

Appendice 9

Allegato D5 - Relazione
Tecnica su Dati Meteo
Climatici

Il presente Allegato riporta i dati di input meteorologici e territoriale oltre alle caratteristiche e alle impostazioni del sistema di modelli CALMET-CALPUFF utilizzati per il calcolo delle ricadute al suolo degli inquinanti emessi dal Sistema Torce dello Stabilimento di Brindisi di *Basell Poliolefine Italia Srl*.

Il sistema di modelli CALMET-CALPUFF è un codice di calcolo lagrangiano a puff non stazionario multi specie e utilizzabile su domini di calcolo a meso-scala. È sviluppato dalla *Sigma Research Corporation*, ora parte di Earth Tech Inc., con il contributo di *California Air Resources Board (CARB)*; attualmente è inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "Guideline on Air Quality Models".

La versione del codice adottata per il presente studio è la 5.8, come raccomandato da US-EPA a partire dal 29/06/2007.

(http://www.epa.gov/scram001/dispersion_prefrec.htm#calpuff).

Il sistema di modelli è costituito da tre moduli principali:

- il preprocessore meteorologico CALMET: utile per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento oltre che di tutte le variabili meteorologiche di interesse all'interno del dominio di calcolo;
- il processore CALPUFF: modello di dispersione, che inserisce le emissioni all'interno del campo di vento generato da CALMET e ne studia il trasporto e la dispersione;
- il postprocessore CALPOST: ha lo scopo di analizzare statisticamente i dati di output di CALPUFF, in modo da renderli utilizzabili per le analisi successive.

CALMET è un preprocessore meteorologico di tipo diagnostico, in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura unitamente a campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza atmosferica. È adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati da orografia complessa e da diverse tipologie di uso del suolo.

Il campo di vento è ricostruito attraverso stadi successivi. In particolare un campo di vento iniziale viene processato in modo da tenere conto degli effetti orografici tramite interpolazione dei dati misurati alle centraline di monitoraggio e tramite l'applicazione di specifici algoritmi in grado di simulare l'interazione tra il suolo e le linee di flusso.

CALMET è dotato infine di un modulo micro-meteorologico, per la determinazione della struttura termica e meccanica (turbolenza) degli strati inferiori dell'atmosfera.

CALPUFF è un modello di dispersione ibrido (comunemente definito 'a puff') multi-strato non stazionario. È in grado di simulare il trasporto, la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti, in condizioni meteorologiche variabili nello spazio e nel tempo. CALPUFF è in grado di utilizzare i campi meteorologici prodotti da CALMET, oppure, in caso di

simulazioni semplificate, di assumere un campo di vento assegnato dall'esterno, omogeneo all'interno del dominio di calcolo.

CALPUFF contiene diversi algoritmi che gli consentono, in maniera opzionale, di tenere conto di diversi fattori, quali:

- lo shear verticale del vento;
- la deposizione secca ed umida;
- le trasformazioni chimiche che avvengono in atmosfera;
- la presenza di orografia complessa o di zone costiere.

In presenza di zone costiere, CALPUFF tiene conto dei fenomeni di brezza che le caratterizzano e modella in modo efficace il cosiddetto *Thermal Internal Boundary Layer* (TIBL) che è causa della ricaduta repentina al suolo degli inquinanti emessi da sorgenti vicine alla costa.

Per simulare al meglio le condizioni reali di emissione, il modello CALPUFF permette di configurare le sorgenti individuate attraverso geometrie puntuali, lineari ed areali. Le sorgenti puntuali permettono di rappresentare emissioni localizzate con precisione in un'area ridotta; le sorgenti lineari consentono di simulare al meglio un'emissione che si estende lungo una direzione prevalente; le sorgenti areali, infine, si adattano bene a rappresentare un'emissione diffusa su di un'area estesa.

CALPOST consente di analizzare i dati di output forniti da CALPUFF, in modo da ottenere i risultati in un formato adatto alle diverse elaborazioni successive. In particolare, il postprocessore consente di trattare i dati di output al fine di calcolare i parametri statistici (percentili delle concentrazioni orarie, concentrazioni medie annue etc.) per i quali la normativa in materia di qualità dell'aria prevede limiti.

Gli output del codice CALPUFF, elaborati attraverso CALPOST, consistono in matrici che riportano i valori di concentrazione calcolati in punti recettori definiti. I recettori in cui si valutano le ricadute possono essere discreti oppure disposti in corrispondenza dei nodi di una griglia.

Tali risultati possono essere poi elaborati attraverso un qualsiasi software di GIS (*Geographical Information System*) creando mappe di isoconcentrazione come quelle riportate nell'Appendice 10 - *Allegato D6* nel quale sono presentati i risultati delle modellazioni eseguite.

Il sistema di modelli CALPUFF richiede come input i seguenti dati:

- dati altimetri e d'uso del suolo per l'intero dominio di calcolo;
- dati meteorologici in superficie ed in quota per la ricostruzione del campo di vento tridimensionale (ricostruito in CALMET);
- caratteristiche emissive e concentrazioni degli inquinanti nei fumi delle sorgenti per l'effettivo studio della dispersione in atmosfera (effettuato da CALPUFF).

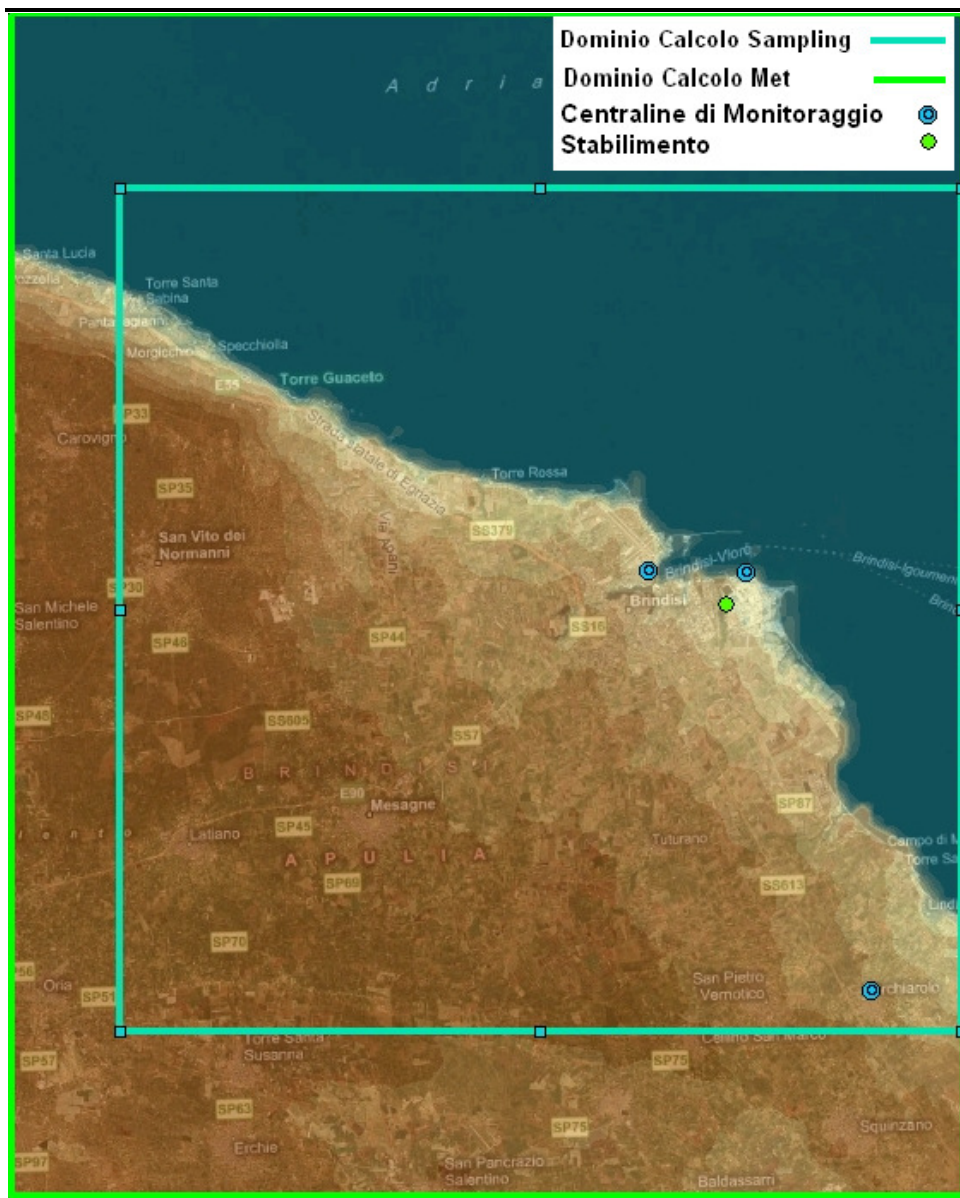
Il sistema di modelli CALPUFF prevede la possibilità di utilizzare per il preprocessore meteorologico CALMET un dominio di calcolo a più ampia scala per la ricostruzione dei campi di vento tridimensionale, rispetto a quello utilizzato dal processore CALPUFF per la simulazione della dispersione degli inquinanti, il quale copre un'area meno estesa presentando però una maggior risoluzione spaziale.

Il dominio di calcolo meteorologico (*meteorological grid*), nel quale viene ricostruito il campo di vento corrisponde ad una griglia di 40 km per 50 km con passo di 500 metri, orientata in modo che l'asse delle ordinate coincida con il nord.

Il dominio di calcolo entro il quale sono state calcolate le ricadute al suolo degli inquinanti simulati (*sampling grid*) corrisponde invece ad una porzione del più ampio dominio meteorologico, coprendo un'area quadrata di 35 km per 35 km con passo di cella di 500 metri.

Entrambi i domini sono rappresentati in *Figura 3a* insieme all'ubicazione della Centrale e delle centraline meteo presenti nel dominio presso il quale sono stati registrati i dati meteorologici utilizzati come input al modello.

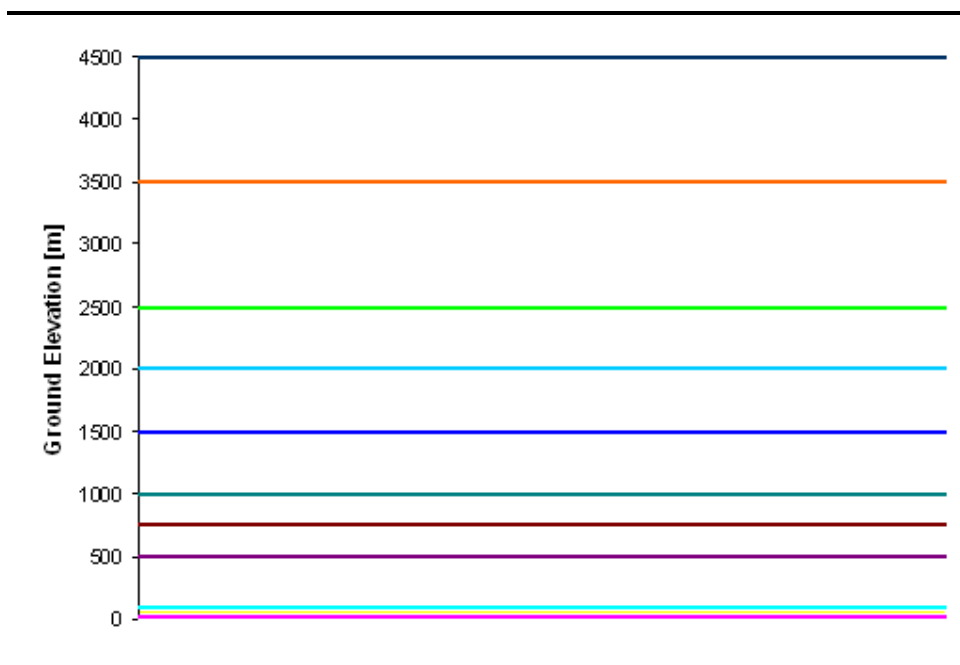
Figura 3a Domini di Calcolo e Centraline Meteorologiche



In merito alla risoluzione verticale del dominio di calcolo sono stati definiti 9 layer, per un'estensione del dominio fino a 4500 metri di altezza dal piano di campagna.

In questo caso, è stata scelta una risoluzione maggiore negli strati atmosferici più prossimi al suolo, come mostrato in *Figura 3b*.

Figura 3b *Layers Verticali per la Simulazione con CALMET*



Il preprocessore CALMET richiede inoltre un'accurata caratterizzazione geofisica del dominio di calcolo meteorologico. Nello specifico sono richieste informazioni sito specifiche in merito a:

- Orografia;
- Uso del suolo.

Al fine di ricostruire in maniera fedele l'orografia del luogo è stato costruito un apposito DEM (*Digital Elevation Model*), ovvero un modello digitale del terreno; i dati altimetrici necessari per la sua implementazione sono stati ricavati dal *Consortium for Spatial Information* (<http://srtm.csi.cgiar.org/>).

I dati relativi all'uso del suolo provengono invece dall'archivio del servizio *Corine Land Cover*, fornito da APAT – Servizio Gestione Modulo Nazionale SINAnet (www.clc2000.sinanet.apat.it).

Il preprocessore meteorologico CALMET necessita di una caratterizzazione oraria dei dati atmosferici al suolo.

La ricostruzione dei campi di vento e le successive simulazioni di dispersione di inquinanti sono state effettuate utilizzando i dati meteorologici relativi all'intero anno 2008.

Nello specifico sono richiesti, per tutte le ore di simulazione, i valori medi orari di:

- Velocità e direzione vento;
- Temperatura;
- Pressione atmosferica;
- Umidità relativa;
- Copertura nuvolosa e altezza delle nubi.

Tutti i dati richiesti ad eccezione di copertura nuvolosa e altezza delle nubi sono stati ricavati dai rilevamenti della centralina meteo dell'Arpa Puglia ubicata a Brindisi (Torchiarolo), della centralina Nord del Petrolchimico e della centralina dell'Aeroporto di Brindisi (fonte NCDC - *National Climatic Data Center*)

Per la copertura nuvolosa e l'altezza delle nubi si sono utilizzati i dati rilevati presso la centralina dell'Aeroporto BR Radiosondaggi (NCDC) dal *National Climatic Data Center* (<http://www.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html>), ente internazionalmente riconosciuto abilitato alla fornitura di questa tipologia di variabili meteorologiche.

La ricostruzione tridimensionale dei campi di vento richiede anche la disponibilità di dati in quota (pressione, temperatura, velocità e direzione del vento) con cadenza di almeno 12 ore, per la caratterizzazione dei regimi anemologici e dei parametri diffusivi dell'atmosfera (classi di stabilità, altezze di miscelamento, eventuali inversioni termiche...).

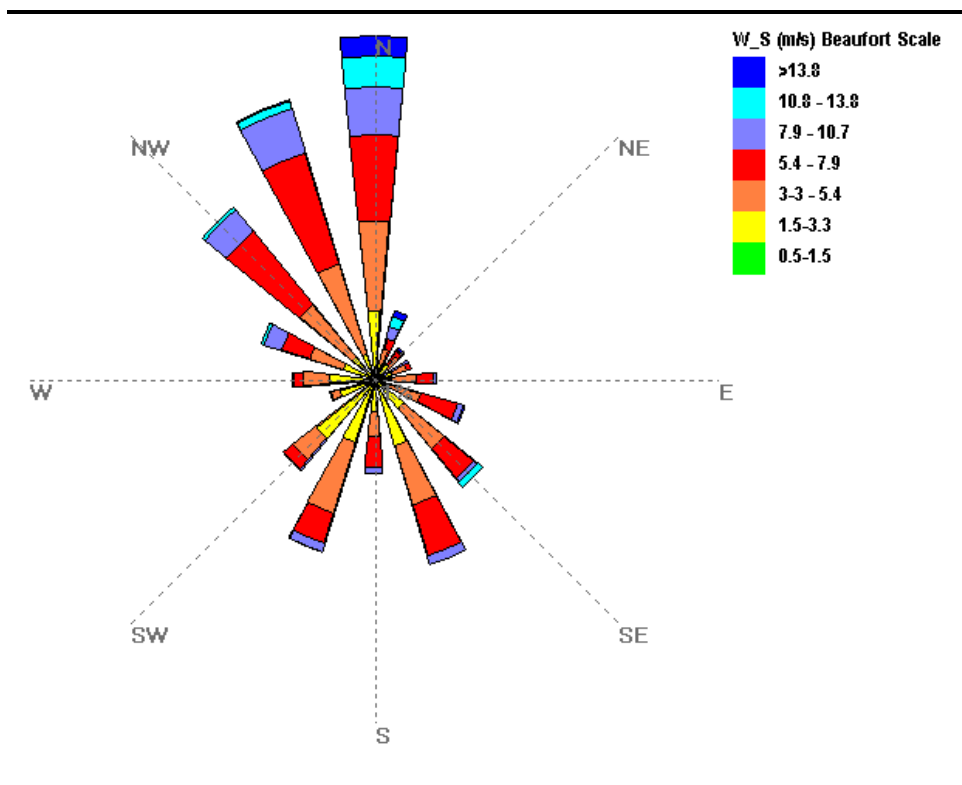
Il sito più vicino al polo industriale di Brindisi, in cui si effettuano i radiosondaggi necessari è l'aeroporto di Brindisi; tali dati sono stati reperiti presso l'IGRA (Integrated Global Radiosonde Archive).

Tutte le centraline meteo utilizzate sono rappresentate nella precedente *Figura 3a*.

Regime Anemologico

Nella seguente *Figura 4a* si riporta la rosa dei venti relativa al 2008 (anno di riferimento per le simulazioni), calcolata partendo dai valori di velocità e direzione del vento misurate dall'anemometro posizionato presso la Centralina Basell Nord di Brindisi, che risulta essere la più vicina alle sorgenti emissive.

Figura 4a Rosa dei Venti, Centralina Nord del Petrolchimico di Brindisi, Anno 2008



Temperatura

In *Figura 4b,c* si riportano l'andamento delle temperature nel corso del 2008 e la distribuzione in classi di frequenza delle temperature registrate alla centralina Nord del Petrolchimico di Brindisi.

Figura 4.b *Andamento delle Temperature Medie Mensili nel 2008 - Centralina Nord del Petrolchimico di Brindisi*

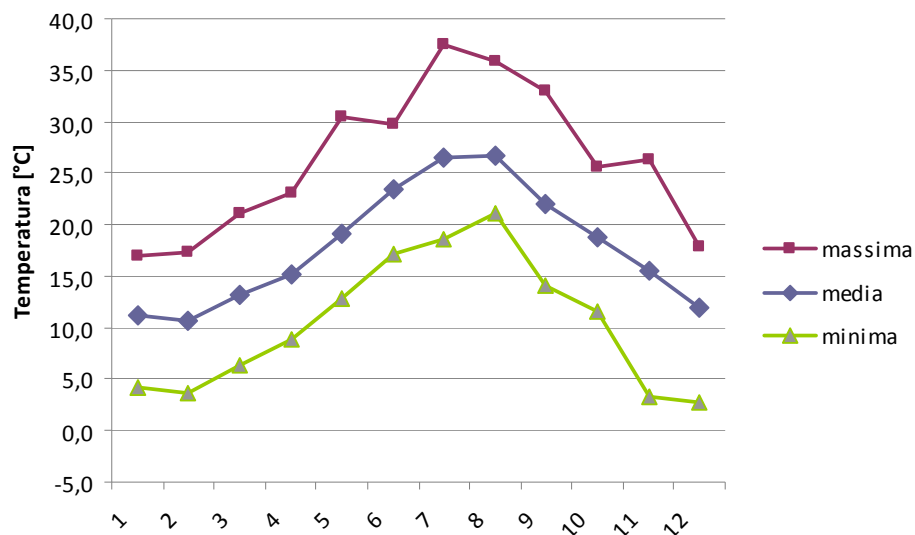
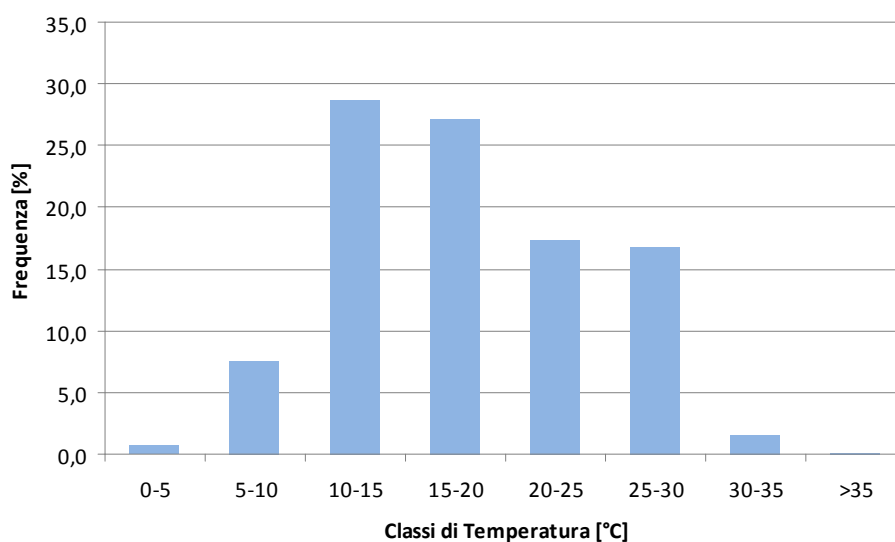


Figura 4.c *Distribuzioni in Classi di Frequenza delle Temperature Registrate alla Centralina Nord del Petrolchimico di Brindisi - Anno 2008*



Umidità Relativa

In *Figura 4d,e* si riportano l'andamento dell'umidità relativa nel corso del 2008 e la distribuzione in classi di frequenza dei valori di umidità relativa registrati dalla centralina dell'Aeroporto di Brindisi (Fonte NCDC).

Figura 4.d *Andamento dell'Umidità relativa nell'Anno 2008 alla Centralina dell'Aeroporto di Brindisi*

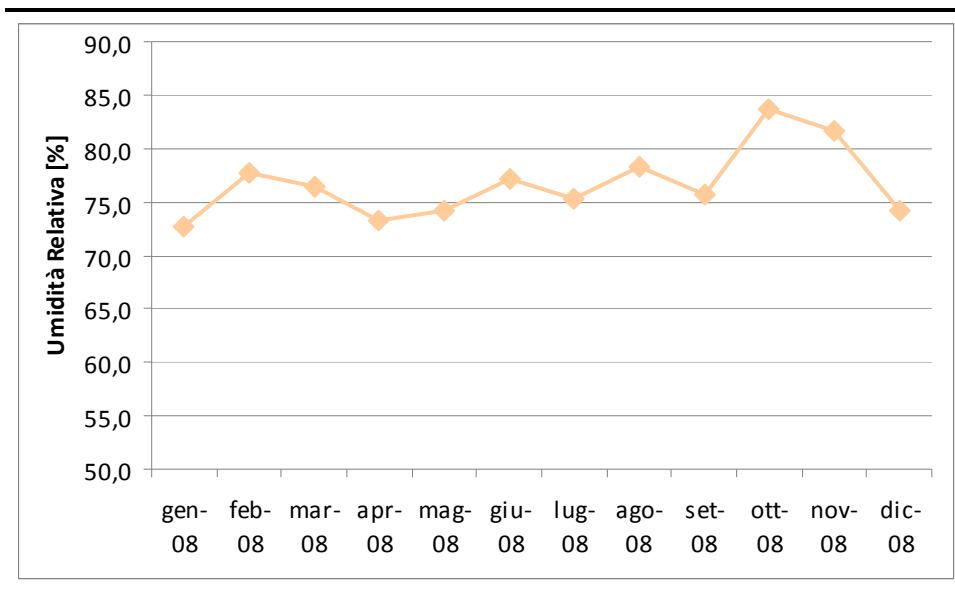


Figura 4.e *Distribuzione in Classi di Frequenza dei Valori di Umidità Relativa Registrati dalla Centralina dell'Aeroporto di Brindisi - Anno 2008*

