

MODULO BIOGENICHE

Obiettivo

Stima le emissioni di composti organici volatili prodotte dalla vegetazione a partire dalle superfici che le varie specie vegetali occupano nei territori comunali. L'algoritmo stima le emissioni di isoprene, monoterpeni e altri VOC sulla base della metodologia e dei dati proposti nell'articolo di Karl et al. 2009. Oltre all'algoritmo necessario per gli inventari delle emissioni, che prevede la stima per comune e con valori medi dei parametri meteo (temperatura, umidità e radiazione) per classe climatica, è implementato anche un algoritmo che effettua la stima delle emissioni biogeniche considerando i valori dei parametri meteo e delle superfici forestali in ogni cella di un grigliato.

Tabelle specifiche

Nella attuale versione il modulo di INEMAR7 utilizza le seguenti tabelle i cui nomi sono caratterizzati dal prefisso B o BG (se relative a griglia) ad eccezione di una tabella che ha il prefisso T. L'algoritmo attualmente implementato comprende anche 2 tabelle temporanee caratterizzate dal prefisso B_TEMP, e 10 viste caratterizzate dal prefisso V_B o V_BG (se relative a griglia), che sono impiegate a supporto delle stime:

Tabelle specifiche di codifica:

1. B_MACROSPECIE: contiene la descrizione delle macrospecie vegetale, un campo priorità e un campo denominato tipo macrospecie, la cui compilazione è facoltativa.

Tabelle dei parametri dell'algoritmo:

2. B_MACROSPECIE_SPECIE: contiene il raccordo tra macrospecie e specie, oltre al peso percentuale della specie nella macrospecie.
3. B_SPECIE: contiene, per ogni specie, la descrizione, il fattore di biomassa, fattore bioclimatico, l'attività SNAP e una serie di parametri calcolati con la relazione di Staudt (M1, M2, ..., M12), che sono utilizzati dall'algoritmo (vedi nel seguito).
4. B_FATTORI_EMISSIONE: contiene i fattori di emissione medi per specie, inquinante e tipo di COV, oltre a un campo priorità, all'unità di misura e alla classe di incertezza del FE.
5. T_GRIGLIA: contiene identificativo e coordinate dei centri cella su cui effettuare la stima mediante esecuzione del modulo su griglia.

Tabelle di INPUT:

6. B_SUPERFICI: contiene la superficie comunale di ogni **macrospecie** in ettari.
7. BG_GRIGLIA_SUPERFICI: Contiene la superficie di ogni **specie** in ettari per comune e cella.
8. T_TEMP_RAD_UMID: contiene, per ogni ora dell'anno e per ogni classe climatica, i valori della radiazione solare (W/m²), della temperatura (°C) e dell'umidità relativa (%) col riferimento alle rispettive unità di misura.
9. T_GRIGLIA_TEMP_RAD_UM: è analoga alla precedente, con la sola differenza che il campo FK_ID_CLASSE_CLIMATICA è sostituito dal campo FK_ID_CELLA. Contiene i dati per la stima tramite algoritmo su griglia.

Tabelle di OUTPUT:

10. B_RIS_COV_BIOGENICHE: contiene gli output dell'algoritmo con dettaglio di comune, attività SNAP e tipo di COV.
11. B_RIS_INTERMEDI_BIOGENICHE: contiene gli output dell'algoritmo con dettaglio di comune, mese, specie, macrospecie, attività SNAP e tipo di COV.
12. BG_RIS_GRIGLIA_INTERMEDI: contiene gli output dell'algoritmo su griglia, con dettaglio di comune, cella, mese, specie, attività SNAP, tipo di COV.

13. TAB_OUTPUT: dove i dati intermedi vengono scritti perdendo il dettaglio di specie, macrospecie, mese e tipo di COV ed il tipo emissione è "B".

Tabelle temporanee e viste:

14. B_TEMP_EMI: durante l'esecuzione viene popolata con le emissioni per ettaro, relative al mese di luglio, per tipo di COV e specie. Al termine viene vuotata.
15. B_TEMP_SPECIE: durante l'esecuzione viene popolata con i fattori di modulazione mensile della massa fogliare per specie (da B_SPECIE.M_m) e vuotata al termine.
16. V_B_ISO_TEM_RAD_UMI: calcola il fattore di modulazione dei fattori di emissione medi per isoprene in funzione di radiazione, umidità e temperatura per ogni ora e mese dell'anno per classe climatica.
17. V_B_MONO_FATT: calcola il fattore di modulazione dei fattori di emissione medi per monoterpene in funzione della temperatura per ogni ora e mese dell'anno per classe climatica.
18. V_BG_ISO_TEM_RAD_UMI: calcola il fattore di modulazione dei F.E. medi per isoprene in funzione di radiazione, umidità e temperatura per ogni ora e mese dell'anno per ogni cella.
19. V_BG_MONO_FATT: calcola il fattore di modulazione dei F.E. medi per monoterpene in funzione della temperatura per ogni ora e mese dell'anno per ogni cella.

Flusso di processo

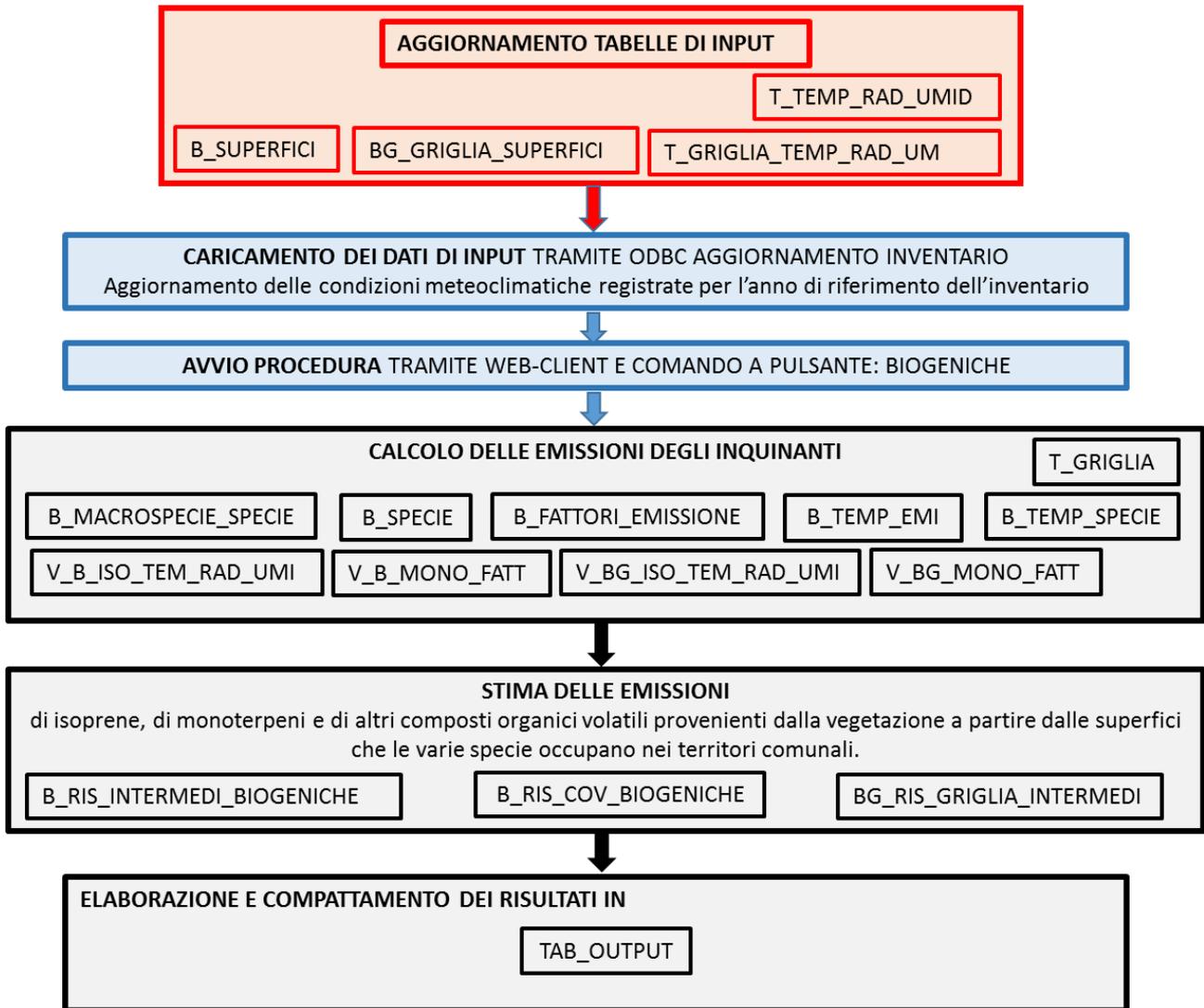
L'aggiornamento delle stime delle emissioni di COV biogenici è articolato nelle seguenti fasi:

Operazioni di aggiornamento a carico degli utenti:

- A. Aggiornamento dei dati della tabella B_SUPERFICI (o BG_GRIGLIA_SUPERFICI) generalmente effettuata tramite ODBC
- B. Aggiornamento dei dati orari meteo climatici registrati per l'anno di riferimento dell'inventario
- C. Esecuzione della procedura di calcolo premendo il pulsante Biogeniche (o Biogeniche su griglia) nella maschera di avvio procedure del web client Inemar.

Processo di stima effettuato da INEMAR7:

- D. Stima delle emissioni di isoprene, che vengono scritte in B_RIS_INTERMEDI_BIOGENICHE
- E. Stima delle emissioni di monoterpeni, che vengono scritte in B_RIS_INTERMEDI_BIOGENICHE
- F. Stima delle emissioni di altri COV, che vengono scritte in B_RIS_INTERMEDI_BIOGENICHE
- G. Compattamento e scrittura dei risultati in TAB_OUTPUT con tipo di emissione B.



Metodologia impiegata

L'algoritmo è implementato in due differenti livelli di dettaglio: il primo effettua una stima con valori meteorologici medi per classe climatica e produce risultati a livello di comune, il secondo impiega come input parametri meteorologici definiti sulle maglie di un grigliato, e sullo stesso grigliato fornisce i risultati.

Algoritmo A – stima con valori meteo medi

Le emissioni per ogni COV sono calcolate utilizzando la seguente relazione che fornisce l'emissione in g/h per ogni comune i appartenente alla fascia climatica f, nel mese m, nell'ora t e per la specie s e macrospecie j:

$$E_{i,m,t,j,s} = \frac{(FE_{s,j} \cdot FC_{s,j} \cdot FB_{s,j} \cdot Sup_{i,j} \cdot peso_{j,s})}{10^6} \cdot Tem_{f,m,t} \cdot Rad_{f,m,t} \cdot Umi_{f,m,t}$$

Dove:

- FE_s : fattore di emissione del particolare COV relativo alla specie vegetale s appartenente alla macrospecie j [g/(h * kgfogliasecca)] FATTORE_EMISSIONE in B_FATTORI_EMISSIONI
- $FB_{j,s,m}$: massa fogliare nel mese m della specie vegetale s appartenente alla macro-specie j [kg/ha]; FATTORE_BIOMASSA * M_m in B_SPECIE
- $FC_{s,j}$: fattore bioclimatico [-]; FATTORE_BIOCLIMATICO in B_SPECIE

- peso_{j,s}: peso della specie vegetale s appartenente alla macro-specie j [-]; PESO_1_PERC in B_MACROSPECIE_SPECIE
- Sup_{i,j}: la superficie occupata dalla macrospecie j nel comune i [ha]. SUPERFICIE in B_SUPERFICIE

Le emissioni vengono automaticamente assegnate all'attività w in quanto ciascuna specie è univocamente assegnata ad un'attività SNAP.

I parametri Tem, Rad e Umi, relativi all'isoprene sono calcolati come segue

$$Tem_{f,m,t} = \frac{e^{(K_1(T_{m,t,f} - T_s)/RT_s T_{m,t,f})}}{1 + e^{(K_2(T_{m,t,f} - T_n)/RT_s T_{m,t,f})}}$$

Dove:

- T_{f,m,t}: temperatura per il mese m, ora t e fascia climatica f [°C]; TEMPERATURA in T_TEMP_RAD_UMID
- K₁ = 95000 [J·mole⁻¹];
- K₂ = 230000 [J·mole⁻¹];
- T_s = 303 K;
- R = 8,314 [J·K⁻¹·mole⁻¹]
- T_n = 314 K.

$$Rad_{f,m,t} = \frac{\beta \alpha R_{m,t,f}^{*2.1}}{\sqrt{1 + \alpha^2 (R_{m,t,f}^{*2.1})^2}}$$

Dove:

- α = 0.0027 è un coefficiente empirico;
- β = 1.066 è un coefficiente empirico;
- R_{f,m,t}: radiazione solare riferita al mese m, all'ora t ed alla fascia climatica f [W/m²]
RADIAZIONE_SOLARE in T_TEMP_RAD_UMID

$$Umi_{f,m,t} = Rh_{m,t,f}^{l_1 + l_2}$$

Dove:

- R_{hf,m,t}: umidità relativa riferita al mese m, all'ora t, alla fascia climatica f [%]; UMIDITA_RELATIVA in T_TEMP_RAD_UMID
- l₁ = 0,00236
- l₂ = 0,8495

I parametri Tem, Rad e Umi, relativi a monoterpane e altri COV sono calcolati come segue.

$$Rad = Umi = 1$$

$$Tem_{f,m,t} = e^{(T_{m,t,f} + 273.15 - T_s) * \delta}$$

Dove:

- T_{m,t,f}: temperatura riferita al mese m, all'ora t, alla fascia climatica f [°C]
- T_s = 303K è la temperatura di normalizzazione;
- δ = 0.09K⁻¹ è un coefficiente empirico.

Il calcolo dei parametri Tem Rad e Umi per l'isoprene viene effettuata nei rispettivi campi della query Oracle V_B_ISO_TEM_RAD_UMI.

Il parametro Tem per monoterpane e altri COV viene effettuata nel campo M_FATT della query Oracle V_B_MONO_FATT.

Per ottenere la stima del totale delle emissioni mensili, le emissioni orarie sono sommate e moltiplicate per il numero di giorni di ogni mese presente nel campo NUMERO_GIORNI delle suddette query Oracle.

Il risultato per mese, comune, macrospecie, specie e attività viene quindi scritto in B_RIS_INTERMEDI_BIOGENICHE (collegando l'attività sulla base del legame presente in B_SPECIE).

Il risultato per mese, macrospecie e specie, somma di tutti i comuni, viene scritto in B_TEMP_EMI.

Elaborazione dell'output

L'output finale dell'algoritmo è nella classica TAB_OUTPUT, con tipo_emissione = "B", e gli intermedi delle elaborazioni sono riportati nelle tabelle B_RIS_INTERMEDI_BIOGENICHE (per ID_COV, mese, macrospecie, specie, attività e comune) e B_RIS_COV_BIOGENICHE (per ID_COV, ID_ATTIVITA e comune),

Algoritmo B - stima con valori meteo da grigliato

L' algoritmo effettua una stima delle emissioni di isoprene, monoterpeni e altri VOC con la stessa metodologia dell'algoritmo descritto nella parte A considerando i valori dei parametri meteo e delle superfici forestali di ogni cella di un grigliato.

Nella metodologia i dati relativi alla estensione delle superfici sono disponibili a livello di cella della griglia dettagliati per specie e non aggregati in macrospecie. L'output del finale modulo applicato su griglia è in TAB_OUTPUT (con tipo_emissione = "BG") e le tabelle degli intermedi sono BG_RIS_GRIGLIA_INTERMEDI. Sia nell'algoritmo A che nel B il modulo prima di scrivere i nuovi risultati provvede a cancellare tutti i dati già presenti in TAB_OUTUPUT caratterizzati dai suffissi B o BG.

La struttura tabella BG_RIS_GRIGLIA_INTERMEDI è analoga a quella di B_RIS_INTERMEDI_BIOGENICHE, con l'introduzione del campo FK_ID_CELLA.

Una volta stimato il dato per ogni cella l'algoritmo procede stimando il totale comunale delle emissioni che viene salvato nella TAB_OUTPUT, questo è ottenuto attribuendo al comune le emissioni della griglia sulla base della superficie di specie di tutte le celle presenti nel comune.

Bibliografia

M. Karl, A. Guenther, R. Koble, A. Leip and G. Seufert. *A new European plant-specific emission inventory of biogenic volatile organic compounds for use in atmospheric transport models*. Biogeosciences, 6, 1 – 29, 2009