZA_INDICATORE e T_INCERTENZA_FE)

Tabelle di INPUT:

1. P_CAMINO: contiene i parametri relativi ai camini: progressivo camino, codice identificativo del punto di emissione, altezza (m), diametro (m), portata fumi secchi (Nm³/h), temperatura (°C), O₂ di riferimento (%), O₂ nei fumi (%), umidità dei fumi, ore di funzionamento.
2. P_DETAGLIO_COMBUSTIBILE: contiene i dati relativi al consumo di combustibile associato a una linea: valore indicatore, consumo annuale (t/anno per i solidi, 1000 m³/anno per i liquidi e i gas), potere calorifico inferiore (GJ/t), percentuale zolfo, classe di incertezza.
3. P_EMISSIONE: contiene i dati di emissione ai camini per inquinante e combustibile (unità di misura dipendente dall'inquinante), metodo di misura, classe di incertezza, emissione stimata.
4. P_INQ_CON_CAM: contiene i dati di concentrazione per inquinante (mg/Nm³), classe di COV, valore limite autorizzato, anno, O₂ di riferimento (%), numero di misure.
5. P_LINEA: contiene la descrizione delle linee associate a una attività SNAP: valore indicatore, unità di misura (dipende dal tipo di indicatore), nome, data di inizio dell'attività, classe di incertezza, distribuzione mensile, distribuzione giornaliera, distribuzione oraria.
6. P_LINEA_CAMINO: contiene le informazioni di corrispondenza tra le linee ed i camini.
7. P_STABILIMENTO: contiene l'anagrafica degli stabilimenti: anno di censimento, denominazione dell'impianto, indirizzo, provincia, comune, telefono, e-mail, responsabile, compilatore, totale addetti, addetti amministrativi, attività ATECO, codice ISTAT dell'attività svolta dallo stabilimento, ente gestore, altezza sul livello del mare, coordinate dello stabilimento nel sistema Gauss-Boaga.
8. P_TITOLARE: contiene i dati degli enti gestori degli stabilimenti: ragione sociale, codice fiscale, partita IVA, telefono, indirizzo, comune, CAP, provincia, legale rappresentante, associazione.

Tabelle specifiche di codifica:

9. P_MACCHINA_TERMICA: contiene la descrizione dei tipi di macchina termica.
10. P_METODO_CONCENTRAZIONE: contiene la descrizione dei metodi di misura delle concentrazioni ai camini.
11. P_METODO_EMISSIONE: contiene la descrizione dei metodi di misura delle emissioni ai camini.
12. P_QUAL_COORDINATE: contiene la descrizione dei codici di codifica della qualità delle coordinate dello stabilimento.

Tabelle di OUTPUT:

13. PUNTUALI_INTERMEDI: riporta il dettaglio delle emissioni per comune (ISTAT_COMUNE), stabilimento (ID_STABILIMENTO), attività SNAP (ID_ATTIVITA), combustibile (ID_COMBUSTIBILE),

tipo emissione (TIPO_EMISSIONE) e inquinante (ID_INQUINANTE). La tabella contiene anche i valori medi di incertezza per l'indicatore (MEDIA_INCERT_IND) e per il FE (MEDIA_INCERT_FE)

14. P_RIASSUNTO_ST_AT_COMB_L_C: contiene i campi relativi a stabilimento (FK_ID_STAB), attività (FK_ID_ATTIVITA), combustibile (FK_ID_COMBUSTIBILE), inquinante (FK_ID_INQUINANTE), linea (FK_ID_LINEA), camino (FK_ID_CAMINO), tipo emissione, anno censimento, denominazione dell'impianto, ISTAT comune, targa, altezza sul livello del mare, coordinate (longitudine e latitudine Gauss-Boaga), progressivo camino, codice identificativo del camino, altezza, diametro, O2 effettivo fumi, O2 riferimento, ore di funzionamento, portata fumi secchi, umidità fumi, temperatura, codice linea, nome linea, valore dell'indicatore, emissione, incertezza dell'indicatore e incertezza del FE.

Tabelle dei parametri dell'algoritmo:

15. FATTORI_EMISSIONE: I fattori di emissione con priorità 1 sono utilizzati dall'algoritmo per calcolare le emissioni in mancanza di dati di emissione misurati (vedi algoritmo).

Viste:

L'algoritmo attualmente implementato comprende anche 10 viste caratterizzate dal prefisso V_P che sono impiegate a supporto delle stime, delle visualizzazioni o delle esportazioni di dati:

1. V_P_COMBUSTIBILE_LINEA: è un riassunto della tabella P_RIASSUNTO_COMBUSTIBILE con dettaglio di stabilimento, linea e combustibile.
2. V_P_COMBUSTIBILE_TOT: è un riassunto della tabella P_RIASSUNTO_COMBUSTIBILE con dettaglio di stabilimento e combustibile.
3. V_P_DIST_POLVERI_ESPANSO: è un riassunto della tabella DIST_POLVERI del modulo polveri fini (vedi) utilizzata per la stima delle frazioni granulometriche del particolato a partire dai dati contenuti nel modulo puntuali.
4. V_P_INTERM_E_S_A_L_F_C_I: è un riassunto della tabella di output PUNTUALI_INTERMEDI con dettaglio di stabilimento, attività SNAP, combustibile, inquinante.
5. V_P_INTERM_EXPORT: è un riassunto dell'output per modellistica P_RIASSUNTO_ST_AT_COMB_L_C, con tutti i campi di quella tabella ad eccezione di TIPO_EMISSIONE.
6. V_P_RIASSUNTO: è un riassunto effettuato a partire da una query a campi incrociati su P_EMISSIONI con gli stabilimenti in riga e gli inquinanti in colonna.
7. V_P_RIASSUNTO_MSA: è un riassunto della tabella P_EMISSIONI con dettaglio di stabilimento, attività SNAP e combustibile.
8. V_P_RIASSUNTO_MSA_SUM: è un riassunto effettuato a partire da una query a campi incrociati su P_EMISSIONI con gli stabilimenti e le attività SNAP in riga e gli inquinanti in colonna.
9. V_P_RIASSUNTO_MSALC: è un riassunto della tabella P_EMISSIONI con dettaglio di stabilimento, attività SNAP, linea, camino e combustibile.
10. V_P_RIASSUNTO_STAB_INQ: è un riassunto della tabella P_EMISSIONI con il solo dettaglio di stabilimento, senza dettaglio di combustibile.

Flusso di processo

L'aggiornamento delle emissioni puntuali si articola nelle seguenti fasi:

Operazioni di aggiornamento a carico degli utenti:

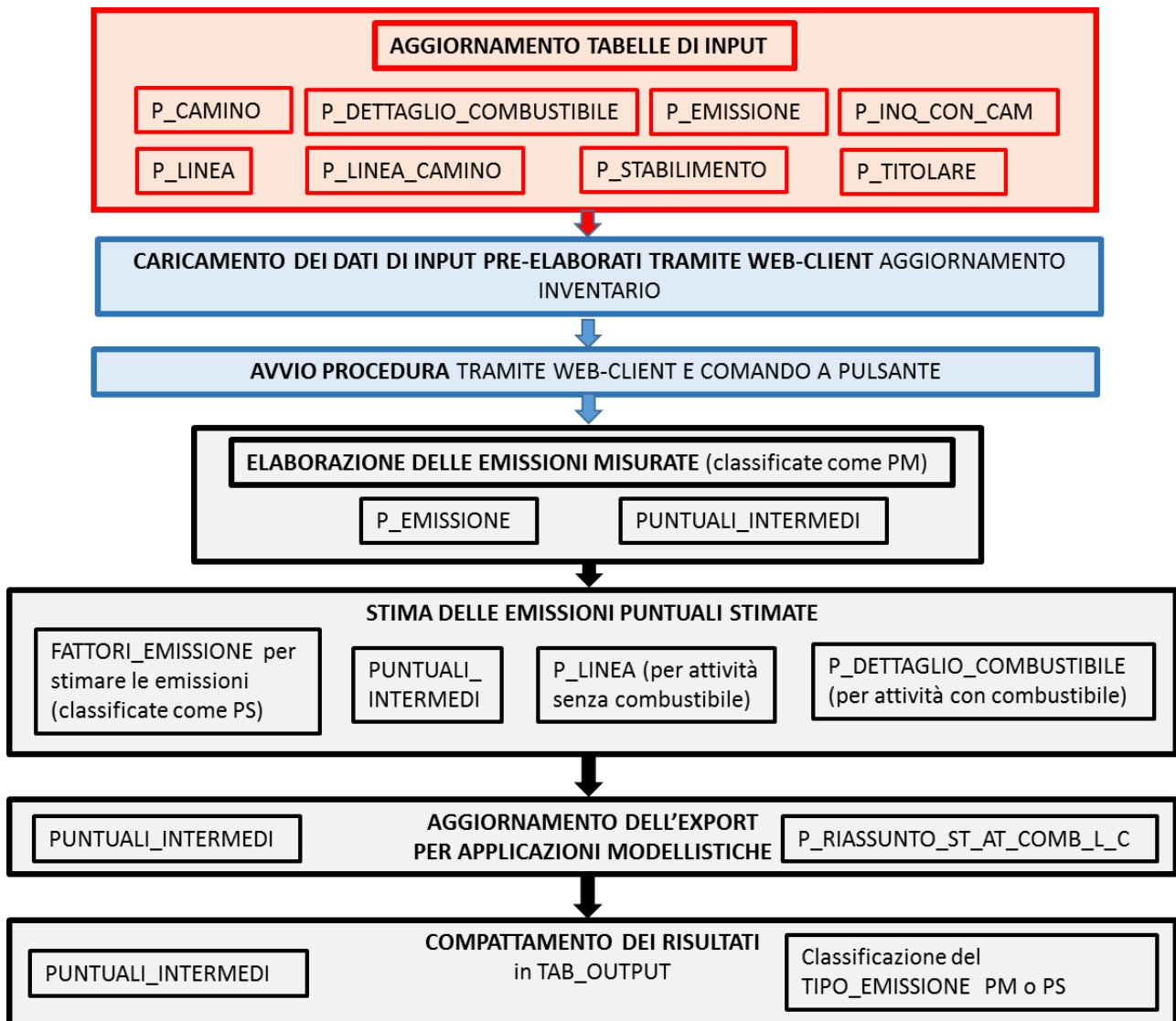
- A. Aggiornamento dei singoli record di inventario da parte dagli utilizzatori tramite il reperimento e l'elaborazione delle informazioni relative alle sorgenti puntuali (es: caratteristiche del punto di emissione, emissioni al camino, indicatore di attività, ...). I dati che alimentano il modulo provengono da varie fonti (EU-ETS, AIDA, INES E-PRTR, dichiarazioni EMAS) e vengono elaborati tramite file .xls e processori Access. Si tratta di dati relativi a indicatori di attività (es. consumo di combustibili in GJ/anno, tonnellate di prodotto), emissioni, concentrazioni ai camini e altri parametri. Il raccordo

delle fonti dati con il sistema INEMAR richiede una compilazione da parte dell'utilizzatore regionale che comprenda:

- I. associazione delle emissioni stimate ad un'attività SNAP
 - II. la definizione, se necessario, di camini virtuali per semplificare l'elaborazione e l'inserimento dei dati.
 - III. la possibile ripartizione per tipologia di combustibile delle emissioni da combustione fornite senza tale dettaglio (es. AIDA, INES E-PRTR), servendosi dei consumi in GJ di combustibile (fonte EU-ETS o AIDA) collegati all'attività, alla linea e al punto di emissione.
 - IV. la ripartizione per attività e per linea degli indicatori di una data attività fornite senza tale dettaglio, servendosi della ripartizione adottata nella precedente versione dell'inventario o da una nuova valutazione tecnico impiantistica
 - V. la ripartizione per attività, per linea e per punto di emissione delle emissioni di una data attività fornite senza tale dettaglio, servendosi degli indicatori, e nel caso non ci siano altre informazioni delle portate dei fumi dei camini.
 - VI. qualora l'indicatore di una attività sia mancante, la sua stima, ad esempio facendo ipotesi di proporzionalità a partire dalla variazione temporale di un dato di indicatore noto.
- B. Le operazioni di inserimento dei dati elaborati tramite web-client sono le seguenti:
- I. nel menu puntuali si seleziona l'impianto dalla lista. Se non è definito deve essere creato tramite l'apposita interfaccia.
 - II. se non è già presente, si definisce l'ente gestore dell'impianto tramite l'apposito tasto e si compilano i campi della relativa schermata.
 - III. si entra nel menu dell'impianto e nella schermata relativa alla definizione dello stabilimento (anagrafica). Si compilano le finestre del box generalità dell'impianto.
 - IV. si procede a inserire le attività SNAP collegate allo stabilimento, se non già definite, e le relative linee, quindi si procede all'inserimento o all'aggiornamento degli indicatori.
 - V. se l'attività è di combustione, si procede a compilare per ciascuna linea e per ciascun combustibile il dettaglio combustibile, inserendo i rispettivi dati di indicatore e di consumo.
 - VI. si procede a inserire i camini dello stabilimento, se non già definiti, quindi si procede all'inserimento o all'aggiornamento dei relativi parametri. Si passa poi ad inserire le concentrazioni degli inquinanti ai camini.
 - VII. si procede ad associare ad ogni linea uno o più camini.
 - VIII. si procede a inserire le emissioni ai camini per ogni attività SNAP, linea e combustibile.
- C. Avvio della procedura di stima tramite web-client e comando a pulsante.

Processo di stima effettuato da INEMAR7:

- D. Una volta lanciata la procedura, il modulo elabora le emissioni misurate (classificate come PM) nella tabella PUNTUALI_INTERMEDI con dettaglio di stabilimento, perdendo il dettaglio di linea e di camino
- E. Sulla base degli indicatori forniti come input, il sistema impiega la tabella FATTORI_EMISSIONE per stimare le emissioni (classificate come PS) degli inquinanti non misurati completando con queste stime la tabella PUNTUALI_INTERMEDI
- F. Aggiornamento della P_RIASSUNTO_ST_AT_COMB_L_C che costituisce l'output per modellistica, in quanto oltre al dettaglio presente in PUNTUALI_INTERMEDI, c'è anche il dettaglio di linea e di camino. L'output per modellistica viene aggiornato ad ogni lancio di una procedura di calcolo.
- G. Compattamento dei risultati della PUNTUALI_INTERMEDI in TAB_OUTPUT, perdendo il dettaglio di stabilimento. Le emissioni stimate dal modulo puntuali si identificano dal campo TIPO_EMISSIONE, che è PM se le emissioni sono puntuali misurate e PS se sono puntuali stimate.



Proposte di miglioramento della qualità del dato e del flusso di processo

Sarebbe auspicabile sviluppare un nuovo modulo che permetta l'elaborazione e il caricamento automatico dei dati EU-ETS e AIDA, sviluppabile a partire dai processori Access già utilizzati. È stata cominciata la preparazione di specifiche tecniche per funzionamento delle query, che devono essere ulteriormente sviluppate.

Metodologia impiegata

La metodologia ideale per la realizzazione di un inventario delle emissioni prevedrebbe la quantificazione diretta, tramite misurazioni, di tutte le emissioni delle diverse tipologie di sorgenti per l'area e il periodo di interesse. È evidente che questo approccio non è nella pratica utilizzabile, in modo particolare per inquinanti quali le polveri fini, la cui determinazione analitica è complicata dal punto di vista operativo e piuttosto onerosa.

L'approccio "analitico" è infatti utilizzabile solo per alcune sorgenti, tipicamente grandi impianti industriali (ad esempio centrali termoelettriche, inceneritori, cementifici) le cui emissioni sono generalmente molto rilevanti e per questo controllate tramite sistemi di monitoraggio in continuo; i dati raccolti da questi sistemi ben si prestano ad essere elaborati statisticamente per fornire l'emissione complessiva.

L'algoritmo di stima del modulo puntuali permette di stimare tre tipologie di emissione:

Emissioni misurate: sono le emissioni inserite in P_EMISSIONE tramite maschera, che vengono aggregate e scritte in PUNTUALI_INTERMEDI e in TAB_OUTPUT con tipo emissioni PM.

Emissioni stimate: quando non esiste l'emissione misurata, il sistema stima l'emissione tramite l'indicatore (VALORE_INDICATORE) inserito in P_LINEA (per attività senza combustibile) e in P_DETAGLIO_COMBUSTIBILE (per attività con combustibile) e il fattore di emissione presente in FATTORI_EMISSIONE.

Per ottenere l'emissione puntuale stimata $EPS_{att,comb,inq}$ dell'inquinante **inq** per l'attività SNAP **att** e combustibile **comb** l'algoritmo è il seguente:

$$EPS_{att,comb,inq} = A_{att,comb} * FE_{att,comb,inq} * 10^{-6}$$

dove:

- $A_{comb,att}$: indicatore dell'attività SNAP **att** per il combustibile **comb**;
- $FE_{att,comb,inq}$: fattore di emissione per l'attività SNAP **att**, il combustibile **comb** e l'inquinante **inq**.

Questi valori vengono scritti in PUNTUALI_INTERMEDI e in TAB_OUTPUT con tipo emissione PS.

Emissioni consigliate: l'emissione stimata a partire dai dati di concentrazioni inseriti in Inemar è ottenuta tramite il seguente algoritmo di stima:

$$E = C * PF * h * \frac{21 - O_{2eff}}{21 - O_{2rif}} * 10^{-9}$$

dove:

E: EMIS_STIMATA (da mettere in P_EMISSIONE)

C: CONCENTRAZIONE (in P_INQ_CON_CAM)

PF_e : PORTATA_SECCHI (in P_CAMINO)

h: ORE_FUNZIONAMENTO (in P_CAMINO)

O_{2eff} : O2_EFF_FUMI (in P_CAMINO)

O_{2rif} : O2_RIF_FUMI (in P_CAMINO)

Esportazione dati per la modellistica

Quando si usa la maschera del modulo emissioni puntuali per inserire i dati di emissioni per macrosettore, settore, attività, linea e camino, questi vengono scritti in una tabella riassuntiva chiamata PUNTUALI_RIASSUNTO_MSALC in modo automatico per un certo numero di inquinanti (SO2, NOx, COV, CO, PM2.5, PM10, PTS, TCDDe).

In questa tabella sono presenti soltanto le emissioni che nel run finale compaiono con l'etichetta PM, ossia PUNTUALI MISURATE.

Per le finalità della modellistica, la sola tabella riassuntiva per linea e camino non è sufficiente. Si rende necessaria una procedura che permetta di attribuire alle linee e ai camini anche quelle emissioni PS, che sono già stimate dal sistema con il run PUNTUALI STIMATE tramite l'algoritmo che moltiplica gli indicatori di attività presenti per linea e i fattori di emissione per l'attività (e combustibile) di cui la linea fa parte.

Alla fine il modulo produce i risultati totali (PM e PS) in una tabella denominata P_RIASSUNTO_ST_AT_COMB_L_C, contenente i seguenti campi:

Campi chiave:

- FK_ID_STAB (da P_STABILIMENTO)
- FK_ISTAT_COMUNE (da P_STABILIMENTO)

- FK_TARGA (da TARGA_PROVINCIA sulla base del link)
- FK_ID_ATT (da SNAP_ATTIVITA)
- FK_ID_COMBUSTIBILE (da COMBUSTIBILI)
- FK_ID_INQUINANTE (da INQUINANTI)
- FK_ID_LINEA (da P_LINEA)
- FK_ID_CAMINO (da P_CAMINO)
- TIPO EMISSIONE

Altri campi:

- ANNO_CENSIMENTO (da P_STABILIMENTO)
- DENOMINAZIONE (da P_STABILIMENTO)
- H_SLM (da P_STABILIMENTO)
- LATITUDINE (da P_STABILIMENTO)
- LONGITUDINE (da P_STABILIMENTO)
- PRG_CAMINO (da P_CAMINO)
- SIGLA (da P_CAMINO)
- ALTEZZA (da P_CAMINO)
- DIAMETRO (da P_CAMINO)
- TEMPERATURA (da P_CAMINO)
- PORTATA_SECCHI (da P_CAMINO)
- PORTATA_UMIDI (da P_CAMINO)
- O2_RIF_FUMI (da P_CAMINO)
- O2_EFF_FUMI (da P_CAMINO)
- UMIDITA_FUMI (da P_CAMINO)
- ORE FUNZIONAMENTO (da P_CAMINO)
- NOME (da P_LINEA)
- CODICE_LINEA (da P_LINEA)
- VALORE_INDICATORE (da P_LINEA)
- EMISSIONE (da P_EMISSIONE)

Attribuzione dell'emissione per linea e camino

L'attribuzione dell'emissione per linea e camino avviene attraverso vari passi, descritti come segue:

Calcolo emissione per linea

Per ogni linea l e per ogni associazione di attività SNAP att , inquinante inq e combustibile $comb$, l'emissione che il sistema calcola in ogni caso è data da:

$$EPS_{l,att,inq,comb} = A_{l,att,comb} \cdot FE_{att,inq,comb} \cdot 10^{-6}$$

dove

- **$A_{l,att,comb}$** : indicatore dell'attività SNAP att per la linea l e il combustibile $comb$ (ad esempio: attività 1.1.2, linea 1 metano).
- **$FE_{att,inq,comb}$** : è il fattore di emissione per l'attività a cui appartiene la linea l , l'inquinante inq e il combustibile $comb$.

In realtà si tratta di un conto già fatto nell'algoritmo PUNTUALI STIMATE. Aniché riscriverlo, il modulo Export Dati per Modellistica agisce scrivendo il risultato nella tabella P_RIASSUNTO_ST_AT_COMB_L_C prima che sia scritto in PUNTUALI INTERMEDI, ossia prima che siano aggregati i risultati per attività SNAP.

Infatti PUNTUALI_INTERMEDI non ha dettaglio per linea: il sistema somma automaticamente tutti gli indicatori per attività e combustibile, e poi applica l'algoritmo per la stima delle emissioni PS. Ora, se si utilizzasse questo dato di emissione e si cercasse di attribuirlo ai singoli camini sorgerebbero difficoltà qualora a un'attività corrispondessero più linee che utilizzano lo stesso combustibile. Calcolare l'emissione

$EPS_{l,att,inq,comb}$ direttamente è concettualmente più semplice ed evita di dover applicare una disaggregazione per linea dell'emissione PS scritta in PUNTUALI_INTERMEDI.

Attribuzione dell'emissione al camino

L'algoritmo attribuisce questa emissione $EPS_{l,att,inq,comb}$ al camino o ai camini nel caso le emissioni di una linea siano collegate a più camini, o quelle di più linee convogliate in un unico camino (informazione contenuta da P_LINEA_CAMINO).

Per fare questo l'algoritmo procede come segue, distinguendo tre casi:

- Una linea un camino:** per una certa attività, è presente nello stabilimento *una sola linea e un solo camino*. L'emissione $EPS_{l,att,inq,comb}$ scrive direttamente in P_RIASSUNTO_ST_AT_COMB_L_C e associata al camino.
- Più linee con un solo camino:** per una o più attività, sono presenti nello stabilimento *più linee che convogliano i fumi in un solo camino*. Anche in questo caso l'emissione $EPS_{l,att,inq,comb}$ viene scritta direttamente in P_RIASSUNTO_ST_AT_COMB_L_C e associata al camino.
- Una linea con più camini:** per una certa attività, è presente nello stabilimento *una linea con più camini*. In questo caso applica la disaggregazione per camino.

Si prendano tutti i camini associati ad una data linea. Questi si trovano nella tabella P_CAMINO, e l'associazione alla linea è specificata nella tabella P_LINEA_CAMINO.

L'algoritmo prende allora il valore del campo PORTATA_SECCHI in P_CAMINO e lo moltiplica per il valore del campo ORE_FUNZIONAMENTO, sempre nella stessa tabella chiamando questo valore VOLUME_FUMI_ANNUI.

Ora, si sommano i valori di VOLUME_FUMI_ANNUI per tutti i camini collegati a una certa linea, chiamando la somma SOMMA_VOLUME_FUMI_ANNUI_LINEA. Ad ogni camino si associ un numero ottenuto dividendo il proprio VOLUME_FUMI_ANNUI per SOMMA_VOLUME_FUMI_LINEA. Questo numero si chiama COEFF_RIPARTIZIONE.

Moltiplicando l'emissione $EPS_{l,att,inq,comb}$ della linea per il COEFF_RIPARTIZIONE di ciascun camino, si ottiene l'emissione stimata propria del camino stesso.

Questa viene scritta in P_RIASSUNTO_ST_AT_COMB_L_C.

Per distinguere le emissioni così stimate da quelle misurate inserite tramite maschera, è necessaria la presenza in P_RIASSUNTO_ST_AT_COMB_L_C di un campo TIPO_EMISSIONE: si caratterizzano come emissioni PM quelle inserite da maschera (prese da P_EMISSIONE), e come PS quelle stimate dall'algoritmo sopra descritto.

L'algoritmo può essere espresso sinteticamente in questo modo:

$$EPS_{l,c,att,inq,comb} = EPS_{l,att,inq,comb} \cdot COEFF_RIPARTIZIONE_c$$

dove:

- $EPS_{l,c,att,inq,comb}$: emissione puntuale stimata della linea l e del camino c per l'attività SNAP att , l'inquinante inq e il combustibile $comb$
- $EPS_{l,att,inq,comb}$: emissione puntuale stimata della linea l per l'attività SNAP att , l'inquinante inq e il combustibile $comb$

$$COEFF_RIPARTIZIONE_c = \frac{VOLUME_FUMI_ANNUI_c}{\sum_c VOLUME_FUMI_ANNUI_c}$$

$$VOLUME_FUMI_ANNUI_c = PORTATA_SECCHI_c \cdot ORE_FUNZIONAMENTO_c$$

Nota

Alla luce di quanto esposto, è necessario che per tutti i camini per cui si inseriscono dati di emissioni siano definite delle portate fumi e delle ore di funzionamento. A questo proposito è stato introdotto un controllo che, in caso siano salvati dati di emissioni per un camino senza dati di portata fumi, avverte della mancanza.