



Indam

Analisi studi e ricerche applicate
al settore ambientale e controllo qualità.



LAB. N° 0059
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC - Signatory of EA, IAF and ILAC -
Mutual Recognition Agreements.

Rif. AMB-16/1384
Documento di 42 pagine
e di 10 allegati

STUDIO DI RICADUTA AL SUOLO DEGLI INQUINANTI

Insediamiento: **Impianto di stoccaggio ed incenerimento rifiuti Trirena S.a.s.**

Località: **Porto commerciale di Salerno (SA)**

Committente: **Trirena S.a.s. di Pietro Testa di Giovanni Testa & C.**

Molo 3 gennaio

84121 Salerno (SA)

Castelmella (BS) 08/06/2016

Redatta Dott. Luigi Carbut	Verificata e approvata Dott.ssa chim. Livia Lelli Ordine Prov. dei Chimici di Brescia n. 224
--------------------------------------	---

La direzione tecnica dei laboratori è a cura del dott. Umberto Vergine, iscritto all'Ordine dei Chimici della Provincia di Brescia al n.117.

Documento con firma digitale del relatore responsabile ai sensi della normativa vigente.

Il documento non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio.



INDICE

1) OBIETTIVI DELLO STUDIO	pag. 5
2) GENERALITÀ	pag. 7
3) I MODELLI DI CALCOLO	pag. 9
3.1 Cenni sui modelli a <i>puff</i>	
3.2 Il modello diffusivo CALPUFF	
3.3 Il modello meteorologico CALMET	
4) DATI TERRITORIALI	pag. 13
4.1 Descrizione dell'area di studio	
4.2 Griglia di calcolo	
5) DATI METEOROLOGICI IN INPUT AL MODELLO	pag. 16
5.1 Dati meteorologici da stazioni di terra e profilometriche	
5.2 Caratteristiche climatiche dell'area di studio considerata	
6) CARATTERISTICHE DELLA SORGENTE EMISSIVA	pag. 22
6.1 Descrizione dell'impianto di incenerimento rifiuti	
6.2 Caratteristiche della sorgente emissiva e valori di emissione	
7) ELABORAZIONI	pag. 29
7.1 Limiti previsti dalla normativa in tema di qualità dell'aria	
7.2 Risultati delle elaborazioni	
8) CONCLUSIONI	pag. 40
NOTA BIBLIOGRAFICA	pag. 42



ALLEGATI

Tavola 1	<i>Inquadramento dell'area di studio</i>
Tavola 2	<i>Ossidi di Azoto (NO_x, espressi come NO_2) – Impatto massimo orario</i>
Tavola 3	<i>Monossido di Carbonio (CO) – Impatto massimo su 8 ore</i>
Tavola 4	<i>Biossido di Zolfo (SO_2) – Impatto massimo orario</i>
Tavola 5	<i>Biossido di Zolfo (SO_2) – Impatto massimo giornaliero</i>
Tavola 6	<i>Particolato Totale Sospeso (PTS) – Impatto massimo giornaliero</i>
Tavola 7	<i>Ossidi di Azoto (NO_x, espressi come NO_2) – Impatto medio annuo</i>
Tavola 8	<i>Monossido di Carbonio (CO) – Impatto medio annuo</i>
Tavola 9	<i>Biossido di Zolfo (SO_2) – Impatto medio annuo</i>
Tavola 10	<i>Particolato Totale Sospeso (PTS) – Impatto medio annuo</i>



1) OBIETTIVI DELLO STUDIO

Lo studio, commissionato dalla ditta Tlirena S.a.s., è stato realizzato al fine di stimare il potenziale impatto sull'aria ambiente dovuto alla ricaduta degli inquinanti provenienti dalle emissioni convogliate di un impianto di stoccaggio, trattamento ed incenerimento di rifiuti urbani e speciali non pericolosi sito nel porto commerciale di Salerno, di proprietà del committente, per il quale è stata fatta istanza di autorizzazione.

Lo studio è stato effettuato in seguito alla richiesta della Giunta Regionale della Campania (Prot. 2016.0097523 del 11/02/2016) di valutare eventuali effetti significativi sull'ambiente dovuti all'esercizio dell'impianto.

Tra tutti gli inquinanti prodotti dal processo di combustione del forno dell'impianto di incenerimento, per i quali sono previsti dei limiti di emissione fissati dal D.Lgs 46/2014, sono stati presi in considerazione per le elaborazioni del modello di ricaduta quegli inquinanti per i quali esistono anche degli espliciti valori limite di qualità dell'aria su base oraria, di 8 ore o giornaliera, ovvero i seguenti inquinanti:

- Ossidi Totali di Azoto (NO_x), espressi come Biossido di Azoto (NO_2), in $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- Monossido di Carbonio (CO), espresso in mg/m^3 ;
- Biossido di Zolfo (SO_2), espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- Polveri – Particolato Totale Sospeso (PTS), espresso in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vista la particolare conformazione geografica dell'area in cui è situato l'impianto, sulla costa marina, per effettuare le valutazioni sulla ricaduta delle emissioni è stato utilizzato il modello diffusivo di tipo a *puff* CALPUFF, assieme al modello meteorologico CALMET, per la ricostruzione del campo di vento tridimensionale da fornire come input meteorologico a CALPUFF. I modelli, entrambi sviluppati da Earth Tech Inc., sono implementati in un sistema di gestione modellistica, CALWin 1.4, realizzato per ambiente MS Windows e distribuito dalla società Maind s.r.l., che consente la gestione integrata dei due modelli, meteorologico e diffusivo, e dei loro postprocessori, PRTMET e CALPOST.

Sono stati valutati gli effetti del funzionamento dell'impianto di incenerimento in relazione alle caratteristiche strutturali ed ai dati emissivi forniti dai responsabili dell'azienda. Nel caso di dubbio, si sono adottate ipotesi



Castelmella (BS), Rif. AMB-16/1384
pag. 6 di 42

cautelative, sia per quanto riguarda i dati emissivi, sia per quanto riguarda le impostazioni del modello di dispersione.

Nei capitoli seguenti viene effettuata una breve descrizione dell'area oggetto di studio, vengono discussi i modelli utilizzati, la scelta dei parametri e dei dati di input ai modelli e vengono illustrati ed interpretati i risultati ottenuti, anche alla luce della normativa vigente in tema di qualità dell'aria.



2) GENERALITÀ

L'impianto di stoccaggio ed incenerimento rifiuti della Tirenica S.a.s., per la quale è stato realizzato il presente studio di ricaduta delle emissioni, è collocato all'interno del porto commerciale di Salerno, al Molo 3 gennaio; l'impianto è sito sulla banchina, che si protende all'interno dell'insenatura del porto.

L'impianto ha una produzione teorica di 352 t/anno, caratterizzato da una lavorazione discontinua.

Il sito dell'impianto è collocato sulla costa, ai piedi dei rilievi collinari che si ergono alle spalle del porto commerciale di Salerno. A Nord-Est del sito, a meno di un chilometro di distanza, comincia ad estendersi il centro abitato della città, che si protende lungo la costa del golfo.

L'area in cui si è effettuata l'indagine è costituita da un rettangolo di 4 km × 3 km, centrato all'incirca attorno alla posizione dell'impianto, dimensionato in modo tale da comprendere una zona relativamente vasta attorno all'insediamento e, in particolare, tale da contenere la parte più settentrionale del centro abitato di Salerno.

Tale area ha il suo vertice Sud-Ovest nel punto di coordinate UTM-WGS84 984100 m E, 4517300 m N (Zona: 32 T) ed è stata suddivisa in una griglia a maglie quadrate di passo 100 m, nei cui centri sono state calcolate le concentrazioni degli inquinanti.

Una rappresentazione orto-fotografica dell'area di studio, con l'indicazione della posizione dell'impianto di incenerimento, è riportata nella Tavola 1.

Lo studio di impatto degli inquinanti provenienti dall'emissione dell'impianto della Tirenica è stato effettuato utilizzando il sistema di gestione modellistica CALWin 1.4, distribuito da Maind s.r.l., un sistema realizzato per ambiente MS Windows che implementa in un ambiente integrato i modelli CALMET (modello meteorologico) e CALPUFF (modello diffusivo a *puff*) ed i loro postprocessori PRMTMET e CALPOST, sviluppati da Earth Tech Inc.

Il modello diffusivo CALPUFF permette di riprodurre il comportamento di inquinanti emessi in condizioni meteorologiche non omogenee e non stazionarie e risulta indicato in condizioni di terreno ad orografia complessa e per trattare gli effetti di costa, andando ad utilizzare campi di vento tridimensionali, ricostruiti a



partire dalle caratteristiche orografiche e da misure anemometriche, che sono prodotti dal preprocessore meteorologico di tipo diagnostico CALMET. Il modello è indicato tra quelli suggeriti da APAT. Per una discussione più dettagliata si rimanda al capitolo che segue.

Per operare, il modello meteorologico CALMET richiede in input un set di dati meteorologici da stazioni di superficie e profilometriche, relativi all'area di interesse. Per sopperire a tali dati si è ricorso a due stazioni meteorologiche “virtuali” definite nell'area attorno al porto di Salerno, per le quali i dati meteorologici orari sono stati forniti da Maind s.r.l., ottenuti a partire da un'elaborazione del modello CALMET stesso effettuata su di un'area “vasta”, con risoluzione spaziale di $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$; i risultati di tale elaborazione sono stati ricavati partendo dai dati delle stazioni meteorologiche (di superficie e profilometriche) nazionali della rete SYNOP-ICAO (International Civil Aviation Organization).

Il prodotto di tale elaborazione è un campo di vento tridimensionale che tiene conto su scala di qualche chilometro delle caratteristiche orografiche e morfologiche generali della zona attorno a Salerno e dal quale sono stati estrapolati i dati relativi alle due stazioni virtuali.

I dati meteorologici delle due stazioni sono quindi stati a loro volta utilizzati come input per il modello CALMET, procedendo ad un'elaborazione del campo di vento su scala locale, limitata al reticolo diffusivo di $4 \text{ km} \times 3 \text{ km}$ a passo 100 m scelto per l'area di studio. Il campo di vento così ottenuto, tale da tenere conto in dettaglio delle caratteristiche orografiche e morfologiche locali del territorio del porto di Salerno, è stato quindi utilizzato come input meteorologico per l'esecuzione del modello diffusivo CALPUFF, consentendo di calcolare i valori di concentrazione relativi a ciascun inquinante considerato, per ogni punto della griglia di calcolo.

Per maggiori dettagli sulle elaborazioni dei parametri meteorologici si rimanda al capitolo 5.

Tenendo conto dell'effettiva frequenza di funzionamento dell'impianto di incenerimento (si veda il capitolo 6), l'analisi ha modellizzato la ricaduta al suolo degli inquinanti per un intero anno solare (si sono utilizzati i dati meteorologici relativi all'anno 2015), ipotizzando cautelativamente livelli emissivi costanti per 12 ore al giorno (dalle ore 07:00 alle ore 19:00) e livelli emissivi nulli nelle rimanenti ore della giornata, per 7 giorni la settimana.



3) I MODELLI DI CALCOLO

3.1 – Cenni sui modelli a puff

I modelli a *puff*, come i modelli gaussiani, appartengono alla classe dei modelli analitici, ovvero basati sull'integrazione in condizioni semplificate dell'equazione generale di trasporto e diffusione dei gas. Superando alcune limitazioni dei modelli gaussiani, i modelli a *puff* permettono di riprodurre in modo piuttosto semplice il comportamento di inquinanti emessi in condizioni non omogenee e non stazionarie.

L'emissione viene discretizzata in una serie di singoli *puff*. Ciascuna di queste unità viene trasportata all'interno del dominio di calcolo per un certo intervallo temporale, ad opera del campo di vento presente in corrispondenza del baricentro del *puff* ad un determinato istante.

La diffusione turbolenta viene simulata supponendo che l'inquinante si distribuisca all'interno di ogni singola unità (*puff*) con legge gaussiana; i coefficienti di dispersione nelle tre direzioni sono funzione della distanza e delle caratteristiche dispersive dell'atmosfera.

Il campo complessivo di concentrazione ad un certo istante viene calcolato sommando i contributi di ogni singolo *puff*.

Il modello a *puff* consente di simulare la diffusione degli inquinanti in condizioni di calma di vento (velocità del vento nulla o comunque molto piccola) e risulta particolarmente indicato in presenza di condizioni meteorologiche ed emissive evolutive e in condizioni di terreno complesso. A tal fine occorre ricostruire un campo di vento tridimensionale a partire dalle caratteristiche orografiche del suolo e da misure anemometriche, per il quale possono essere utilizzati opportuni preprocessori meteorologici di tipo diagnostico.

Ne consegue che tali modelli rendono necessaria la disponibilità di misure accurate del vento al suolo e lungo il profilo verticale, per poter ricostruire la struttura tridimensionale del campo di vento. Inoltre occorre conoscere su tutto il dominio di calcolo e ad ogni passo temporale le caratteristiche della turbolenza atmosferica.



3.2 – Il modello diffusivo CALPUFF

CALPUFF è un modello di dispersione a *puff* multi-strato non stazionario, sviluppato da Earth Tech Inc. Esso è in grado di riprodurre il trasporto, la trasformazione e la deposizione di inquinanti in condizioni meteorologiche variabili non omogenee e non stazionarie. Può utilizzare come input meteorologico i campi di vento tridimensionali prodotti dal modello CALMET (o altri appositi preprocessori), oppure, nel caso di applicazioni semplificate, fare uso direttamente di misure.

CALPUFF consente:

- di computare l'effetto scia dovuto alla presenza di edifici (*building downwash*);
- di computare l'effetto della fase transizionale del pennacchio;
- di computare gli effetti di sottogriglia legati alla complessità del terreno;
- di trattare la deposizione, sia secca sia umida;
- di trattare alcune reazioni chimiche semplificate;
- di trattare lo *shear* verticale del vento;
- di trattare il trasporto su superfici d'acqua e gli effetti di costa;
- di simulare scenari di emissioni di varia natura (puntiformi, areali, lineari e volumetriche).

CALPUFF è stato adottato da parte della U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency) nell'ambito delle sue linee guida sui modelli di qualità dell'aria ("*Guideline on Air Quality Models*"), periodicamente pubblicate, come modello preferito per la valutazione del trasporto di inquinanti e dei loro impatti ambientali.

Esso è inoltre inserito nell'elenco dei modelli consigliati da APAT (Agenzia Italiana per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici) per la valutazione e gestione della qualità dell'aria (CTN-ACE.: *I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni* – APAT 2004).

È infine conforme alla norma UNI 10796, "*Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi – Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici*" (scheda 4: scala locale, breve periodo, sito semplice,



Castelmella (BS), Rif. AMB-16/1384
pag. 11 di 42

sorgente qualunque, inquinante inerte; scheda 8: grande scala, breve periodo o previsione, sito qualunque, sorgente qualunque, inquinante reattivo).

3.3 – Il modello meteorologico CALMET

CALMET è un preprocessore meteorologico di tipo diagnostico, in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura e campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza.

Sviluppato da Earth Tech Inc. come preprocessore del modello fotochimico CALGRID e del modello a *puff* CALPUFF, esso può operare su qualsiasi tipo di dominio, anche in caso di terreno complesso. Generalmente viene applicato su domini di dimensioni dell'ordine delle decine fino alle centinaia di chilometri, con passi variabili da poche centinaia di metri fino a 20-50 km.

Non ha nessuna limitazione per quanto riguarda la lunghezza del periodo di simulazione, da periodi di qualche giorno al lungo periodo, ma il passo temporale è fisso, pari ad un'ora.

CALMET utilizza un sistema di coordinate *terrain following*, con strati verticali di spessore variabile.

Il modello è costituito da tre moduli:

- il modulo diagnostico per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento; esso opera in due passi, inizialmente costruendo un campo di vento (detto di primo passo) sulla base della circolazione generale dell'area, dell'orografia e della stabilità atmosferica, e, successivamente, correggendo tale campo sulla base dei dati misurati forniti, superficiali e profilometrici, in modo da rispettare l'ipotesi di divergenza nulla;
- il modulo per la ricostruzione dei campi bidimensionali dei parametri di turbolenza; esso permette di ricostruire l'evoluzione temporale, per ogni cella del dominio, della classe di stabilità atmosferica, della lunghezza di Monin-Obukhov, dell'altezza dello strato di rimescolamento, della velocità d'attrito e della velocità convettiva di scala, parametri utilizzati poi da CALPUFF per il calcolo dei coefficienti di diffusione turbolenta;
- il modulo per la ricostruzione del campo di temperatura; esso utilizza i dati misurati dalle stazioni al suolo e di profilo per ricostruire un campo tridimensionale di temperatura per ogni cella di simulazione.



Castelmella (BS), Rif. AMB-16/1384
pag. 12 di 42

Per poter essere applicato correttamente, il modello richiede in input diverse informazioni, tra le quali:

- misure orarie al suolo di vento, temperatura, umidità relativa, pressione, altezza della base delle nuvole, copertura nuvolosa e, eventualmente, precipitazione;
- misure lungo il profilo verticale di vento e temperatura;
- dati topografici: orografia, copertura del suolo e parametri che descrivono le caratteristiche geofisiche del suolo (rapporto di Bowen, flusso di calore verso il suolo, albedo, rugosità superficiale, indice di copertura fogliare e flusso di calore antropogenico).



4) DATI TERRITORIALI

In questo capitolo si descrive dettagliatamente l'area di studio che costituisce il dominio del modello e si definisce la griglia di calcolo con le sue caratteristiche morfologiche e superficiali.

4.1 – Descrizione dell'area di studio

Come accennato precedentemente, l'area in cui si è effettuata l'indagine è costituita da un rettangolo di lato 4 km lungo la direzione Est/Ovest e di lato 3 km lungo la direzione Nord/Sud, avente il vertice Sud-Ovest nel punto di coordinate UTM-WGS84 984100 m E, 4517300 m N, Zona: 32 T (si veda la Tavola 1). Tale quadrato è stato scelto in modo tale da essere all'incirca centrato attorno allo stabilimento della Trirena S.a.s. e da comprendere una zona abbastanza vasta attorno alla fonte di emissione, in cui gli impatti di tale emissione potessero essere considerati più rilevanti.

L'area di studio comprende il porto commerciale di Salerno nel quadrante Sud-Ovest, mentre nel quadrante Nord-Est include la parte più a Nord del centro abitato di Salerno stessa. Nel quadrante Nord-Ovest sono compresi i rilievi collinari boschivi che si innalzano alle spalle del porto, mentre nell'angolo Sud-Ovest si estende il centro abitato del comune di Vietri sul Mare.

Le colline a Nord-Ovest del porto sono attraversate dall'Autostrada A3 Napoli-Reggio Calabria, mentre il porto ed il centro abitato di Salerno sono percorsi dalla Strada Statale SS18.

La zona considerata è caratterizzata da quote abbastanza variabili, che vanno dal livello del mare lungo la costa, a qualche decina di metri s.l.m. in corrispondenza del centro abitato di Salerno, ai 440 m s.l.m. circa dei rilievi collinari alle spalle del porto.



4.2 – Griglia di calcolo

I modelli CALMET e CALPUFF richiedono in input la definizione di una griglia di calcolo, cioè di un reticolo bidimensionale di punti su cui calcolare rispettivamente i valori dei parametri meteorologici (vento e temperatura) e di turbolenza e i valori di concentrazione degli inquinanti al suolo. Il modello meteorologico CALMET richiede anche la definizione di un set di livelli verticali, a distanza in genere variabile, che aumenta con la quota, per individuare un reticolo tridimensionale sul quale calcolare i valori di vento e temperatura non solo al suolo, ma anche a diverse quote.

Il reticolo bidimensionale costruito nel presente caso è costituito da punti distanti tra loro 100 m, lungo le direzioni cardinali, ed i valori calcolati in ogni punto dai modelli sono attribuiti ad un quadrato di lato 100 m che ha per centro il punto stesso.

Si è ottenuta così una griglia rettangolare di 40×30 maglie quadrate di passo 100 m, orientata secondo le direzioni cardinali, di lato 4 km lungo la direzione Est/Ovest e di lato 3 km lungo la direzione Nord/Sud, con vertice Sud-Ovest di coordinate UTM-WGS84 984100 m E, 4517300 m N, Zona 32 T.

Al grigliato bidimensionale è stato associato un set di 10 livelli verticali non omogenei (la distanza tra un livello e quello successivo aumenta man mano si sale di quota rispetto al suolo), per definire un grigliato tridimensionale sul quale calcolare i campi di vento e temperatura. Il primo livello definito è quello “superficiale”, per il quale i dati sono considerati ad una quota fissata di 10 m dal suolo (che coincide con la quota della stazione superficiale dalla quale vengono presi i dati meteorologici, in particolare anemometrici, forniti in input al modello CALMET).

I modelli di calcolo, in particolare CALMET, per ricostruire campi tridimensionali di vento e temperatura e campi bidimensionali dei parametri di turbolenza, che tengano conto delle caratteristiche orografiche e morfologiche dell'area di volta in volta considerata per il calcolo, richiedono la conoscenza, per ogni punto del reticolo di calcolo, di alcuni dati topografici: l'orografia, la categoria di uso del suolo ed i parametri che descrivono le caratteristiche geofisiche del suolo (rapporto di Bowen, flusso di calore verso il suolo, albedo, rugosità superficiale, indice di copertura fogliare e flusso di calore antropogenico).



Il sistema di gestione modellistica CALWin 1.4 consente, una volta definito un dato reticolo di calcolo, di associare in maniera immediata a ciascun punto di tale reticolo il corrispettivo valore di quota orografica e la corrispondente categoria di uso del suolo (espressa per mezzo di un opportuno indice), estraendoli da un database che contiene dati validi per tutto il territorio italiano, ad un passo di 100 m. In particolare, come categorie di utilizzazione del suolo si sono considerate quelle basate sulla classificazione Corine Land Cover, in scala 1:100.000, aggiornata al 2004.

Una volta definiti gli indici di utilizzazione del suolo per ogni punto, ad essi vengono associati automaticamente i corrispondenti valori tipici dei parametri geofisici d'interesse, secondo le indicazioni fornite dalla letteratura e dal manuale d'uso del modello.

Nella Tabella 1 vengono riportati i valori di tali parametri, relativamente alle categorie di uso del suolo riscontrate nei punti del reticolo di calcolo di lato $4 \text{ km} \times 3 \text{ km}$, utilizzato per lo studio diffusivo.

Indice	Uso del suolo	Rugosità superficiale (m)	Albedo	Rapporto di Bowen	Flusso di calore suolo	Flusso di calore antrop.	Indice di copertura fogliare
11	Zone urbanizzate	1	0,18	1,5	0,25	0	0,2
12	Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	0,02	0,26	1	0,15	0	0,5
13	Zone estrattive, cantieri, discariche, ecc.	0,02	0,26	1	0,15	0	0,5
24	Zone agricole eterogenee	0,06	0,2	1	0,15	0	0,5
31	Zone boscate	2	0,15	1	0,15	0	7
32	Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva	0,02	0,1	0,1	0,25	0	1
52	Acque marittime	0,001	0,1	0	0,15	0	0

Tabella 1: Valori dei parametri geofisici attribuiti in funzione della categoria di uso del suolo.



5) DATI METEOROLOGICI IN INPUT AL MODELLO

5.1 – Dati meteorologici da stazioni di terra e profilometriche

Il modello CALPUFF, dato un determinato scenario emissivo, consente di stimarne l'impatto sui punti definiti nel reticolo di calcolo, al variare delle condizioni meteorologiche fornite in input, relativamente ad un periodo temporale stabilito. Come periodo di simulazione si è considerato un intero anno solare, tale da poter comprendere una varietà significativa di situazioni climatiche che si possono verificare nell'area di studio e tale da poter consentire un raffronto anche con i valori di riferimento annuali (limiti, livelli critici, ...) che la normativa italiana impone per la qualità dell'aria.

I parametri meteorologici da fornire in input a CALPUFF, per poter procedere all'elaborazione diffusiva, sono i campi tridimensionali di vento e temperatura ed i campi bidimensionali dei parametri descrittivi della turbolenza (classe di stabilità atmosferica, lunghezza di Monin-Obukhov, altezza dello strato di rimescolamento, velocità d'attrito e velocità convettiva di scala) che vengono prodotti da CALMET.

A sua volta, CALMET richiede in input dei dati misurati, sia superficiali sia profilometrici, rilevati da stazioni meteorologiche dislocate entro l'area coperta dal grigliato di calcolo. In particolare, è necessario che, per tutto il periodo di tempo considerato, si disponga dei dati di almeno una stazione meteorologica di terra (superficiale) e di almeno una stazione meteorologica profilometrica.

Per la stazione di terra occorre disporre di una serie completa di dati misurati, a cadenza oraria, dei parametri:

- velocità del vento (VV);
- direzione del vento (DV);
- temperatura atmosferica (T);
- pressione atmosferica (PRES);
- umidità relativa (UR);
- indice di copertura nuvolosa (CCOV);
- altezza della base del primo strato di nubi (HNUBI).



Castelmella (BS), Rif. AMB-16/1384
pag. 17 di 42

Per la stazione profilometrica occorre disporre di un set completo di dati misurati, con cadenza temporale (anche non uniforme) di al massimo 14 ore e per ciascuno dei livelli verticali di quota rispetto al suolo che si è deciso di adottare per il reticolo tridimensionale, dei seguenti parametri:

- velocità del vento;
- direzione del vento;
- temperatura atmosferica;
- pressione atmosferica.

Opzionalmente, si può decidere di disporre anche dei dati di stazioni pluviometriche, nel caso si voglia tenere conto degli effetti delle precipitazioni (cosa non fatta nel presente caso, in via cautelativa).

Come già anticipato, per il presente studio si è ricorsi all'utilizzo di 2 stazioni meteorologiche "virtuali", sia di superficie sia profilometriche, collocate all'interno del reticolo di calcolo a circa 2 km di distanza una dall'altra, la prima in corrispondenza del Molo 3 gennaio del porto di Salerno (coordinate UTM-WGS84 985897 m E, 4518439 m N, Zona 32 T), la seconda in corrispondenza del centro abitato di Salerno (coordinate UTM-WGS84 987660 m E, 4519619 m N, Zona 32 T) .

I dati meteorologici relativi a queste due stazioni virtuali sono stati forniti dalla Maind s.r.l. e sono stati estratti a partire dal campo meteorologico ottenuto come risultato di una simulazione effettuata per mezzo del modello CALMET su di un'area "vasta" di 5 km × 5 km, contenente i punti delle due stazioni, con risoluzione spaziale di 1 km × 1 km. Come condizioni al contorno e iniziali per tale simulazione è stato a sua volta utilizzato un campo meteorologico "*coarse grid*", ricostruito per tutto il territorio nazionale, a risoluzione standard di 4 km × 4 km, utilizzando come input i dati meteorologici delle stazioni sia di superficie sia profilometrica dell'intera rete nazionale SYNOP-ICAO (International Civil Aviation Organization).

Per quanto riguarda le stazioni profilometriche della rete SYNOP-ICAO, quelle più vicine all'area di studio sono le 3 stazioni dell'aeroporto di Pratica di Mare (codice ICAO: LIRE; codice WMO: 16245), quella dell'aeroporto di Brindisi "Papola Casale" (codice ICAO: LIBR; codice WMO: 16320) e quella dell'aeroporto di Trapani-Birgi (codice ICAO: LICT; codice WMO: 16429), le quali permettono una buona ricostruzione del campo



meteorologico tridimensionale, in quanto definiscono un triangolo all'incirca centrato attorno alla zona di Salerno.

Analogamente, le stazioni di superficie della rete SYNOP-ICAO più vicine all'area di studio sono le 3 stazioni dell'aeroporto di Napoli-Capodichino (codice ICAO: LIRN; codice WMO: 16289), quella dell'aeroporto di Salerno-Costa d'Amalfi (codice ICAO: LIRI; codice WMO: 16292) e quella dell'aeroporto di Capri (codice ICAO: LIQC; codice WMO: 16294), che di nuovo vanno a definire un triangolo centrato all'incirca attorno al sito dell'impianto della Tirena.

I dati delle due stazioni virtuali sono stati calcolati con cadenza temporale oraria, sia per i valori di superficie sia per quelli di profilo (questi ultimi calcolati per 10 livelli di quota non omogenei), per un intero anno solare (il 2015). Essi sono stati utilizzati come input per l'esecuzione di CALMET su scala locale, limitatamente al reticolo di $4 \text{ km} \times 3 \text{ km}$ a passo 100 m, costruito sull'area di studio.

5.2 – Caratteristiche climatiche dell'area di studio considerata

Di seguito vengono riportate le rose dei venti (frequenze della direzione di provenienza del vento dai vari settori) relative alle due stazioni meteorologiche virtuali, per l'anno 2015, fornite da Maind s.r.l.

Nelle Tabelle 2 e 3 vengono riportate anche le distribuzioni statistiche delle velocità del vento (percentuale di occorrenze aggregate per settori e per classi di velocità del vento), da cui sono state ricavate le rose dei venti di Figura 1 e 2.

Come si può osservare, vi è una prevalenza dei venti provenienti dalle direzioni comprese, in senso orario, tra Sud-Ovest e Nord-Est, ovvero dei venti che soffiano dai rilievi collinari a Nord-Ovest di Salerno e scendono verso il porto ed il centro abitato.

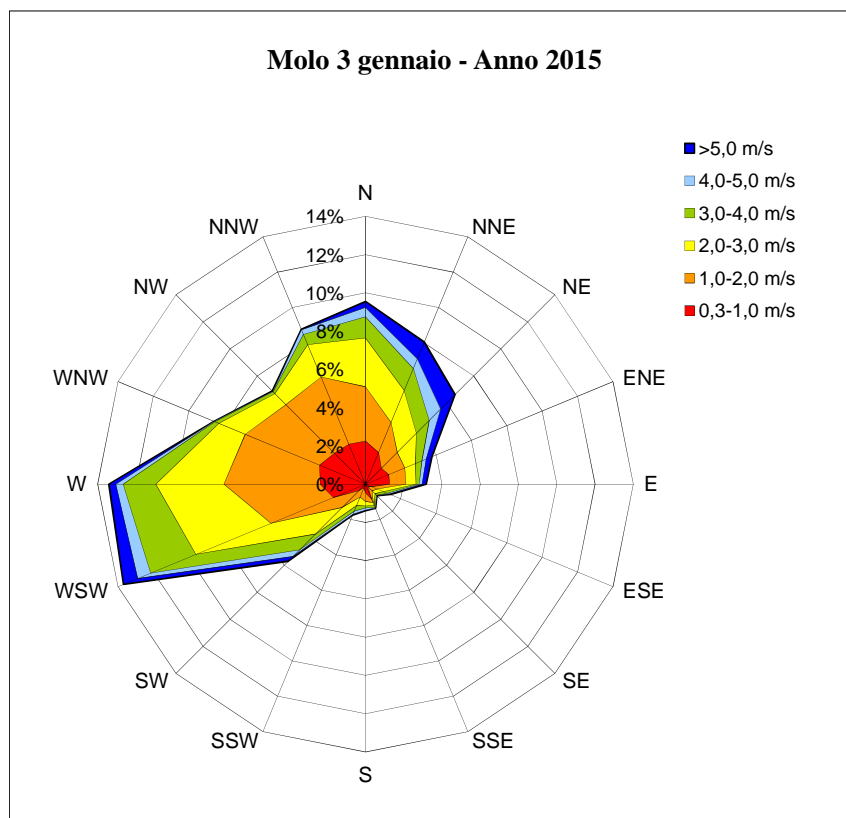


Figura 1: Rosa dei venti – Molo 3 gennaio – Anno civile 2015. Calma di vento (velocità < 0,3 m/s): 5,0%.

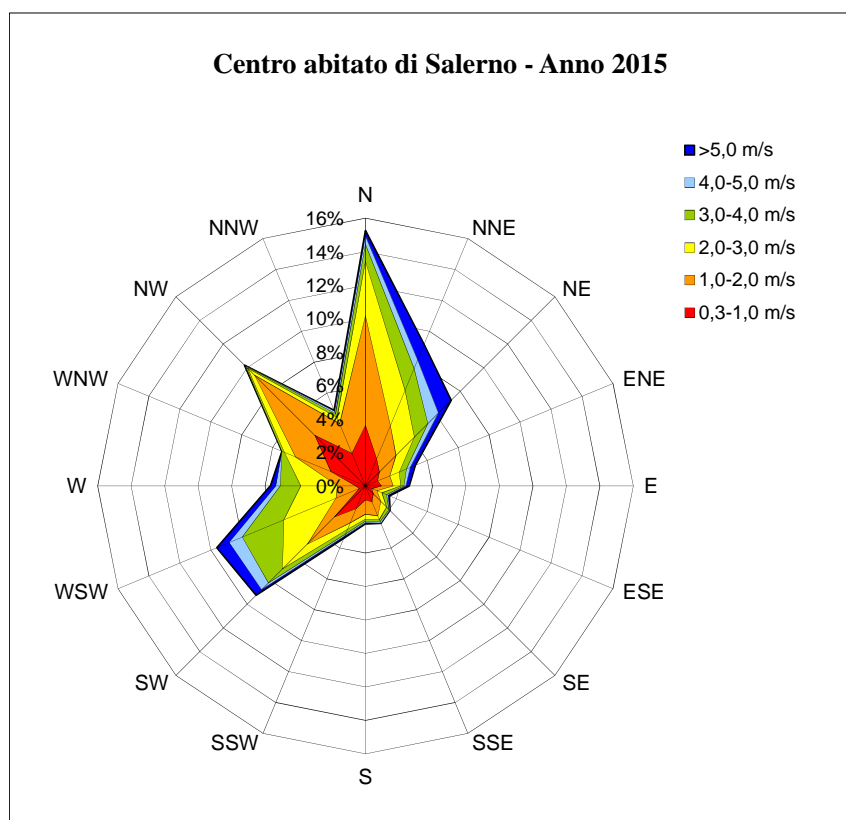


Figura 2: Rosa dei venti – Centro abitato – Anno civile 2015. Calma di vento (velocità < 0,3 m/s): 5,8%.



Classe velocità (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Tot
< 0,3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5,0
0,3 ÷ 1	2,2	1,8	1,2	1,3	1,3	0,3	0,2	0,9	0,5	0,2	0,5	1,8	2,4	2,6	2,3	2,3	21,6
1 ÷ 2	2,8	1,7	1,2	0,9	0,8	0,3	0,3	0,2	0,4	0,5	1,2	3,5	5,0	4,2	3,6	3,8	30,7
2 ÷ 3	2,5	1,8	1,4	0,6	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2	0,5	2,0	4,3	3,6	1,5	0,8	1,8	22,2
3 ÷ 4	1,1	1,2	0,9	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	1,2	2,6	1,7	0,2	0,1	0,6	11,1
4 ÷ 5	0,5	0,5	0,8	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5	0,7	0,4	0,0	0,0	0,3	4,6
> 5	0,3	0,9	1,1	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	4,7
Tot	9,6	8,0	6,6	3,8	3,2	1,4	0,9	1,4	1,4	1,8	5,7	13,7	13,4	8,6	6,9	8,8	

Tabella 2: Distribuzione statistica delle velocità del vento (frequenze percentuali) – Molo 3 gennaio.

Classe velocità (m/s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Tot
< 0,3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	5,8
0,3 ÷ 1	3,6	1,8	1,2	0,8	1,0	0,4	0,7	1,0	0,8	1,5	2,6	0,4	0,6	2,2	4,3	2,1	24,9
1 ÷ 2	6,5	2,1	1,4	0,8	0,7	0,3	0,6	0,9	0,9	0,9	2,3	1,5	1,1	2,3	5,1	1,9	29,4
2 ÷ 3	3,2	2,3	1,6	0,6	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,4	2,1	3,4	2,2	0,7	0,6	0,4	19,3
3 ÷ 4	1,0	1,4	1,1	0,5	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	1,2	2,7	1,2	0,2	0,2	0,3	11,0
4 ÷ 5	0,5	0,5	0,9	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	0,8	0,3	0,0	0,0	0,1	4,7
> 5	0,3	1,0	1,1	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,5	0,8	0,3	0,0	0,0	0,1	4,9
Tot	15,3	9,2	7,2	3,2	2,6	1,6	2,1	2,4	2,3	3,4	9,2	9,6	5,7	5,4	10,2	4,9	

Tabella 3: Distribuzione statistica delle velocità del vento (frequenze percentuali) – Centro abitato.

L'area di studio risulta una zona piuttosto ventilata, con un valore medio annuo di velocità del vento di 2 m/s e scarsi periodi di calma di vento (velocità del vento inferiore a 0,3 m/s). I valori massimi di velocità del vento raggiungono i 12 m/s circa e si hanno velocità superiori ai 3 m/s per circa il 20% del tempo. In generale risultano un poco più intensi i venti provenienti da Ovest-Sud-Ovest da una parte e da Nord-Est/Nord-Nord-Est dall'altra.

Nella Figura 3 si può osservare il profilo medio giornaliero della velocità del vento, per l'anno 2015, relativo alle due stazioni virtuali. Esso mostra un andamento caratteristico: le velocità raggiungono valori massimi di circa 3 m/s attorno a mezzogiorno, per attestarsi attorno ad un valore di circa 1,7 m/s nelle ore notturne.

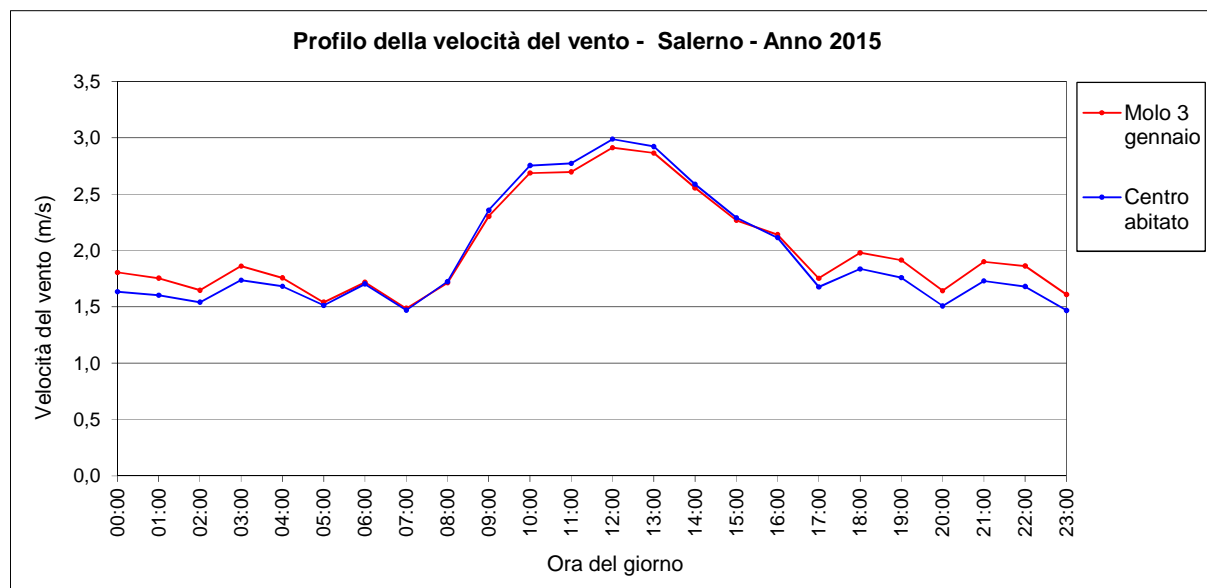


Figura 3: Andamento medio della velocità del vento nelle diverse ore del giorno.



6) CARATTERISTICHE DELLA SORGENTE EMISSIVA

In questo capitolo viene brevemente descritto l'impianto di incenerimento rifiuti della Tlirena S.a.s. e vengono descritti i dati emissivi (caratteristiche del camino, concentrazioni dei diversi inquinanti, etc.) utilizzati in input per l'esecuzione del modello diffusivo CALPUFF, concernenti il camino E1 dell'impianto.

6.1 – Descrizione dell'impianto di incenerimento rifiuti

L'impianto di stoccaggio, trattamento ed incenerimento rifiuti urbani e speciali non pericolosi della Tlirena S.a.s., ubicato nel porto commerciale di Salerno, al Molo 3 gennaio, è progettato e attrezzato e viene gestito in modo conforme ai requisiti del Decreto Legislativo n. 46 del 04 marzo 2014.

L'impianto ha una produzione annuale di 352 t/anno di rifiuti e lavora in modo discontinuo: la produzione viene attuata nei giorni feriali (210/220 giorni di lavoro all'anno) e per un massimo di 10 ore al giorno (come orario delle attività si può considerare l'intervallo massimo che va dalle ore 07:00 alle ore 19:00). I giorni di attività del forno sono gestiti in maniera da attenersi alla capacità distruttiva annuale dichiarata ed in relazione ai rifiuti disponibili.

Il calore generato dalla combustione dei rifiuti viene parzialmente recuperato a valle dello scambiatore fumi/aria ed utilizzato per la produzione di acqua calda sanitaria.

L'impianto di incenerimento si compone di:

- testata anteriore;
- caricatore meccanizzato;
- tamburo rotante;
- camera di raccolta e scarico ceneri;
- postcombustore termico;
- scambiatore di calore fumi / aria;
- dispositivo di iniezione reattivi;



Castelmella (BS), Rif. AMB-16/1384
pag. 23 di 42

- filtro a maniche;
- ventilatore di coda;
- camino di espulsione dei gas e sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni.

L'incenerimento dei rifiuti è affidato ad un tamburo rotante.

I rifiuti sono caricati nella tramoggia, comunicante con il sottostante caricatore meccanizzato, e vengono spinti all'interno del tamburo rotante da un pistone idraulico che agisce a più riprese.

La combustione dei rifiuti viene innescata dai bruciatori situati sul frontale del forno, successivamente la stessa procede in autocombustione. La rotazione del tamburo determina un continuo rovistamento del materiale ed assicura la termodistruzione. A fine ciclo, il tamburo viene fatto ruotare in senso inverso per depositare le ceneri prodotte nella sezione di scarico.

Il sistema di trattamento fumi è attuato prima in post-combustione e poi con sistema di filtrazione "a secco".

La camera di post-combustione è dimensionata per un volume di fumi di oltre 2.000 Nm³/h (la portata di punta può arrivare a 2.300 Nm³/h) e la percentuale di ossigeno in post-combustione è assicurata maggiore del 6 % in volume (il tenore di ossigeno effettivo risulta in media del 12,5% in volume). Per il mantenimento della temperatura e per i transitori è installato un bruciatore a gasolio il cui funzionamento è limitato alle prime ore di attività: una volta raggiunta la temperatura maggiore di 850 °C, il bruciatore arresta la fiamma e rimane in ventilazione; successivamente può essere estratto.

Al di sopra del post-combustore si eleva il camino "diretto" di emergenza, indispensabile per il corretto funzionamento in sicurezza dell'impianto. Il camino è normalmente chiuso tramite la valvola di emergenza e si apre solo in condizioni di assoluta eccezionalità.

I fumi in uscita dalla camera di post-combustione, a temperatura maggiore di 850 °C (fino a 1.100°C per i rifiuti che lo richiedono), subiscono un raffreddamento a mezzo di uno scambiatore fumi/aria: si tratta di uno scambiatore a piastre percorso internamente dai fumi ed esternamente dall'aria di raffreddamento; esso ha la funzione di raffreddare i fumi ad una temperatura compatibile con il successivo filtro a maniche (< 180 °C).

Nei fumi così raffreddati vengono poi iniettati reattivi, sotto forma di idrato di calce Ca(OH)₂ misto a carboni attivi, per abbattere gli inquinanti eventualmente presenti nei fumi. Le reazioni tra il reattivo ed i gas danno



Castelmella (BS), Rif. AMB-16/1384
pag. 24 di 42

luogo alla formazione di sali solidi, che vengono trattenuti, unitamente al reattivo in eccesso, sulle maniche del filtro.

Il filtro è dotato di economizzatore che comanda le valvole pneumatiche per la pulizia delle maniche. La bassa velocità di passaggio e l'alto tempo di contatto assicurano un'alta efficienza di captazione delle polveri, superiore al 98-99 %, ed una corretta reazione della calce e dei carboni attivi.

Il ventilatore di coda assicura in ogni fase del ciclo la corretta depressione nella porzione di impianto a monte dello stesso; esso è pilotato da inverter, in modo da adeguare la depressione e di conseguenza la portata e la potenza alle esigenze del ciclo.

I fumi sono convogliati in atmosfera da un camino in acciaio AISI 304 (camino E1), con sbocco all'altezza di 14 m dal suolo.

Prima dell'immissione in atmosfera, sono controllati in continuo i seguenti parametri:

- temperatura;
- pressione;
- portata;
- Ossigeno libero;
- Polveri;
- Acido Cloridrico (HCl);
- Ossidi di Zolfo (SO_x);
- Ossidi di Azoto (NO_x);
- Monossido di Carbonio (CO);
- Carbonio Organico Totale (COT);
- Ammoniaca (NH_3).

Per gli inquinanti monitorati sono previsti dei limiti di emissione, secondo il D.Lgs. 46/2014, Allegato 1 al Titolo III-bis alla Parte Quarta, *“Norme tecniche e valori limite di emissione per gli impianti di incenerimento rifiuti”*.

Documento con firma digitale del relatore responsabile ai sensi della normativa vigente.
Il documento non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio.



Nella Tabella 4 vengono riportati i limiti previsti per le Polveri e per gli inquinanti gassosi, riferiti ad un tenore di Ossigeno nell'effluente gassoso secco pari all'11% in volume. Per tali inquinanti il D.Lgs. 46/2014 prevede:

- valori limite di emissione medi giornalieri: tali valori non devono essere mai superati nel corso dell'anno; solamente per il CO tale limite non deve essere superato dal 97% dei valori medi giornalieri nel corso dell'anno;
- valori limite di emissione medi su 30 minuti, che si distinguono in due tipi di valore limite: il primo (A) che non deve essere mai superato dai valori medi su 30 minuti nel corso di una anno; il secondo (B) che, in caso di non totale rispetto del primo, non deve essere superato da almeno il 97% dei valori medi su 30 minuti nel corso dell'anno (nel caso del CO, questo secondo valore limite viene valutato come media sui 10 minuti e non deve essere superato da almeno il 95% dei valori medi su 10 minuti).

Inquinante	Valore limite medio giornaliero (mg/Nm ³)	Valore limite medio su 30 min (mg/Nm ³)	
		A	B
NO _x (come NO ₂)	200	400	200
CO	50	100	150
SO ₂	50	200	50
Polveri (PTS)	10	30	10
COT	10	20	10
HCl	10	60	10
HF	1	4	2
NH ₃	30	60	30

Tabella 4: Valori limite di emissione degli inquinanti monitorati in continuo, previsti dal D.Lgs. 46/2014 (riferiti ad un tenore di Ossigeno dell'11% in volume).

In ogni caso, per l'impianto di incenerimento è previsto il blocco automatico del funzionamento all'avvicinarsi delle concentrazioni degli inquinanti monitorati in continuo al corrispondente valore limite di emissione medio giornaliero; pertanto, per lo studio di ricaduta, come valori di concentrazione in input al modello, sono stati considerati i valori limite medi giornalieri.

Nella Tabella 5, vengono riportati infine i valori limite di emissione previsti sempre dal D.Lgs. 46/2014 (Allegato 1 al Titolo III-bis alla Parte Quarta) per gli inquinanti non monitorati in continuo, ovvero metalli pesanti, Diossine (PCDD) e Furani (PCDF), Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e Policlorobifenili



(PCB-DL); tali valori vanno considerati come valori di emissione medi ottenuti con un periodo di campionamento minimo di 30 minuti e massimo di 8 ore.

Inquinante	Unità di misura	Valore limite
Somma metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	mg/Nm ³	0,5
Cd+Tl	mg/Nm ³	0,05
Hg	mg/Nm ³	0,05
Pb	mg/Nm ³	0,2
IPA	mg/Nm ³	0,01
PCDD+PCDF	ng/Nm ³	0,1
PCB-DL	ng/Nm ³	0,1

Tabella 5: Valori limite di emissione degli inquinanti non monitorati in continuo, previsti dal D.Lgs. 46/2014 (riferiti ad un tenore di Ossigeno dell'11% in volume).

6.2 – Caratteristiche della sorgente emissiva e valori di emissione

Nella Tabella 6 vengono riportati in sintesi i dati strutturali ed emissivi del camino E1 forniti in input al modello di calcolo. Vengono anche riportate le coordinate della posizione del camino, secondo il sistema UTM-WGS84.

I valori di altezza e diametro dello sbocco ed i valori di portata e temperatura dei fumi sono quelli teorici di progetto, forniti dai responsabili aziendali.

La temperatura di efflusso dei fumi (inferiore a 180 °C) dovrebbe variare normalmente tra i 140 °C ed i 170 °C; pertanto per essa si è considerato il valore medio di 155 °C (428 K).

La portata di progetto teorica è di 2.300 Nm³/h, riferita ad un tenore di Ossigeno dell'11% in volume; dato che il tenore di Ossigeno medio dovrebbe essere del 12,5%, come dato effettivo si è considerata la portata riportata a tale tenore.

La velocità di efflusso dei fumi è stata calcolata di conseguenza.



Come si è già detto, per quanto riguarda gli inquinanti prodotti dal processo di combustione dell'impianto di incenerimento, per i quali sono previsti i limiti di emissione fissati dal D.Lgs 46/2014, sono stati presi in considerazione per le elaborazioni del modello di ricaduta solo quelli per i quali esistono degli espliciti valori limite di qualità dell'aria su base oraria, di 8 ore o giornaliera: gli Ossidi Totali di Azoto (NO_x), espressi come Biossido di Azoto (NO_2); il Monossido di Carbonio (CO); il Biossido di Zolfo (SO_2); le Polveri.

Per questi inquinanti, come appena detto nel paragrafo precedente, dato che per l'impianto di incenerimento è previsto il blocco automatico del funzionamento all'avvicinarsi delle concentrazioni degli inquinanti monitorati in continuo al corrispondente valore limite di emissione medio giornaliero, come valori di concentrazione in input al modello sono stati considerati i valori limite medi giornalieri.

Tali limiti sono riferiti ad un tenore di Ossigeno dell'11% e, pertanto, tenendo conto del tenore di Ossigeno effettivo del 12,5% in volume, questi valori andrebbero di fatto ridotti di un fattore $k = (21 - O_2)/(21 - O_{2,\text{rif}}) = 0,85$; tuttavia, in via cautelativa, si è deciso di lasciare i valori tali e quali, senza ridurli.

Infine, per quanto riguarda la frequenza di lavorazione dell'impianto, come già detto, l'inceneritore avrà un funzionamento discontinuo, limitato ai giorni feriali (210/220 giorni all'anno), per 10 ore al giorno massime, in un orario compreso in generale nell'intervallo che va dalle 07:00 del mattino alle 19:00 la sera.

In via cautelativa, comunque, si è deciso di modellizzare la ricaduta degli inquinanti per l'intero anno solare (365 giorni), ipotizzando livelli emissivi costanti per tutte le ore dalle 07:00 alle 19:00 (12 ore su 24) ed emissioni nulle durante le rimanenti ore del giorno.



Parametro	Unità di misura	E1
Coordinate del camino (UTM-WGS84 – Zona 32 T)	m	985888 E 4518452 N
Quota della base del camino s.l.m.	m	4
Altezza dello sbocco	m	14
Diametro del camino	m	0,350
Portata dei fumi all'11% di O ₂	Nm ³ /h	2.300
Portata dei fumi al 12,5% di O ₂	Nm ³ /h	2.700
Temperatura media dei fumi	K	428
Velocità di efflusso dei fumi	m/s	12,2
Concentrazione di NO _x (come NO ₂)	mg/Nm ³	200
Concentrazione di CO	mg/Nm ³	50
Concentrazione di SO ₂	mg/Nm ³	50
Concentrazione di Polveri (PTS)	mg/Nm ³	10
Frequenza di funzionamento teorica	ore/g	10
	gg/anno	210-220
Frequenza di funzionamento in input al modello	ore	07:00 ÷ 19:00
	gg/anno	365

Tabella 6: Caratteristiche del camino E1 dell'impianto di incenerimento rifiuti della Trirena S.a.s.



7) ELABORAZIONI

Le elaborazioni effettuate sono illustrate nelle tavole dalla 2 alla 10, riportate in allegato.

Le tavole, rappresentano, per ciascun punto del reticolo di calcolo, il valore di concentrazione degli inquinanti determinato al suolo dalle emissioni dell'impianto di incenerimento rifiuti.

Il modello CALPUFF calcola direttamente solo gli impatti orari. Per ottenere gli impatti su altri periodi di mediazione temporale (media su 8 ore, media su 24 ore, media annuale) si è ricorsi al postprocessore MMS.RunAnalyzer, sviluppato e distribuito sempre da Maind s.r.l., che consente per l'appunto il postprocessamento dei risultati calcolati da vari modelli di calcolo di diffusione di inquinanti in atmosfera. Tale postprocessore consente inoltre di produrre le mappe di isoconcentrazione, con scala cromatica che va dal blu al rosso, e di esportarle direttamente sulle mappe ortofotografiche di Google Earth, tenendo conto delle coordinate del reticolo di calcolo.

Come si può notare dalle tavole, nelle mappe a isolinee il reticolo di calcolo risulta deformato verso i bordi, in particolare lungo i lati Nord ed Ovest; infatti, utilizzando CALPUFF un sistema di coordinate piane (proiezione universale trasversa di Mercatore – UTM), nel trasportare il reticolo sulle immagini satellitari, esso si deforma seguendo la superficie terrestre e tale deformazione è più marcata in corrispondenza dei rilievi montuosi. Inoltre il reticolo appare leggermente schiacciato lungo la direzione Nord/Sud (rispetto alla proporzione di 4 a 3 tra i due lati del reticolo di calcolo), in quanto CALPUFF utilizza come coordinate piane UTM quelle riferite al Fuso 32, mentre Google Earth utilizza le coordinate piane riferite al Fuso 33; la trasformazione tra i due sistemi di coordinate piane tende a deformare il reticolo, stirandolo o accorciandolo lungo le direzioni cardinali.

Le tavole dalla 2 alla 6 riportano, per ciascun inquinante considerato, la distribuzione sull'area di studio dei valori di impatto massimo calcolati, in ogni punto del reticolo, al variare di tutte le situazioni meteorologiche verificatesi nel periodo di riferimento (anno 2015).

L'intervallo di aggregazione temporale su cui è stato valutato l'impatto massimo varia per ciascun inquinante, a seconda del periodo di mediazione temporale rispetto al quale è definito il corrispondente valore limite o di riferimento per la qualità dell'aria (si veda il paragrafo 7.2). Pertanto, per gli Ossidi di Azoto si è considerato



Castelmella (BS), Rif. AMB-16/1384
pag. 30 di 42

l'impatto massimo orario, per il Monossido di Carbonio l'impatto massimo come media su 8 ore, per il Biossido di Zolfo l'impatto massimo sia orario sia giornaliero e per le Polveri (PTS) quello giornaliero.

Le tavole dalla 7 alla 10 mostrano invece la distribuzione dei valori di concentrazione calcolati, in ogni punto del reticolo, come impatti medi su tutte le situazioni meteorologiche riscontrate durante l'anno solare considerato ed interpretabili, quindi, come stime degli impatti medi annuali degli inquinanti nell'area d'indagine.

In realtà tali stime risultano cautelative, se si tiene conto del fatto che i giorni di attività dell'impianto sono solamente 210-220 all'anno e non 365; gli impatti annuali medi dovuti alle ricadute dell'impianto sarebbero di fatto più ridotti.

Per quanto riguarda le impostazioni utilizzate per l'applicazione del modello CALPUFF, sono state adottate quelle di default consigliate dal modello (valutazione dell'effetto scia del camino, valutazione dell'innalzamento graduale del pennacchio, parziale penetrazione del pennacchio, coefficienti di dispersione per aree rurali secondo Pasquill-Guifford e per aree urbane secondo McElroy-Pooler, ...)

Prima di procedere alla discussione dei risultati ottenuti, nel paragrafo seguente vengono illustrati i limiti previsti dalla normativa per la qualità dell'aria, relativamente agli inquinanti considerati, così da poterli poi confrontare con i valori prodotti dalle elaborazioni.

7.1 – Limiti previsti dalla normativa in tema di qualità dell'aria

Di seguito vengono riassunti i valori limite o obiettivo, i livelli critici, di attenzione o di allarme fissati dalla normativa attualmente in vigore in Italia (D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 e D.Lgs. n. 250 del 24/12/2012) per gli inquinanti emessi dal camino E1 considerati nello studio di ricaduta.

Per il Particolato Totale Sospeso la normativa attuale non fissa più alcun valore limite; si può comunque fare riferimento ai valori fissati dai vecchi decreti D.P.C.M. 28/03/83 e D.M. 25/11/94. Tuttavia risulta più utile confrontare i valori di ricaduta calcolati per le Polveri con i valori limite più restrittivi attualmente in vigore per



Castelmella (BS), Rif. AMB-16/1384
pag. 31 di 42

il Particolato Fine (PM₁₀), ovvero la frazione del Particolato Totale costituita da particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm, capaci di penetrare nell'apparato respiratorio e, quindi, più pericolose.

Ossidi di Azoto

NO₂ (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE (µg/m³)</i>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010 D.Lgs. n. 250 24/12/2012	1 ora	200 (da non superare più di 18 volte per anno civile)
<i>Soglia di allarme</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Misura su 3 ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km ² , oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato, nel caso questi siano meno estesi	400
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010 D.Lgs. n. 250 24/12/2012	Anno civile	40
NO_x [come µg di NO₂] (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>Livello critico per la protezione della vegetazione</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010 D.Lgs. n. 250 24/12/2012	Anno civile	30

Monossido di Carbonio

CO (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE (mg/m³)</i>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010 D.Lgs. n. 250 24/12/2012	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10



Biossido di Zolfo

SO₂ (a 293 K, 101,3 kPa)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	1 ora	350 (da non superare più di 24 volte per anno civile)
<i>Soglia di allarme</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Misura su 3 ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km ² , oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato, nel caso questi siano meno estesi	500
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	1 giorno	125 (da non superare più di 3 volte per anno civile)
<i>Livello critico per la protezione della vegetazione</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile e Inverno (1 ottobre – 31 marzo)	20

Particolato Totale Sospeso (PTS)

PTS (a 298 K, 101,3 kPa)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>
<i>Valore limite</i>	D.P.C.M. 28/03/83	Media aritmetica delle concentrazioni giornaliere nell'arco di un anno	150
<i>Valore limite</i>	D.P.C.M. 28/03/83	95° percentile delle concentrazioni giornaliere nell'arco di un anno	300
<i>Livello di attenzione</i>	D.M. 25/11/94	1 giorno	150
<i>Livello di allarme</i>	D.M. 25/11/94	1 giorno	300



Particolato Fine (PM10)

PM10 (condizioni ambientali)			
<i>TIPO</i>	<i>NORMA</i>	<i>PERIODO DI MEDIAZIONE</i>	<i>CONCENTRAZIONE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	1 giorno	50 (da non superare più di 35 volte per anno civile)
<i>Valore limite per la protezione della salute umana</i>	D.Lgs. n. 155 13/08/2010	Anno civile	40

7.2 – Risultati delle elaborazioni

In generale, si può osservare che, per quanto riguarda gli **impatti massimi** (orari, su 8 ore, giornalieri), per tutti gli inquinanti essi risentono della conformazione geografica dell'area circostante il sito dell'impianto di incenerimento.

Considerando che i venti in generale soffiano un po' da tutte le direzioni, la distribuzione degli impatti massimi orari tende ad assumere un aspetto tendenzialmente radiale attorno alla posizione del camino (un po' distorto verso Ovest), con gli inquinanti che diffondono in tutte le direzioni, cominciando a ricadere più significativi oltre i 300 m di distanza circa dal camino stesso. Tuttavia, gli inquinanti tendono a concentrarsi in corrispondenza del margine Sud dei rilievi collinari che si ergono alle spalle del porto, ai piedi dei rilievi, proprio a causa dell'aumentare della quota (il punto di massima ricaduta risulta a circa 800 m di distanza in direzione Nord-Ovest rispetto al camino), ed in corrispondenza del molo situato a Est di quello su cui si trova l'impianto (Molo Manfredi), a causa della differente rugosità superficiale. Spostandosi invece verso il centro abitato di Salerno, a Nord-Est dell'impianto, le concentrazioni diminuiscono rapidamente, risultando in generale all'incirca dimezzate (rispetto ai valori massimi di ricaduta) già a 700-800 m circa di distanza dal camino.

Ancora più velocemente le concentrazioni diminuiscono spostandosi verso Ovest-Sud-Ovest, verso il centro abitato di Vietri sul Mare.

Aumentando poi l'intervallo di aggregazione temporale (8 ore, 24 ore), si manifesta man mano di più l'influenza della rosa dei venti considerata, con venti provenienti principalmente dai rilievi collinari, che, pertanto spingono



gli inquinanti verso il mare. Il massimo di ricaduta si trova in corrispondenza del molo che si protende a Est di quello dell'impianto, a circa 400 m di distanza dal camino, mentre spostandosi verso la montagna a Nord-Ovest e verso i centri abitati di Salerno a Nord-Est e Vietri sul Mare a Ovest-Sud-Ovest, i valori calcolati scendono rapidamente, risultando circa dimezzati (rispetto alle ricadute massime) già lungo la costa.

In ogni caso, gli impatti massimi di ricaduta risultano in generale bassi rispetto ai corrispondenti valori limite su tutto il reticolo di calcolo, anche di 1 o più ordini di grandezza, e diminuiscono abbastanza velocemente spostandosi verso il centro abitato di Salerno.

Andando ora a considerare nel dettaglio gli impatti massimi per i diversi inquinanti, confrontandoli con i valori limite corrispondenti, si possono fare le seguenti osservazioni.

- Ossidi di Azoto (Tavola 2) – Gli impatti massimi orari per gli Ossidi di Azoto risultano contenuti, con un valore massimo di $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, calcolato circa 800 m a Nord-Ovest del camino E1, all'inizio dei rilievi collinari che si ergono alle spalle del porto, pari al 14% del valore limite orario per la protezione della salute umana fissato per il solo Biossido di Azoto ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$); spostandosi verso il centro abitato di Salerno, tali impatti si dimezzano verso l'inizio del centro abitato, per ridursi a qualche $\mu\text{g}/\text{m}^3$ man mano ci si allontana dall'impianto. Gli impatti risultano quindi modesti, se si tiene conto per di più dell'assunzione cautelativa adottata, ovvero considerare che gli Ossidi di Azoto emessi siano costituiti solo da NO_2 , mentre una parte di essi dovrebbe essere costituita da Monossido di Azoto e non da Biossido; di conseguenza, i valori effettivi di concentrazione da confrontare col valore limite sarebbero ancora più bassi di quelli ottenuti dallo studio modellistico.
- Monossido di Carbonio (Tavola 3) – Gli impatti massimi su 8 ore del Monossido di Carbonio risultano molto bassi, con un valore massimo stimato di $0,0018 \text{ mg}/\text{m}^3$, calcolato circa 350 m a Est dalla posizione dell'impianto, di oltre tre ordini di grandezza più piccolo del valore limite nazionale per la protezione della salute umana ($10 \text{ mg}/\text{m}^3$), espresso come media mobile sulle 8 ore massima giornaliera.
- Biossido di Zolfo (Tavola 4 e Tavola 5) – Gli impatti massimi orari risultano bassi, con un valore massimo di $6,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, calcolato circa 800 m a Nord-Ovest del camino E1, 50 volte più piccolo del valore limite orario per la protezione della salute umana ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$); molto bassi sono anche quelli giornalieri, con un valore massimo di $0,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$, calcolato circa 400 m a Est-Nord-Est dell'impianto, di oltre due ordini di grandezza più piccolo del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



- Particolato Totale Sospeso (Tavola 6) – Gli impatti massimi giornalieri risultano molto bassi, con un valore massimo di $0,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, calcolato circa 400 m a Est-Nord-Est dell'impianto. Tale valore massimo risulta di quasi tre ordini di grandezza più piccolo del livello di attenzione giornaliero fissato per il Particolato Totale dal vecchio D.M. 25/11/94 ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e di oltre due ordini di grandezza più piccolo del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, fissato dalla normativa attualmente in vigore per il solo Particolato Fine (PM10).

Nella Tabella 7 vengono riportati in sintesi i valori di impatto massimo calcolati dal modello nei punti di massima ricaduta, specificando, per i punti di massimo, anche le coordinate, secondo il sistema UTM-WGS84 – Zona 32 T.

Impatto massimo				
Inquinante	Periodo di mediazione	Valore massimo calcolato	Coordinate punto di max (m)	Valore limite
NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 ora	28	985300 E; 4519000 N	200
CO (mg/m^3)	8 ore	0,0018	986200 E; 4518500 N	10
SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 ora	6,9	985300 E; 4519000 N	350
	24 ore	0,78	986200 E; 4518600 N	125
PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 ore	0,16	986200 E; 4518600 N	50

Tabella 7: Valori di concentrazione calcolati dal modello come impatti massimi e coordinate dei punti di massima ricaduta.

Per quanto riguarda gli **impatti medi annuali**, la loro distribuzione mostra una forte dipendenza dalla rosa dei venti. I venti provenienti prevalentemente dai rilievi collinari, in particolare dalle direzioni Ovest e Ovest-Sud-Ovest in corrispondenza del Molo 3 gennaio, fanno sì che le distribuzioni di tutti gli inquinanti si allunghino verso Est, sul mare, determinando nuovamente un punto di massima ricaduta in corrispondenza del Molo Manfredi, che si estende a Est di quello dell'impianto, a circa 400 m di distanza in direzione Est-Nord-Est dal camino stesso. Inoltre, rispetto al massimo di ricaduta, i valori calcolati diminuiscono rapidamente spostandosi verso il centro abitato di Salerno, ridotti a circa un terzo già in corrispondenza delle prime abitazioni sulla costa.



Gli impatti medi risultano comunque in generale molto bassi su tutto il reticolo di calcolo, per tutti gli inquinanti, anche di 2 o 3 ordini di grandezza più piccoli rispetto ad eventuali valori limite annuali imposti dalla normativa nazionale. Nel confrontarli con tali limiti, va ancora ricordato che gli impatti medi sono stati calcolati considerando 365 giorni di attività dell'impianto all'anno, anziché 210-220, e che, pertanto, andrebbero di fatto ulteriormente ridotti.

Andando a considerare nel dettaglio i valori assoluti di tali impatti medi per i diversi inquinanti, confrontandoli con gli eventuali valori di riferimento corrispondenti, si possono fare le seguenti osservazioni.

- Ossidi di Azoto (Tavola 7) – Gli impatti medi degli Ossidi di Azoto risultano bassi, con un valore massimo di $0,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Al di là della composizione reale degli Ossidi di Azoto emessi, che implicherebbe probabilmente concentrazioni effettive ancora più basse di quelle calcolate dal modello, tali valori risultano di oltre un ordine di grandezza inferiori tanto al valore limite annuo per la protezione della salute umana fissato per il solo Biossido di Azoto ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), quanto al livello critico per la protezione della vegetazione valido per gli Ossidi Totali ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Monossido di Carbonio (Tavola 8) – Gli impatti medi di Monossido di Carbonio stimati sono molto bassi, con un valore massimo di $0,00017 \text{ mg}/\text{m}^3$, ovunque di almeno tre ordini di grandezza più piccoli rispetto ai tipici valori medi di concentrazione riscontrabili in aria ambiente per tale inquinante (generalmente dell'ordine di qualche decimo di mg/m^3).
- Biossido di Zolfo (Tavola 9) – Gli impatti medi di Biossido di Zolfo stimati sono molto bassi, con un valore massimo di $0,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, due ordini di grandezza più piccolo del livello critico annuale e invernale fissato dalla normativa per la protezione della vegetazione ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Particolato Totale Sospeso (Tavola 10) – Gli impatti medi di Particolato stimati sono molto bassi, con un valore massimo di $0,033 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tre ordini di grandezza più piccolo del valore limite annuale per la protezione della salute umana fissato dalla normativa attuale per il solo Particolato Fine (PM10), pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nella Tabella 8 vengono riportati in sintesi i valori di impatto medio annuali calcolati dal modello nei punti di massima ricaduta, specificando, per il punto di massimo, anche le coordinate, secondo il sistema UTM-WGS84 – Zona 32 T.



Impatto medio annuo			
Inquinante	Valore massimo calcolato	Coordinate punto di max (m)	Valore limite
NO _x (µg/m ³)	0,66	986200 E; 4518600 N	40
CO (mg/m ³)	0,00017	986200 E; 4518600 N	/
SO ₂ (µg/m ³)	0,17	986200 E; 4518600 N	20
PTS (µg/m ³)	0,033	986200 E; 4518600 N	40

Tabella 8: Valori di concentrazione calcolati dal modello come impatti medi sul periodo invernale, nei punti di massima ricaduta e nei recettori sensibili.

Per valutare appieno l'impatto sulla qualità dell'aria dell'impianto di incenerimento, bisognerebbe tenere conto della **situazione di fondo degli inquinanti** di interesse caratteristica della zona considerata, cui le emissioni dell'inceneritore andranno a sommarsi.

Pur non avendo a disposizione dati di fondo relativi all'area del porto, sul sito dell'ARPA Campania (www.arpacampania.it) è possibile comunque reperire (per Biossido di Azoto, Monossido di Carbonio e PM10) alcuni dati statistici della qualità dell'aria relativi alle centraline della rete di monitoraggio regionale, tra cui tre centraline collocate nel centro urbano di Salerno: la stazione SA21 (Scuola Pastena Monte), situata nel quartiere Pastena, nella parte Sud-Est del centro abitato di Salerno; la stazione SA22 (A.S.L. Salerno), situata in via Nizza, proprio sul limitare Est dell'area di studio; la stazione SA23 (Scuola Osvaldo Conti), situata in via Buonservizi, qualche centinaio di metri in direzione Nord-Nord-Est rispetto all'area di studio.

Nella Tabella 9 vengono riportati in sintesi, per le tre centraline e gli inquinanti in questione, i valori medi annuali rilevati negli anni 2013 e 2014 e, per PM10 e NO₂, il numero di superamenti all'anno del corrispondente valore limite giornaliero od orario.



Inquinante	Stazione ARPA	Valore medio annuale		Superamenti limite orario/giornaliero	
		2013	2014	2013	2014
NO ₂ (µg/m ³)	SA21	34	28	0	0
	SA22	40	42	0	0
	SA23	43	42	11	0
CO (mg/m ³)	SA22	1,4	1,3	/	/
PM10 (µg/m ³)	SA21	46	23	92	15
	SA22	44	29	75	23

Tabella 9: Valori di concentrazione medi annuali e numero di superamenti dei limiti orario/giornaliero rilevati per gli inquinanti PM10, NO₂ e CO dalle stazioni ARPA di Salerno.

Analizzando i dati disponibili, si possono fare solamente alcune considerazioni generiche.

Per il Biossido di Azoto, si osserva che le concentrazioni medie annuali rilevate dalle stazioni ARPA sono già appena superiori al valore limite annuale di 40 µg/m³; in compenso, l'impatto medio annuale calcolato dal modello di ricaduta in corrispondenza del centro abitato (< 0,24 µg/m³) è pari a meno dell'1% di tale valore di fondo.

Discorso analogo vale per il PM10, per il quale il valore medio annuale nel 2013 è risultato di poco superiore al limite annuale di 40 µg/m³ mentre nel 2014 è risultato inferiore; in ogni caso, l'impatto medio annuale calcolato dal modello in corrispondenza del centro abitato (< 0,012 µg/m³) è di tre ordini di grandezza più piccolo rispetto a tali valori di fondo.

Anche per il Monossido di Carbonio, l'impatto medio calcolato sul centro abitato risulta di quattro ordini di grandezza più piccolo del valore di fondo rilevato dalle stazioni ARPA.

Per quanto riguarda, infine, gli altri inquinanti emessi dal camino E1, non considerati direttamente nello studio di ricaduta in quanto per essi non esistono specifici valori limite della qualità dell'aria, per completezza vengono riportati nella Tabella 10 gli impatti massimi orari e medi annuali che, a partire da un valore di emissione pari al limite di emissione imposto dal D.Lgs. 46/2014 (si vedano le Tabelle 4 e 5), sono calcolati nel corrispondente punto di massima ricaduta. Tali impatti, infatti, possono essere semplicemente derivati a partire dalle ricadute massime di uno degli inquinanti considerati nello studio, tenendo conto del rapporto tra i valori limite di emissione dei diversi inquinanti.



Inquinante	Unità di misura	Impatto massimo orario Massima ricaduta	Impatto medio annuo Massima ricaduta
COT	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,4	0,033
HCl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,4	0,033
HF	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,14	0,0033
NH ₃	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,2	0,099
Somma metalli	ng/m^3	70	1,7
Cd+Tl	ng/m^3	7,0	0,17
Hg	ng/m^3	7,0	0,17
Pb	ng/m^3	28	0,66
IPA	ng/m^3	1,4	0,033
PCDD+PCDF	pg/m^3	0,014	0,00033
PCB-DL	pg/m^3	0,014	0,00033

Tabella 10: Impatti massimi orari ed impatti medi annuali calcolati nei punti di massima ricaduta per gli inquinati emessi dal camino E1 non considerati nelle elaborazioni diffusive.



8) CONCLUSIONI

L'applicazione dei modelli di calcolo CALMET (modello meteorologico) e CALPUFF (modello diffusivo a *puff*) ha permesso di stimare l'impatto sull'aria ambiente che dovrebbe essere prodotto dalla ricaduta degli inquinanti emessi dal camino E1 dell'impianto di incenerimento di rifiuti urbani e speciali non pericolosi della Trirena S.a.s., sito nel porto commerciale di Salerno, al Molo 3 gennaio.

Di tutti gli inquinanti prodotti dal processo di combustione dell'impianto, sono stati presi in considerazione per le elaborazioni solo quelli per i quali esistono degli espliciti valori limite di qualità dell'aria su base oraria, di 8 ore o giornaliera: gli Ossidi Totali di Azoto (NO_x); il Monossido di Carbonio (CO); il Biossido di Zolfo (SO_2); le Polveri.

Per questi inquinanti, come concentrazioni di emissione sono stati considerati i valori limite di emissione giornalieri fissati dal D.Lgs. 46/2014, in quanto tali valori non possono essere superati, essendo predisposto per l'impianto un blocco automatico del funzionamento all'avvicinarsi delle concentrazioni degli inquinanti, monitorati in continuo, al corrispondente valore limite.

Nella scelta delle impostazioni da utilizzare per l'implementazione del modello si sono adottate sempre, qualora necessario, ipotesi cautelative, in modo da poter ritenere che i risultati dell'elaborazione modellistica rappresentino situazioni peggiorative rispetto a quelle che potrebbero effettivamente realizzarsi.

In conseguenza della conformazione geografica dell'area di indagine considerata e della rosa dei venti tipica della zona, i punti di massima ricaduta risultano collocati ai piedi dei rilievi collinari che si innalzano alle spalle del porto di Salerno ed in corrispondenza del Molo Manfredi, a Est di quello su cui è situato l'impianto.

I valori di ricaduta in corrispondenza del centro abitato di Salerno risultano almeno dimezzati rispetto a quelli di massima ricaduta, diminuendo man mano ci si allontana dalla costa.

In ogni caso, tanto gli impatti massimi (orari, su 8 ore o giornalieri) quanto quelli medi annuali di tutti gli inquinanti risultano bassi, di uno, due o anche tre ordini di grandezza più piccoli degli eventuali corrispondenti



Castelmella (BS), Rif. AMB-16/1384
pag. 41 di 42

valori limite fissati in ambito della qualità dell'aria e dei valori medi di fondo degli inquinanti caratteristici del centro abitato di Salerno.

Si può quindi concludere che gli effetti della ricaduta dei fumi emessi dal camino E1 dell'impianto di incenerimento della Trirena S.a.s. possano essere considerati di bassa rilevanza.

Dott. Luigi Carbut



Castelmella (BS), Rif. AMB-16/1384
pag. 42 di 42

NOTA BIBLIOGRAFICA

- FINZI G., PIROVANO G., VOLTA M. – *Gestione della qualità dell'aria* – McGrawHill, Milano 2001.
- UNI 10796: *Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi – Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici* – Ente Nazionale Italiano di Unificazione, Milano 2000.
- CTN-ACE.: *La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria* – APAT 2003.
- CTN-ACE: *I modelli per la valutazione e gestione della qualità dell'aria: normativa, strumenti, applicazioni* – APAT 2004.
- ARPA Campania – www.arpacampania.it