

**Candidato:** Stefano Macauda

**Relatore:** Prof. Giovanni Leuzzi

**Correlatore:** Prof. Paolo Monti

**Titolo della tesi:** Validazione del modello Calpuff per lo studio della dispersione di inquinanti in aree urbane

**A.A.:** 2013/2014 Sessione Luglio

### Abstract

L'obiettivo della tesi è stato quello di validare il modello Calpuff per simulare la dispersione di inquinanti in aree urbane dovuti al traffico veicolare.

A tal fine sono state fatte diverse simulazioni, riguardanti la dispersione del Monossido di Carbonio e del PM 10 all'interno del Grande Raccordo Anulare di Roma nell'anno 2004.

Le sorgenti del Monossido di Carbonio sono state ricavate dalla zonizzazione delle emissioni fatta dal comune di Roma, contenuta nella Tavola 5 del documento "Relazione annuale della qualità dell'aria" risalente all'anno 2004.

Sono state quindi considerate 65 sorgenti areali, schematizzate con quadrilateri, a ciascuno dei quali è stato associato un tasso di emissione in accordo con quanto indicato nella tavola delle emissioni.

Tale tasso di emissione non è stato considerato costante nel tempo, ma è stato moltiplicato per dei fattori di emissione orari (compresi tra 0 e 1), facendo quindi l'ipotesi che il ciclo di emissione giornaliero fosse strettamente legato al ciclo giornaliero dei flussi di traffico che presenta 2 picchi, uno intorno alle 8:00 del mattino, l'altro intorno alle 18:00 del pomeriggio.

Come recettori, nel caso del Monossido di Carbonio, sono state considerate 9 centraline di monitoraggio ovvero: Arenula, Preneste, Francia, Fermi, Magna Grecia, Libia, Montezemolo, Cinecittà, Tiburtina, più una stazione di fondo urbano, ovvero Villa Ada, che è stata utilizzata per conoscere i valori di concentrazione di fondo che sono stati quindi sommati ai valori in output del modello Calpuff.

Per validare il modello, è stato scelto un intervallo di tempo sufficientemente ampio, che va dall'1 Febbraio 2004 al 31 Dicembre 2004.

E' stato quindi fatto un confronto, per ciascuna centralina, tra i valori misurati dalla stessa e i valori calcolati dal modello e, per valutare la bontà di quest'ultimo, si è fatto riferimento alle metriche FB, NMSE, MG, VG, FAC2, parametri appositamente studiati per valutare, da un punto di vista oggettivo, l'accuratezza dei modelli di dispersione.

Si è visto che i criteri di validità di un modello ( $FAC2 > 0.5$ ,  $|FB| < 0.3$  oppure  $0.7 < MG < 1.3$ ,  $NMSE < 1.5$  oppure  $VG < 4$ ) vengono rispettati per 7 centraline su 9, ad eccezione delle stazioni di Preneste e Cinecittà per le quali invece il modello sovrastima la concentrazione.

Una volta tarato il modello con il Monossido di Carbonio (che tra tutti gli inquinanti è quello maggiormente correlato al traffico veicolare), è stata simulata la dispersione del PM 10 che attualmente, a differenza della CO, rappresenta uno degli inquinanti più pericolosi soprattutto in ambito urbano.

La concentrazione di fondo è stata anche in questo caso ricavata dalla centralina di Villa Ada ed è stato sempre considerato il periodo che va dall'1 Febbraio 2004 al 31 Dicembre 2004.

Analizzando l'andamento dei valori orari delle centraline, si è visto che erano presenti 2 picchi "anomali", uno durante la notte e uno a mezzogiorno. Tali picchi non sono di certo imputabili al traffico veicolare il che porta a pensare che, anche in ambito urbano, le sorgenti di PM 10 di tipo naturale possono modificare in maniera sostanziale quello che dovrebbe essere il normale ciclo di emissione giornaliera.

Confrontando quindi i valori orari delle centraline con quelle del modello è risultata esserci una bassa correlazione a causa della traslazione temporale dei picchi di concentrazione.

Confrontando invece le medie giornaliere delle concentrazioni (a cui la normativa vigente fa riferimento) sono stati ottenuti degli ottimi risultati (confermati dai valori assunti dalle metriche). Quindi, mediamente nel corso della giornata, è risultata esserci una maggiore corrispondenza

con i flussi di traffico, cosa che non accade per i valori orari.

Sono state inoltre costruite le mappe di concentrazioni medie giornaliere di PM 10 in una tipica situazione estiva (7-8 Luglio) e in un giorno invernale (1 Febbraio), rilevando che in alcune zone del dominio vi è stato un superamento del limite vigente che è di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (D.Lgs. 155/2010).

Tali risultati sono in accordo con i valori misurati dalle centraline in quei giorni.

Concludendo quindi si può dire che il modello Calpuff, nonostante sia nato per applicazioni in ambito rurale, con un'opportuna taratura (che è servita per correggere la presenza di picchi di concentrazione dovuti alle calme di vento) può essere applicato anche in ambito urbano con risultati soddisfacenti.

Per quel che riguarda l'andamento delle concentrazioni orarie di PM 10, bisognerebbe fare uno studio più approfondito, cercando di capire quali sono tutte le possibili sorgenti di tale inquinante (distinguendo quindi tra particolato carbonioso e particolato inerte) al fine di intraprendere le misure più adatte per evitare superamenti del limite di legge.