



ArcelorMittal

Relazione Tecnica

Studio modellistico per la valutazione della
prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 in
due diversi scenari - Stabilimento di
Taranto. Aggiornamento

Giugno 2020

Progetto No. 0514365

Dettagli documento	
Titolo	Relazione Tecnica
Sottotitolo	Studio modellistico per la valutazione della prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 in due diversi scenari - Stabilimento di Taranto. Aggiornamento
Progetto No.	0514365
Data	Giugno 2020
Versione	0.0
Autore	ERM Italia
Cliente	Arcelor Mittal Italia

Storia document

Versione	Revisione	Autore	Revisionato da	Approvazione ERM		Commenti
				Nome	Data	
Draft	00	ERM Italia	Jacopo Signorini	Alessandro Battaglia	Giugno 2020	N/A

Firme

Giugno 2020

Relazione Tecnica

Studio modellistico per la valutazione della prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 in due diversi scenari - Stabilimento di Taranto.
Aggiornamento



Alessandro Battaglia
Partner



Jacopo Signorini
Project Manager

ERM Spa
Via San Gregorio,38
20124 Milano
T: +39 02674401

www.erm.com/italy

© Copyright 2020 by ERM Worldwide Group Ltd and/or its affiliates ("ERM").
All rights reserved. No part of this work may be reproduced or transmitted in any form,
or by any means, without the prior written permission of ERM.

INDICE

INDICE	I
1. INTRODUZIONE.....	1
1.1 Scopo del Lavoro.....	1
1.2 Introduzione allo studio modellistico	2
1.3 Nota metodologica	3
2. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO	5
3. STUDIO MODELLISTICO	6
3.1 I modelli utilizzati.....	7
3.2 Domini di Calcolo.....	9
3.3 Condizioni meteorologiche.....	11
3.4 Scenario Emissivo	16
3.5 Descrizione di dettaglio dei parametri di simulazione	18
3.6 Gestione Elementi Architettonici Interni al Sito Produttivo	19
4. RISULTATI	21
5. CONCLUSIONI.....	28
6. BIBLIOGRAFIA.....	29
APPENDIX A PRESCRIZIONE 6: STATO DI AVANZAMENTO	31

Indice delle Figure

Figura 2.1 Rappresentazione dell'area di studio e del perimetro dell'impianto	5
Figura 3.1 Diagramma a blocchi del sistema modellistico Aria/Impact 3D utilizzato.....	7
Figura 3.2 Domini di calcolo orizzontali utilizzati per le simulazioni di meteorologia e dispersione.....	10
Figura 3.3 Mappa di uso del suolo relativa al dominio meteorologico di calcolo.....	11
Figura 3.4 Domini di calcolo innestati per le simulazioni MINNI 2007	12
Figura 3.5 Dettaglio dell'estensione del dominio "Sud Italia" MINNI del 2007 e del posizionamento del dominio meteorologico per le simulazioni condotte (quadrato rosso).....	12
Figura 3.6 Dettaglio del dominio meteorologico e della copertura dei dati MINNI 2007 (punti in nero) "Sud Italia"	13
Figura 3.7 Rosa dei venti annuale 2007 – dati anemometro San Vito (sinistra) e MINNI (destra).....	14
Figura 3.8 Rosa dei venti annuale 2007 – dati diurni anemometro di San Vito (in alto, sinistra) e MINNI (in alto, destra) dati notturni anemometro San Vito (in basso, sinistra) e MINNI (in basso, destra)	15
Figura 3.9 Rappresentazione Temporale Differimento Implementazione Prescrizione 6	17
Figura 4.1 Concentrazioni medie annuali in prossimità del suolo di PM ₁₀ generate dalle emissioni considerate (areali fredde e approfondimento relativo alle sorgenti oggetto della Prescrizione 6). Scenario 1 – Scenario 2.....	22
Figura 4.2 90.4 percentile delle medie giornaliere di concentrazione in prossimità del suolo di PM ₁₀ generate dalle emissioni considerate (areali fredde e approfondimento relativo alle sorgenti oggetto della Prescrizione 6). Scenario 1 – Scenario 2.....	24
Figura 4.3 Concentrazioni medie annuali in prossimità del suolo di PM _{2.5} generate dalle emissioni considerate (areali fredde e approfondimento relativo alle sorgenti oggetto della Prescrizione 6). Scenario 1 – Scenario 2.....	26

Studio modellistico per la valutazione della prescrizione 6 del DPCM del
29/9/2017 in due diversi scenari - Stabilimento di Taranto. Aggiornamento

Acronimi e abbreviazioni

ARPA Puglia	Agenzia Regionale di Protezione dell'Ambiente della regione Puglia
CdS	Conferenza dei Servizi
MATTM	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
MINNI	Modello Integrato Nazionale per la Negoziazione Internazionale
RAMS	Regional Atmospheric Modeling System

1. INTRODUZIONE

Con l'emanazione del DPCM del 29/9/2017¹ è stata confermata la Prescrizione n. 6 del precedente DPCM 14/03/2014² che prescrive al Gestore dello stabilimento siderurgico di Taranto (ArcelorMittal Italia, di seguito AMI) la realizzazione degli interventi finalizzati alla chiusura dei nastri trasportatori e cadute secondo quanto riportato nell'Allegato 17 (Cronoprogramma degli Interventi di Chiusura Nastri e Cadute) della domanda di AIA il quale fissa come termine ultimo per la realizzazione degli stessi la data del 31 maggio 2020.

In relazione quindi alla scadenza prevista dalla suddetta Prescrizione 6, AMI intende valutare il conseguimento dei benefici ambientali connessi all'attuazione di tale prescrizione pur in mancanza di totale chiusura entro il 31 maggio 2020. La mancata completa chiusura entro il 31 maggio 2020 è dovuta, tra l'altro, all'impatto dell'emergenza sanitaria in atto, come meglio dettagliato dalla nota AMI di accompagnamento alla relazione "Studio modellistico per la valutazione della Prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 in due diversi scenari - Stabilimento di Taranto" presentata a Maggio 2020 e discussa in occasione della Conferenza dei Servizi (CDS) del 26/05/2020.

A seguito della suddetta CDS è stata emanato il DM MATTM n.115 del 29/05/2020 il cui articolo 1 richiede un ulteriore approfondimento dello studio già presentato, per cui, il presente studio rappresenta un aggiornamento dello "Studio modellistico per la valutazione della prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 in due diversi scenari - Stabilimento di Taranto" presentato nel mese di Maggio 2020 nel senso indicato da ARPA Puglia con la nota n. 32432 del 25/05/2020.

In particolare, lo studio è stato ulteriormente sviluppato rispetto alla sua versione precedente al fine di approfondire la valutazione dell'impatto prodotto dalle emissioni della parte residuale di strutture oggetto della Prescrizione 6 aperta dopo il 31/05/2020, nei termini richiesti da Arpa Puglia e dettagliati nei successivi paragrafi.

Come nella precedente versione dello studio, solo per opportunità di calcolo sull'anno si è fatta prima l'ipotesi di una chiusura al 31 dicembre 2020 della parte residuale di nastri e torri ancora aperte presenti in stabilimento. Tale calcolo ha quindi considerato uno scenario temporale che prevede uno sfasamento di 7 mesi nel 2020 rispetto all'implementazione della Prescrizione 6 al 31 maggio 2020. Per analogia le stesse valutazioni sono state applicate all'anno 2021 ipotizzando un'implementazione della Prescrizione 6 al 31 luglio 2021 la quale prevede quindi 7 mesi nel 2021 per la finalizzazione degli interventi previsti.

1.1 Scopo del Lavoro

Al fine di verificare eventuali differenze non sostanziali in termini di possibili ricadute ambientali determinate da un differimento del termine ultimo degli interventi previsti dalla Prescrizione 6 del DPCM 29/9/2017, è stato predisposto uno studio modellistico (presentato nella Conferenza dei Servizi (CDS) del 26/05/2020) che consenta di valutare le differenze in termini di emissioni e di dispersioni in atmosfera delle polveri da sorgenti areali fredde generate su base annuale dallo stabilimento ArcelorMittal di Taranto per i due seguenti scenari:

- (Scenario 1) come da prescrizione originaria, ovvero con implementazione completa della Prescrizione 6 al 31 maggio 2020;
- (Scenario 2) scenario con mantenimento delle attuali strutture ancora aperte sull'anno per i restanti 7 mesi del 2020 (31 maggio 2020 → 31 dicembre 2020), con implementazione delle misure di mitigazione indicate all'art. 3, comma 3 lett. b del DM MATTM n. 115 del 29/05/2020. Per analogia lo Scenario 2 è stato considerato rappresentativo anche di un'implementazione

¹ Approvazione delle modifiche al Piano delle misure e delle attività di tutela ambientale e sanitaria di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 14 marzo 2014, a norma dell'articolo 1, comma 8.1., del decreto-legge 4 dicembre 2015, n. 191, convertito, con modificazioni, dalla legge 1° febbraio 2016, n. 1

² Approvazione del piano delle misure e delle attività di tutela ambientale e sanitaria, a norma dell'articolo 1, commi 5 e 7, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 61, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2013, n. 89

della Prescrizione 6 al 31 luglio 2021, ovvero considerando, su base annuale (in questo caso il 2021) 7 mesi durante i quali le strutture sono ancora aperte.

In risposta alla richiesta di adeguamento avanzata dal MATTM (ref. Articolo 1 del DM MATTM n. 115 del 29/05/2020) nel senso indicato nella nota di ARPA Puglia del 25/05/2020, il presente studio introduce le seguenti modifiche rispetto alla sua versione precedente presentata nel mese di Maggio 2020:

- è simulata la dispersione delle polveri generate dalle sole sorgenti areali fredde dell'impianto (con un'ulteriore simulazione di approfondimento relativa alle sole sorgenti oggetto dalla prescrizione) senza considerare le polveri emesse dai camini e dalle sorgenti areali calde;
- la simulazione della dispersione di polveri in atmosfera è condotta all'interno di un dominio di calcolo aggiornato, caratterizzato da una maggior risoluzione spaziale in modo da focalizzare l'analisi sulle aree più prossime ai confini dell'impianto caratterizzato;
- la simulazione ha introdotto un maggior dettaglio spaziale nella rappresentazione dei punti di caduta oggetto della Prescrizione 6, i quali rappresentano, come previsto dal protocollo 1 approvato con DPCM 29.09.2017, le sorgenti di emissioni diffuse di tali attività;
- lo Scenario 2, ovvero lo scenario emissivo con mantenimento delle attuali strutture ancora aperte dopo il 31/05/2020, considera l'implementazione delle misure di mitigazione (sistemi di umidificazione del materiale) prescritti dal DM MATTM n. 115 del 29/05/2020.

Ai fini di tale valutazione è stato realizzato uno studio modellistico tramite modello di dispersione in atmosfera SPRAY a sua volta parte della suite di calcolo Aria/Impact 3D.

Lo studio è stato sviluppato con il supporto della società ARIANET S.r.l. specializzata nella modellizzazione delle emissioni in atmosfera la quale si è occupata della impostazione ed esecuzione delle simulazioni mediante l'applicazione del modello SPRAY descritto in dettaglio nel successivo Capitolo 3).

È importante evidenziare come lo studio di dispersione, per la sua tipologia di modello di elaborazione, non tiene conto degli ostacoli oggi presenti che si frappongono tra lo stabilimento siderurgico e il centro abitato. Oggi sono presenti le strutture, alte circa 80 mt, di copertura dei parchi minerali e fossili, che si collocano tra lo stabilimento ed il centro abitato ed ovviamente rappresentano una barriera fisica contro la diffusione di eventuali polveri proveniente dallo stabilimento e proprio dalla movimentazione dei materiali.

1.2 Introduzione allo studio modellistico

Lo studio descrive l'impatto in atmosfera, su base annuale, delle emissioni di polveri generate dalle sorgenti areali fredde dello stabilimento siderurgico ArcelorMittal di Taranto. L'impatto viene stimato attraverso campi di concentrazione in prossimità del suolo, ottenuti mediante l'utilizzo di simulazioni modellistiche di dispersione in atmosfera, che tengono conto del contributo multiplo delle diverse tipologie di sorgenti emissive presenti nell'impianto.

La stima delle emissioni diffuse fredde di polveri è stata effettuata secondo i codici di calcolo previsti dalla procedura n. 1 del Piano di Monitoraggio e Controllo di luglio 2016 approvata dalle Autorità e richiamata all'articolo 4 comma 1 del DPCM 29/09/2017.

Per la realizzazione delle simulazioni di dispersione è stato utilizzato il modello di dispersione Lagrangiano a particelle SPRAY, particolarmente adatto alla descrizione della dispersione atmosferica in condizioni di terreno complesso o in presenza di forti discontinuità territoriali (interfaccia terra-mare) come quelle presenti nel sito in esame. Il medesimo modello è attualmente in dotazione presso l'Agenzia Regionale di Protezione dell'Ambiente (ARPA) della regione Puglia, che lo utilizza per i propri scopi istituzionali, tra i quali la realizzazione di studi di impatto delle emissioni dallo stabilimento siderurgico. In particolare, tale modello è stato impiegato per le elaborazioni funzionali all'aggiornamento della Valutazione del Danno Sanitario effettuate dagli enti competenti nell'ambito

Studio modellistico per la valutazione della prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 in due diversi scenari - Stabilimento di Taranto. Aggiornamento

del procedimento di riesame AIA avviato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con decreto direttoriale n. 188 del 27 maggio 2019 ed il suo utilizzo nell'ambito di questa tipologia di simulazioni ritenuto adeguato da tutte le autorità coinvolte.

Le simulazioni hanno considerato due scenari, che si differenziano per le emissioni dalle sorgenti oggetto della Prescrizione 6 del DPCM 29/9/2017 a seconda che l'implementazione degli interventi definiti dalla prescrizione siano realizzati entro il 31 maggio 2020 oppure considerando un differimento di 7 mesi valutato su base annuale. In particolare in questo secondo caso è stato considerato anche il contributo determinato dall'implementazione di misure di abbattimento delle polveri (sistemi di umidificazione delle tramogge) prescritte dall'art. 3, comma 3 lett. b del DM MATTM n. 115 del 29/05/2020.

Lo scenario meteorologico è relativo all'intero anno 2007, ricostruito a frequenza oraria su un dominio meteorologico di 35 x 35 km² centrato sulla zona urbanizzata della città di Taranto alla risoluzione orizzontale di 500 m sulla base dei dati al suolo ed in quota dedotti dalle simulazioni del progetto MINNI (Modello Integrato Nazionale per la Negoziazione Internazionale), realizzato con il finanziamento del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) i cui dati sono gestiti da ENEA. Tale scenario meteorologico è stato altresì utilizzato da ARPA Puglia per lo studio dell'impatto emissivo dello stabilimento nel procedimento di aggiornamento della VDS sopra citato.

Con riferimento al. Articolo 1 del DM MATTM n. 115 del 29/05/2020 il nuovo studio è stato sviluppato su un nuovo dominio di calcolo con dimensioni di 10 x 10 km e con risoluzione spaziale di maggior dettaglio pari a 100 m.

Al fine di focalizzare ulteriormente lo studio sulla tipologia di emissioni interessate dalla Prescrizione 6 è stato considerato il contributo delle sorgenti areali fredde nella configurazione di impianto alla capacità produttiva annuale di 6 Mton di acciaio, coerentemente con quanto sviluppato e trasmesso da AMI al MATTM nell'estate 2019 (Nota AMI Dir.418 del 25 luglio 2019) nell'ambito del sopra citato procedimento di aggiornamento della VDS, rivisto nella quota parte di emissioni influenzate dall'implementazione della Prescrizione 6.

1.3 Nota metodologica

Per la realizzazione delle simulazioni relative al contributo emissivo dalle sorgenti oggetto della Prescrizione 6 nei due scenari considerati:

- è stata utilizzata la medesima metodologia considerate da ARPA Puglia per studi precedenti di impatto delle emissioni dello stabilimento, come ad esempio la Valutazione di Danno Sanitario ai sensi del Decreto 24 Aprile 2013. In particolare, si condividono i campi meteorologici, i modelli (meteorologico e di dispersione) e le principali impostazioni considerate per il loro utilizzo. Il dominio di simulazione della dispersione delle polveri in atmosfera e la risoluzione orizzontale sono state modificate in accordo a quanto richiesto dall'Articolo 1 del DM MATTM n. 115 del 29/05/2020;
- la stima delle emissioni di polveri da sorgenti areali fredde per i due scenari analizzati è stata effettuata usando come riferimento i flussi di massa dichiarati da AMI nel documento "Relazione descrittiva relativa all'applicazione della metodologia di stima delle emissioni diffuse in atmosfera dello stabilimento ArcelorMittal Italia di Taranto" trasmesso al MATTM nel luglio 2019 ed inserendo le variazioni dovute all'applicazione della Prescrizione 6 nei due orizzonti temporali valutati (implementazione entro Maggio 2020, implementazione entro Dicembre 2020). La stima delle emissioni diffuse di polveri è stata effettuata secondo i codici calcolo previsti dalla procedura n. 1 del Piano di Monitoraggio e Controllo di luglio 2016 approvata dalle Autorità e richiamata all'articolo 4 comma 1 del DPCM 29/09/2017.

Studio modellistico per la valutazione della prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 in due diversi scenari - Stabilimento di Taranto. Aggiornamento

- Una valutazione per analogia con quanto descritto al precedente punto di un differimento nell'implementazione della Prescrizione 6 al 31 luglio 2021 la quale prevede anch'essa un periodo di 7 mesi su base annuale, come meglio descritto al Paragrafo 3.4 (Scenario emissivo).

Lo studio è stato quindi sviluppato mantenendo la massima coerenza in termini di strumenti e metodologie di calcolo già adottate in passato e concordate con le autorità tecniche competenti e implementando le specifiche richieste avanzate dalle Autorità a seguito della CdS del 26/05/2020.

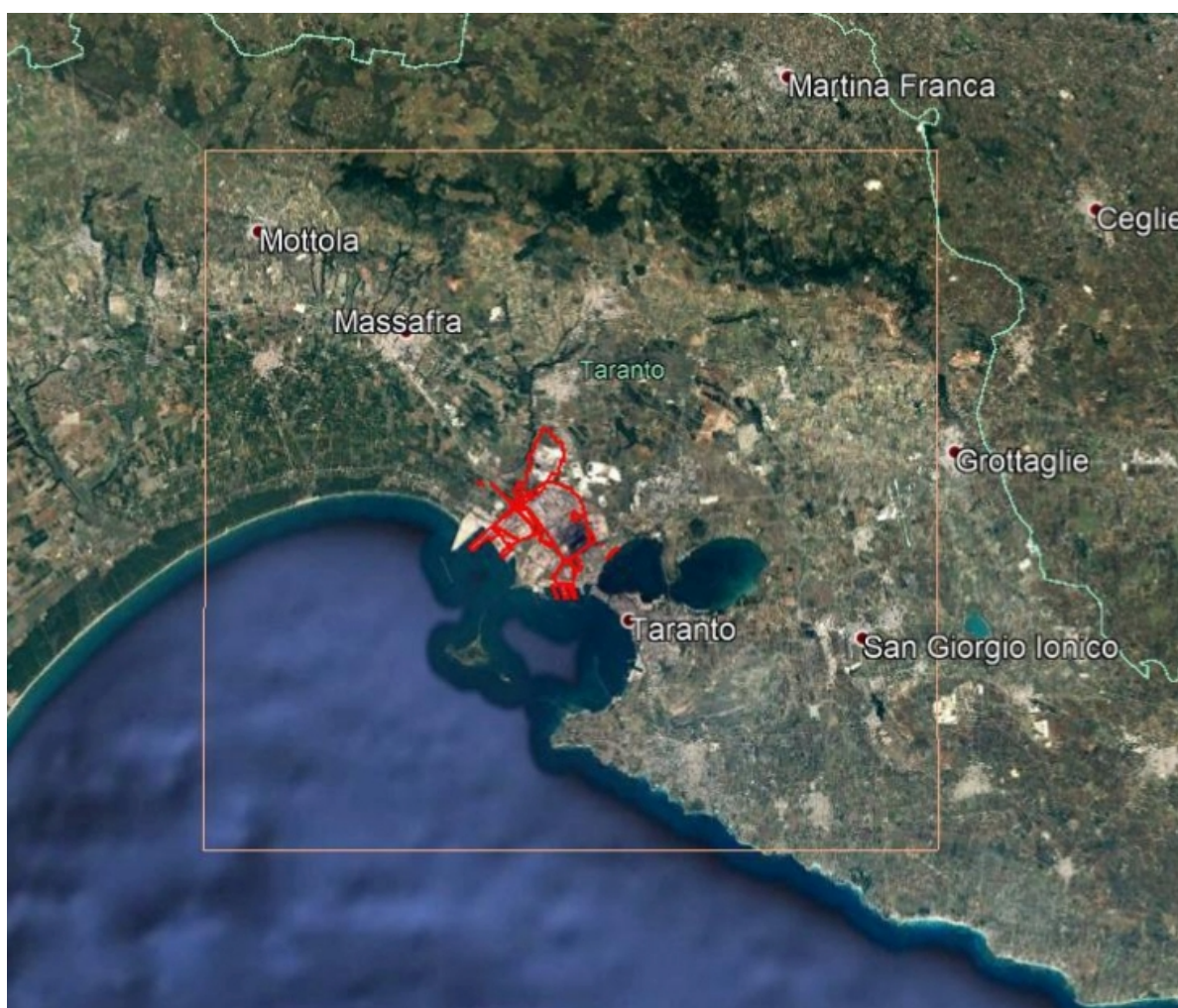
2. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

L'area di studio, identificata in Figura 2.1, è caratterizzata dalla presenza di una certa complessità determinata dalla presenza dell'interfaccia costiera Ionica, diretta principalmente lungo la direzione da Nord Ovest verso Sud Est. Questa caratteristica determina la presenza di regimi anemologici tipicamente di brezza terra-mare, resi piuttosto complessi dall'irregolarità della linea di costa. In corrispondenza della città di Taranto, la regolarità dell'interfaccia costiera viene infatti interrotta dalla presenza del golfo e degli specchi d'acqua interna del Mar Piccolo e Mar Grande.

L'impianto, il cui perimetro è rappresentato in rosso in figura, si trova a Nord Ovest rispetto alla zona urbanizzata della città di Taranto e confina con una parte di essa.

Complessivamente, nella zona non sono presenti complessità orografiche significative. Spostandosi in direzione Nord, l'altitudine sul livello del mare risulta su valori intorno a 450 m a circa 25 km dalla costa.

Figura 2.1 Rappresentazione dell'area di studio e del perimetro dell'impianto



3. STUDIO MODELLISTICO

Il presente capitolo riporta una descrizione dello studio modellistico condotto con riferimento a:

- la descrizione del sistema modellistico utilizzato;
- la definizione del dominio di simulazione;
- gli input modellistici (che comprendono sia la meteorologia che le emissioni di polveri);
- le parametrizzazioni e assunzione modellistiche specifiche dello studio.

La dispersione degli inquinanti in atmosfera è di norma simulata con modelli relativamente semplici, basati sulla soluzione gaussiana dell'equazione di avvezione-diffusione ottenibile in ipotetiche condizioni omogenee e stazionarie. Questa metodologia consente di affrontare in modo agevole studi su periodi temporali relativamente lunghi, permettendo il calcolo degli standard di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente relativi a diversi inquinanti. Le simulazioni con i modelli gaussiani forniscono, in alcune situazioni critiche, risultati poco realistici per diversi motivi, tra i quali si possono citare l'impossibilità di riprodurre le situazioni di calme di vento e l'incapacità di seguire correttamente l'evoluzione temporale dei fenomeni di brezza e di ricircolo di inquinante, caratterizzati da condizioni di forte non omogeneità e non stazionarietà.

Per questo specifico studio, la complessità meteorologica del sito in esame, che determina l'innescarsi di condizioni meteo diffusive non omogenee a causa della presenza della discontinuità terra –mare, ha reso necessario l'utilizzo di una modellistica tridimensionale di tipo avanzato in grado cioè di riprodurre realisticamente le variazioni spaziali e temporali sia del campo di moto che dei diversi regimi di turbolenza atmosferica potenzialmente presenti.

Il sistema modellistico tridimensionale di simulazione scelto è principalmente costituito da un modello di tipo lagrangiano a particelle, che si presta a fornire una ricostruzione accurata della distribuzione spaziale locale degli inquinanti primari emessi dall'impianto di AMI di Taranto.

Lo scenario meteorologico è stato ricostruito ricostruito a partire dal dataset del progetto MINNI, prodotto dal modello prognostico a mesoscala RAMS (Regional Atmospheric Modeling System) per l'anno 2007, considerato come periodo di riferimento. Il sistema modellistico contiene la cascata di modelli della suite Aria/Impact 3D, evoluzione del sistema Aria/Industry, costituita dai codici Swift-SurfPro-SPRAY, di cui viene data una descrizione più dettagliata nei paragrafi successivi. Relativamente alle emissioni dello stabilimento ArcelorMittal, tale catena modellistica permette di gestire i seguenti transitori delle variabili meteo diffusive:

- evoluzione spaziale e temporale dei fenomeni di brezza con i diversi regimi di turbolenza sul mare e sulla terra;
- cambiamenti di direzione e di intensità del vento con la quota;
- dispersione anche in situazione di calma di vento con riproduzione dei fenomeni di stagnazione e di accumulo.

L'approccio utilizzato consente quindi di rispondere adeguatamente alle esigenze di descrizione della dispersione nel sito in esame, attraverso la ricostruzione di campi di concentrazione su scala locale a cadenza oraria, con durata delle simulazioni complessiva pari ad un anno. La scelta di condurre le simulazioni sull'intero anno è finalizzata al calcolo, a partire dai risultati delle simulazioni, dei valori statistici di confronto con i limiti della normativa vigente sulla qualità dell'aria per gli inquinanti d'interesse.

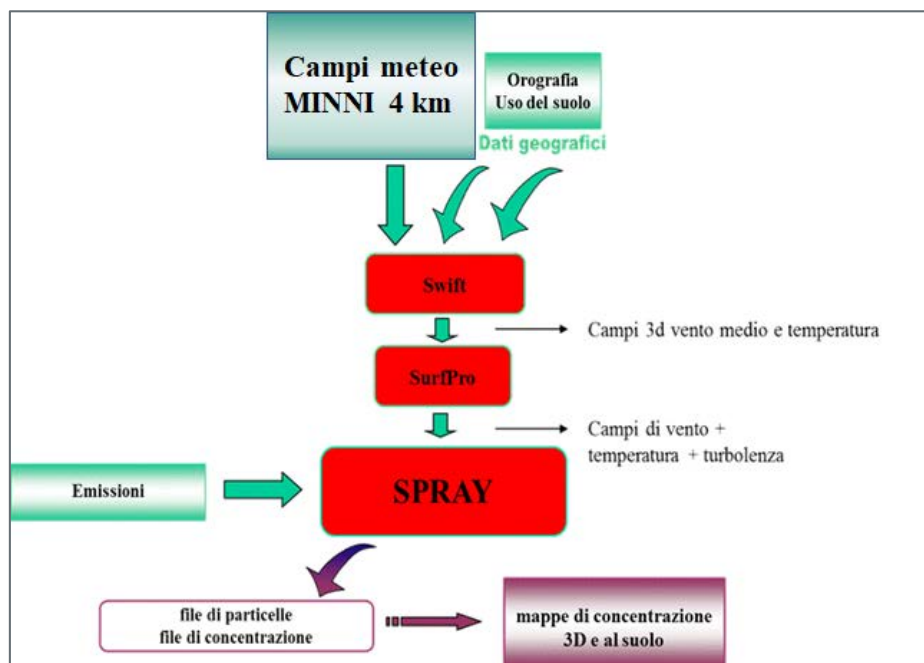
3.1 I modelli utilizzati

La suite di programmi Aria/Impact 3D utilizzata per la realizzazione delle simulazioni connette in cascata, a partire dai dati meteorologici del dataset MINNI i seguenti codici di calcolo:

- il programma **Swift** per la ricostruzione diagnostica dei campi di vento su terreno complesso;
- il codice **SurfPro 3** per la ricostruzione dei campi di turbolenza, e
- il modello di dispersione lagrangiano a particelle **SPRAY 3.1**.

La Figura 3.1 illustra la connessione tra i diversi moduli della suite modellistica e i principali dati di input/output.

Figura 3.1 Diagramma a blocchi del sistema modellistico Aria/Impact 3D utilizzato



Il modello Swift, sviluppato da EDF e ARIA Technologies S.A. (Aria Technologies, 2010, Finardi et al. 1998) è un codice “mass-consistent” di tipo diagnostico in grado di ricostruire i campi tridimensionali di vento e temperatura.

Per la ricostruzione del campo di vento, il modello opera essenzialmente in due fasi:

- nella prima effettua l'interpolazione sul dominio di calcolo tridimensionale dei dati di vento forniti in input;
- nella seconda, detta di analisi oggettiva, applica il principio fluidodinamico di conservazione della massa ad ogni cella del dominio e produce un campo di vento definito aggiustato.

La ricostruzione dei campi di temperatura avviene attraverso una procedura di interpolazione basata su metodi Cressman. Scopo del modello Swift è di adattare alle caratteristiche orografiche locali alla risoluzione target i dati meteorologici in input, in questo caso provenienti dalle simulazioni prognostiche del sistema MINNI.

Il codice SurfPro 3, sviluppato da ARIANET S.r.l. (Silibello, 2006, ARIANET, 2015), è un preprocessore micrometeorologico in grado di ricostruire le variabili che descrivono la turbolenza atmosferica su terreno complesso, necessarie in input a modelli di dispersione.

Il codice riceve in input i campi tridimensionali di vento e temperatura generati dal codice Swift, eventuali variabili meteorologiche disponibili sul territorio in esame (quali ad esempio la nuvolosità ora per ora disponibile dai campi provenienti da un modello prognostico) e la matrice di dati di uso del suolo, su un grigliato orizzontale corrispondente a quello dei dati di vento. Ciò consente di considerare la non omogeneità orizzontale del terreno nella risposta alla forzante radiativa solare e la conseguente disomogeneità nei campi di turbolenza che si vengono a determinare.

Il modello, attraverso diversi schemi di parametrizzazione della turbolenza consolidati in letteratura, ricostruisce campi bidimensionali delle seguenti variabili:

- altezza di rugosità z_0 ;
- altezza dello strato limite notturno o dello strato limite convettivo diurno H_{mix} ;
- velocità di frizione u^* ;
- altezza di Monin-Obukhov L ;
- velocità convettiva di scala w^*
- eventuali velocità di deposizione secca per specie chimiche gassose e particolato.

SurfPro stima la velocità di deposizione secca mediante un modello resistivo che considera l'inverso della somma delle diverse resistenze determinate dalla superficie. Il programma tiene inoltre conto sia dell'inclinazione dei pendii rispetto a quella dei raggi solari che degli effetti d'ombra presenti a causa dell'eventuale mascheramento provocato dall'orografia.

Spray 3.1 sviluppato da ARIANET S.r.l. e ARIA Technologies S.A. (Tinarelli et al., 1994, 1999, 2019) è un modello tridimensionale per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera in grado di tenere conto delle variazioni del flusso e della turbolenza atmosferica sia nello spazio (condizioni disomogenee) che nel tempo (condizioni non stazionarie). È in grado di ricostruire campi di concentrazione determinati da sorgenti puntiformi, lineari, areali o volumetriche.

L'inquinante è simulato da "particelle virtuali" il cui movimento è definito sia dal vento medio locale che da velocità casuali che riproducono le caratteristiche statistiche della turbolenza atmosferica. In questo modo, differenti parti del pennacchio emesso possono "vedere" differenti condizioni atmosferiche, permettendo simulazioni più realistiche in condizioni difficili da riprodurre con modelli tradizionali (calma di vento, inversione di temperatura con la quota, impatto con orografia complessa, dispersione in siti con forti discontinuità spaziali tipo terra-mare o città-campagna).

Le equazioni di moto delle particelle, funzioni della posizione e della velocità di ogni particella, dipendono dalle caratteristiche della turbolenza e dallo schema risolutivo utilizzato. SPRAY 3.1 implementa gli schemi indicati da Thomson (1984, 1987).

Il modello tiene inoltre conto dell'eventuale risalita di pennacchi caldi emessi da ciminiere di impianti industriali, secondo lo schema sviluppato da Anfossi (1993).

Il modello è inoltre in grado di simulare i fenomeni di deposizione secca ed umida. La deposizione secca viene simulata mediante un metodo di rimozione probabilistico orientato alla particella, derivato dalla soluzione dell'equazione di Fokker-Planck (Boughton et al., 1987) che impone una condizione al contorno al suolo tale da garantire, in ogni intervallo di tempo Δt , che il flusso di deposizione sia proporzionale alla concentrazione al suolo, secondo un coefficiente rappresentato dalla velocità di deposizione. La massa rimossa dalla particella viene accumulata nella cella sottostante consentendo il calcolo dei flussi di deposizione per ogni specie considerata. La deposizione umida viene calcolata in presenza di precipitazione ipotizzando che, in ogni intervallo di tempo Δt , vi sia un decadimento o rimozione della massa di una specie associata alla particella secondo una legge esponenziale dipendente da un coefficiente di washout specifico per ogni specie chimica o diametro del particolato e dal rateo temporale di precipitazione.

3.2 Domini di Calcolo

Il dominio di simulazione della meteorologia, copre un'area di 35x35 km² ed ha le seguenti caratteristiche:

- 71 punti nella direzione x;
- 71 punti nella direzione y;
- 500 m di risoluzione spaziale;
- Coordinate UTM fuso 33 WGS84 del punto SW di griglia pari a 670.0 km E, 4470.0 km N.

Su questo grigliato orizzontale vengono generati i campi meteorologici. L'estensione verticale del dominio di simulazione per la ricostruzione meteorologica è pari a 5000 m, con i 15 seguenti livelli di calcolo espressi in metri sopra l'orografia: 0, 20, 50, 94, 156, 243, 364, 530, 755, 1061, 1461, 2020, 2751, 3720, 5000.

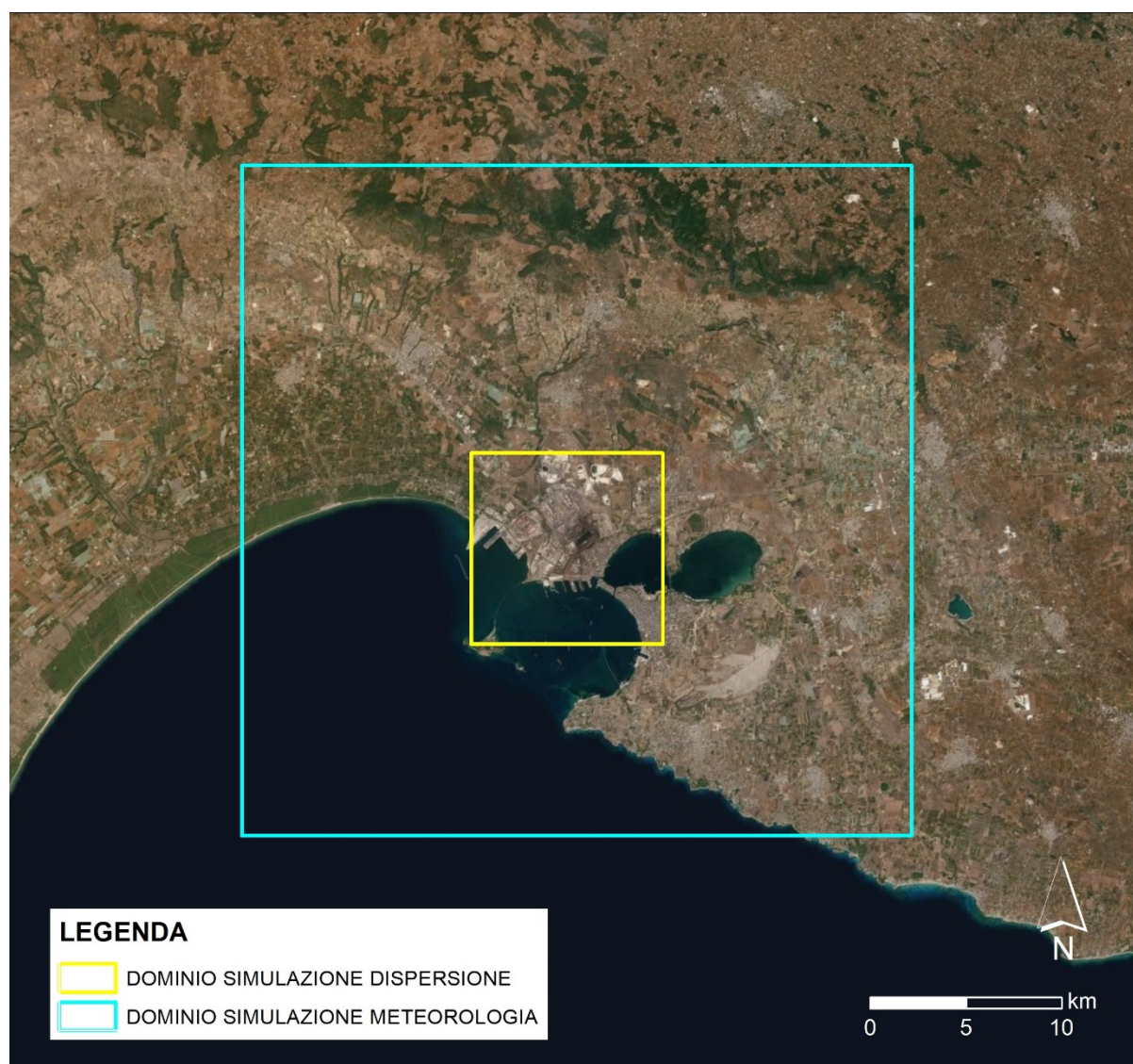
Il dominio di simulazione della dispersione in atmosfera delle polveri, tramite modello SPRAY, innestato all'interno del dominio meteorologico sopra definito, copre un'area di 10x10 km² ed ha le seguenti caratteristiche:

- 101 punti nella direzione x;
- 101 punti nella direzione y;
- 100 m di risoluzione spaziale;
- Coordinate UTM fuso 33 WGS84 del punto SW di griglia pari a 682.0 km E, 4480.0 km N.

La scelta di ridurre l'area di simulazione della dispersione rispetto allo studio precedente deriva dalla volontà di focalizzare l'analisi sull'area maggiormente impattata dalle emissioni generate dall'impianto, come richiesto anche da ARPA Puglia.

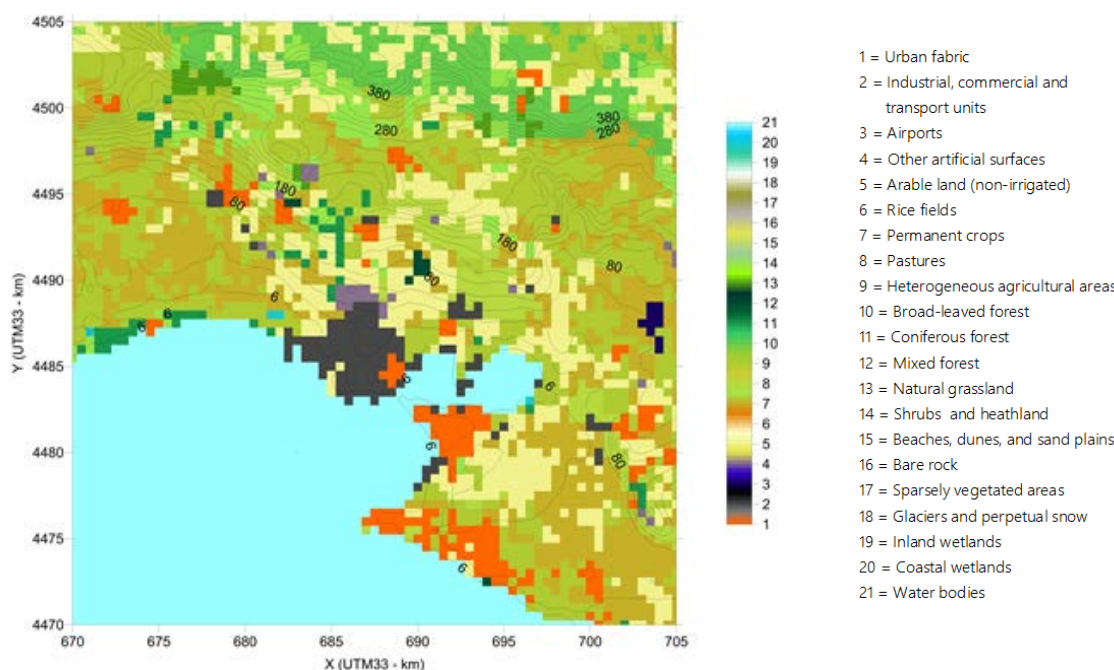
Il dominio meteorologico e di simulazione sono rappresentati in Figura 3.2.

Figura 3.2 Domini di calcolo orizzontali utilizzati per le simulazioni di meteorologia e dispersione



All'interno di questo dominio di calcolo tridimensionale vengono generati, attraverso i codici meteorologici Swift e SurfPro 3, i campi di vento medio, temperatura e turbolenza pronti per l'utilizzo con il codice di dispersione lagrangiano a particelle Spray 3.1, utilizzando le informazioni di uso del suolo derivate dal dataset CORINE a 44 classi (EEA Data Service, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/external/corine-land-cover-2012>), mediante una riclassificazione a 21 classi illustrata nella seguente figura.

Figura 3.3 Mappa di uso del suolo relativa al dominio meteorologico di calcolo

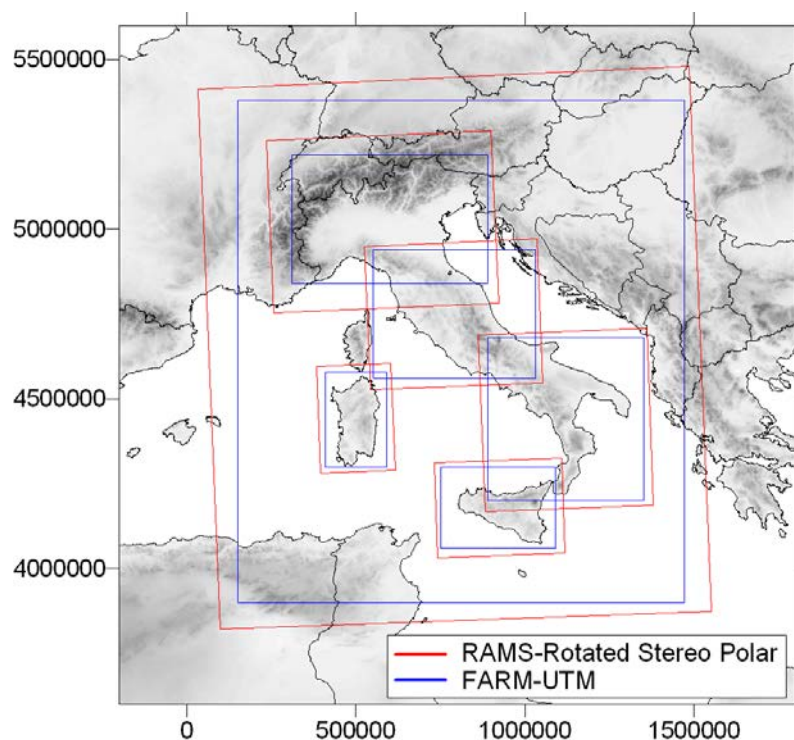


3.3 Condizioni meteorologiche

Il dataset meteorologico di input è basato sui campi prodotti attraverso procedure modellistiche all'interno del progetto MINNI per l'anno 2007. Il progetto MINNI (Modello Integrato Nazionale per la Negoziazione Internazionale, Zanini, 2009) contiene i risultati di un sistema modellistico in grado di ricostruire a diverse scale il trasporto, la dispersione e le trasformazioni chimiche di inquinanti sull'intero territorio italiano. La meteorologia per l'anno 2007 è stata prodotta attraverso l'applicazione del modello meteorologico prognostico RAMS (Regional Atmospheric Modeling System, versione 6.0, <http://atmet.com>, Walko and Tremback, 1995), in modalità previsione mediante un sistema di griglie innestate a diverse risoluzioni. RAMS è un codice numerico a mesoscala e a scala regionale sviluppato presso la Colorado State University e dalla divisione ASTER della Mission Research Corporation per la simulazione e la previsione dei fenomeni meteorologici (Pielke et al., 1992). L'approccio prognostico si basa sulla soluzione delle equazioni di termodinamica che governano l'atmosfera e tramite opportune tecniche di nudging viene in parte guidato dalle osservazioni al suolo disponibili.

I campi meteorologici tridimensionali MINNI 2007 utilizzati nel presente lavoro sono forniti ad una risoluzione orizzontale di 4 km ed ottenuti mediante simulazioni innestate con un modello meteorologico prognostico ad area limitata, su diversi domini (si veda la Figura 3.4, nella quale i domini meteorologici utilizzati sono rappresentati dai rettangoli blu) tra i quali il dominio denominato "Sud Italia". La figura riporta sia i domini meteorologici (in rosso) che quelli per la ricostruzione della qualità dell'aria (in blu) utilizzati nel progetto.

Figura 3.4 Domini di calcolo innestati per le simulazioni MINNI 2007



Il dominio MINNI “Sud Italia” copre interamente la zona di simulazione, come indicato nelle due seguenti figure che rappresentano sia globalmente che nel dettaglio la copertura dei punti MINNI 2007 “Sud Italia” sul dominio meteorologico.

Figura 3.5 Dettaglio dell'estensione del dominio “Sud Italia” MINNI del 2007 e del posizionamento del dominio meteorologico per le simulazioni condotte (quadrato rosso)

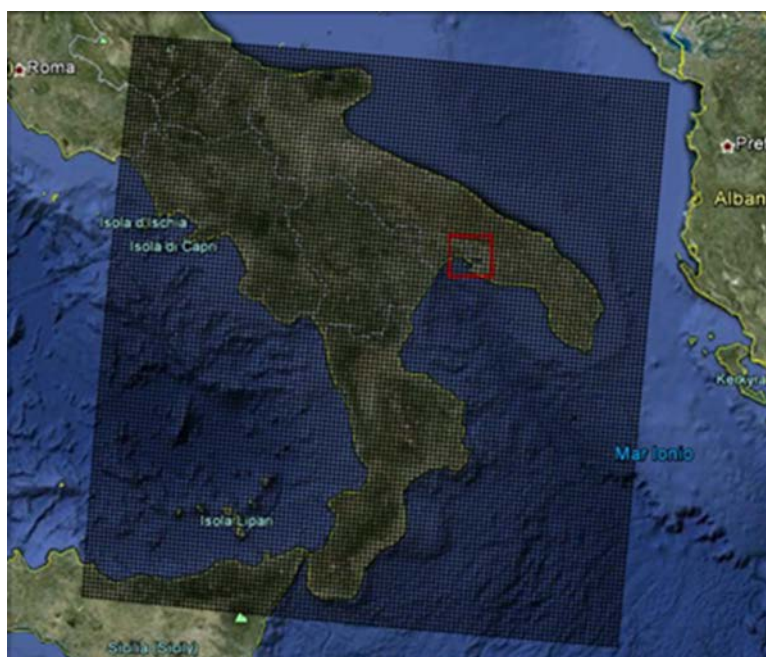
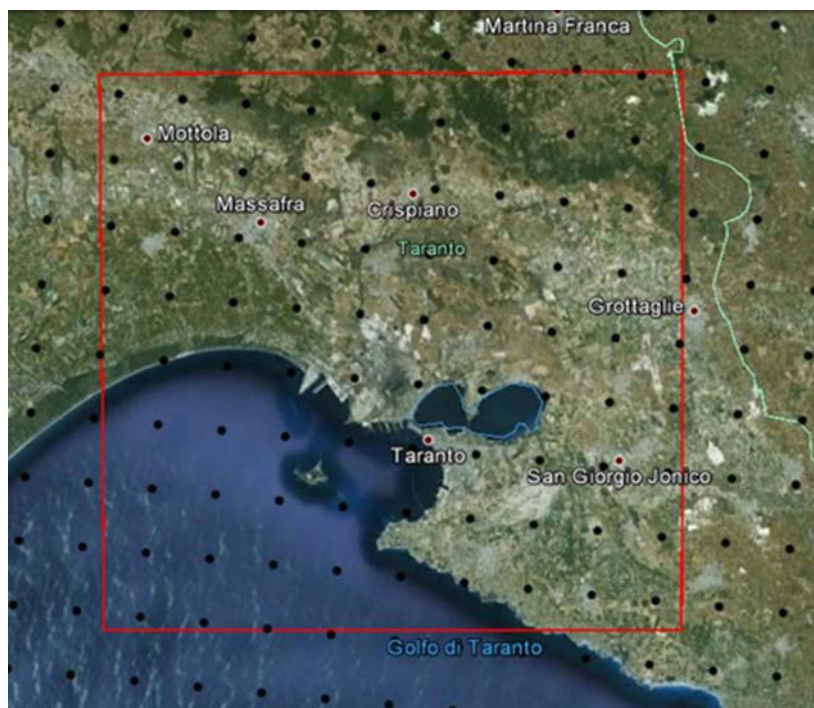


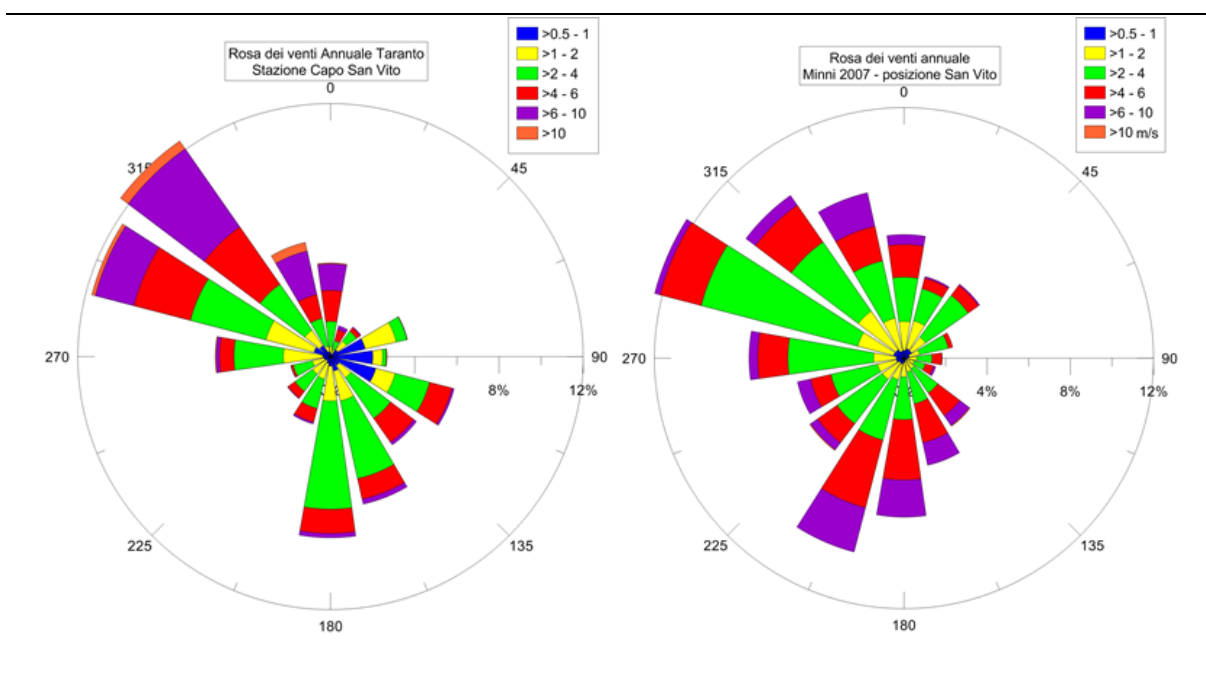
Figura 3.6 Dettaglio del dominio meteorologico e della copertura dei dati MINNI 2007 (punti in nero) "Sud Italia"



È stato effettuato un confronto dei dati MINNI con i dati dell'anemometro di San Vito, reso disponibile da ARPA Puglia per l'intero anno 2007 in corrispondenza della posizione dell'anemometro alla stessa quota sull'orografia. Le rose dei venti annuali relative all'intero periodo annuale, rispettivamente per il dato sperimentale e le simulazioni MINNI sono visibili nelle figura seguente. È evidente la corrispondenza statistica tra le misure e le simulazioni MINNI 2007, i dati modellati conservano infatti le principali caratteristiche del flusso nella zona con direzioni principali da Sud (brezza diurna) durante il giorno e da Nord-Ovest nelle ore notturne, garantendo la ricostruzione di uno scenario realistico su lungo periodo.

Studio modellistico per la valutazione della prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 in due diversi scenari - Stabilimento di Taranto. Aggiornamento

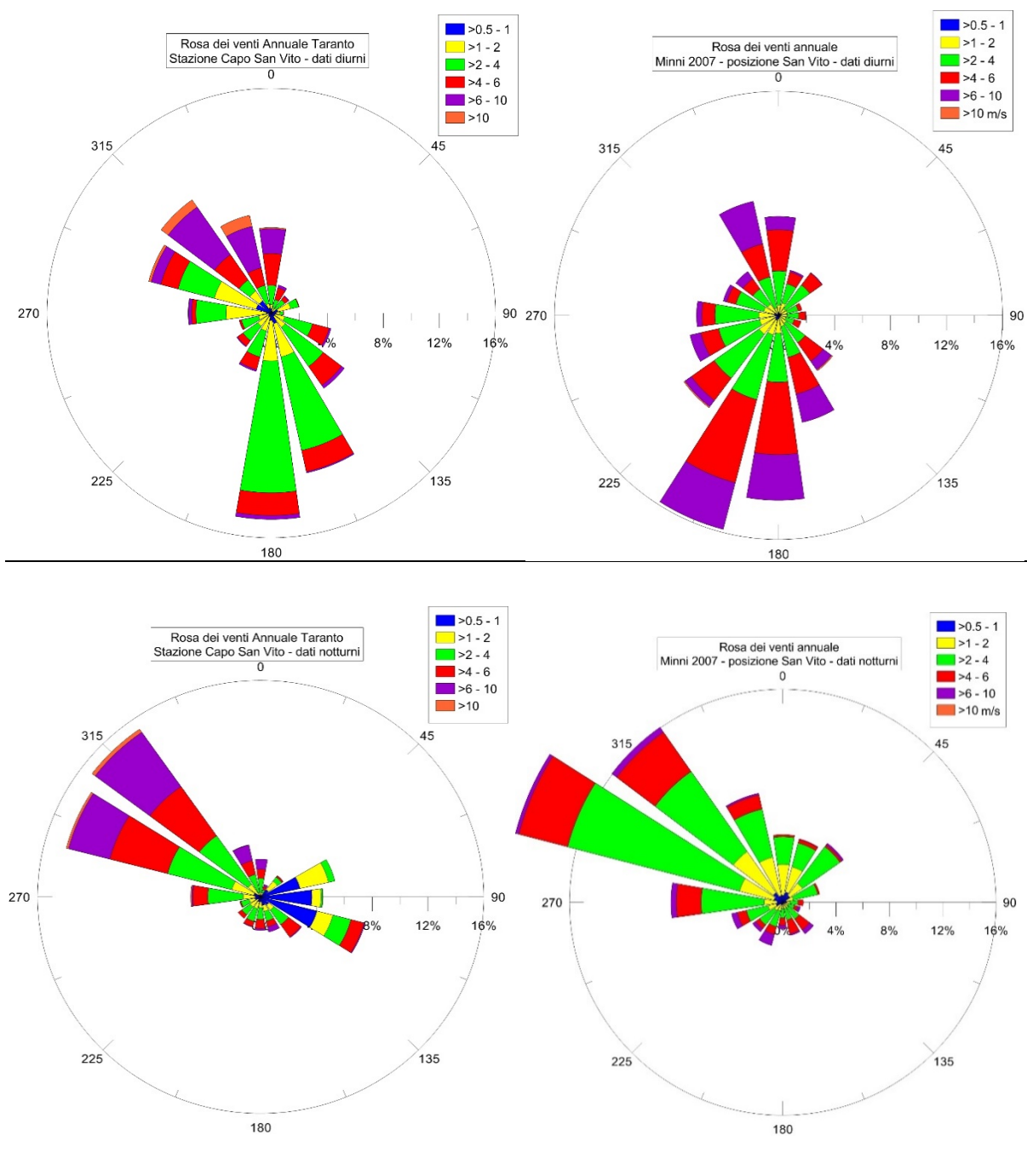
Figura 3.7 Rosa dei venti annuale 2007 – dati anemometro San Vito (sinistra) e MINNI (destra)



Ciò è ulteriormente confermato, nella seguente figura, dal confronto tra le rose dei venti misurate e modellate, suddivise nei periodi diurno e notturno.

Studio modellistico per la valutazione della prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 in due diversi scenari - Stabilimento di Taranto. Aggiornamento

Figura 3.8 Rosa dei venti annuale 2007 – dati diurni anemometro di San Vito (in alto, sinistra) e MINNI (in alto, destra) dati notturni anemometro San Vito (in basso, sinistra) e MINNI (in basso, destra)



I dati relativi al dataset MINNI (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione internazionale sui temi dell'Inquinamento atmosferico realizzato con il finanziamento del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e con l'assistenza specialistica di ARIANET e IIASA) sono stati utilizzati su base oraria a partire dal 1/1/2007 00:00 fino al 31/12/2007 24:00 e sono stati resi disponibili dall'enea l'ENEA.

3.4 Scenario Emissivo

Al fine di focalizzare ulteriormente lo studio sulla tipologia di emissioni interessate dalla Prescrizione 6 è stato considerato il contributo delle sorgenti areali fredde dell'impianto in un assetto produttivo dello stabilimento di Taranto di 6 milioni di tonnellate di acciaio all'anno, usando come riferimento i flussi di massa e le metodiche di calcolo dichiarati e presentati da AMI nel documento *"Relazione descrittiva relativa all'applicazione della metodologia di stima delle emissioni diffuse in atmosfera dello stabilimento ArcelorMittal Italia di Taranto"* condiviso e trasmesso al MATTM con nota AMI Dir.418 del 25 luglio 2019. La stima delle emissioni diffuse di polveri è stata effettuata secondo i codici calcolo previsti dalla procedura n. 1 del Piano di Monitoraggio e Controllo di Luglio 2016 approvata dalle Autorità e richiamata all'articolo 4 comma 1 del DPCM 29/09/2017.

In particolare, sono stati considerati i flussi di massa di PTS da sorgenti diffuse "fredde", ovvero stoccaggi, cadute nastri, cadute di carico/scarico mezzi e movimentazione stradale, come da *"Relazione descrittiva relativa all'applicazione della metodologia di stima delle emissioni diffuse in atmosfera dello stabilimento ArcelorMittal Italia di Taranto"*, al netto dei flussi di massa associati agli interventi di mitigazione già completamente attuati e declinato nei due scenari di implementazione della Prescrizione 6 considerati, ovvero:

- (Scenario 1) come da prescrizione originaria, ovvero con implementazione completa della Prescrizione 6 al 31 maggio 2020;
- (Scenario 2) scenario con mantenimento delle attuali strutture ancora aperte sull'anno per i restanti 7 mesi del 2020 (31 maggio 2020 → 31 dicembre 2020), con implementazione delle misure di mitigazione indicate all'art. 3, comma 3 lett. b del DM MATTM n. 115 del 29/05/2020.

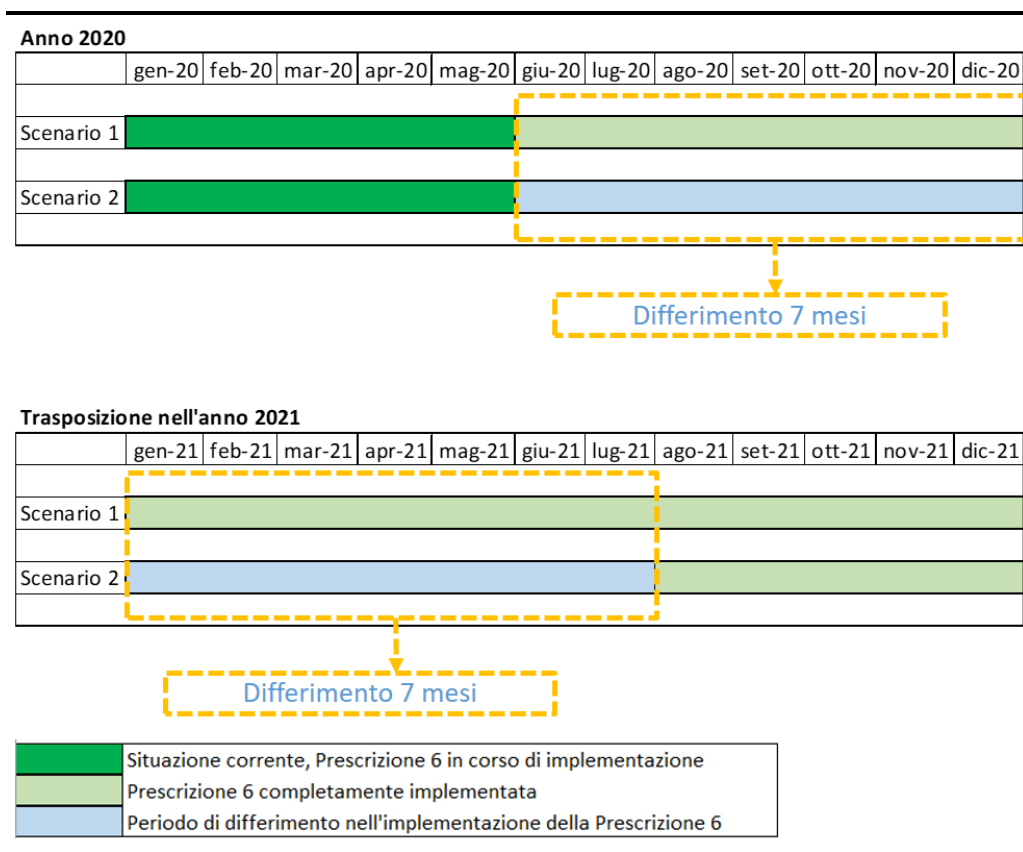
Per analogia lo Scenario 2 è stato considerato rappresentativo anche di un'implementazione della Prescrizione 6 al 31 luglio 2021, ovvero considerando, su base annuale (in questo caso il 2021) 7 mesi durante il quale le strutture sono ancora aperte.

Come anticipato, lo Scenario 2 ha considerato l'implementazione, che sarà attuata da AMI nei termini previsti dal DM 115 del 29/05/2020, di misure tecnico gestionali per prevenire e mitigare la dispersione di polveri quali sistemi di bagnatura/umidificazione/nebulizzazione del materiale transitante dalle cadute oggetto della Prescrizione 6. La simulazione delle emissioni che possono generarsi dalle torri di trasferimento materiali (cadute) ha tenuto conto di tale azione applicando un fattore di abbattimento delle polveri pari al 50% in conformità a quanto previsto per la stima delle emissioni diffuse di polveri con i codici calcolo previsti dalla procedura n. 1 del Piano di Monitoraggio e Controllo di luglio 2016 approvata dalle Autorità e richiamata all'articolo 4 comma 1 del DPCM 29/09/2017.

Le strutture dove sono allocate attrezzature indispensabili per il funzionamento del trasporto con nastri (come i tamburi di rinvio degli stessi), sebbene oggetto di lavori di chiusura e incluse nel cronoprogramma degli interventi associati alla prescrizione, non contribuiscono alla stima poiché non rappresentano punti di trasferimento del materiale perché non vi è passaggio degli stessi.

La differenza tra i due scenari, esclusivamente associata al differimento della chiusura delle cadute oggetto di prescrizione 6, ammonta a circa il 4% delle polveri emesse dalle sorgenti areali fredde dell'impianto. Tale differenza è rappresentativa, su base annuale, di un periodo di differimento pari a 7 mesi nell'implementazione della Prescrizione 6 e, per analogia tra il 2020 ed il 2021, gli effetti in termini emissivi e dispersivi di tale differimento sono stati valutati anche in caso di completamento della Prescrizione 6 al 31 luglio 2021. La successiva figura riporta in formato grafico come le valutazioni sopra espresse si sviluppino su base annua in termini temporali.

Figura 3.9 Rappresentazione Temporale Differimento Implementazione Prescrizione 6



Le attività oggetto della Prescrizione 6 e per cui è richiesto il differimento della chiusura sono state considerate nella simulazione utilizzando l'ubicazione e la quota di emissione specifiche di ciascun punto.

Le altre sorgenti areali fredde sono state simulate considerando l'ubicazione e la geometria utilizzate nella precedente versione dello studio e già utilizzate da ARPA Puglia nel contesto della Valutazione di Danno Sanitario. La simulazione è stata condotta assumendo una modulazione temporale costante durante l'anno, al netto delle emissioni associate all'implementazione della Prescrizione 6. In Allegato 1 allo studio è riportato un aggiornamento dello stato attuale di implementazione della Prescrizione 6 (alla data di emissione della presente relazione).

Inoltre, lo studio ha previsto un'ulteriore simulazione di approfondimento rispetto alle sole sorgenti oggetto della Prescrizione 6.

Si precisa che per tutte le emissioni considerate nello studio la simulazione ha considerato le frazioni specifiche di PM₁₀ e PM_{2.5}, anziché il totale delle polveri emesse. Ciò è stato possibile grazie all'applicazione dei fattori di ripartizione della granulometria presenti in letteratura (ref. AP-42, *Compilation of Air Pollutant Emissions Factors*, US Environmental Protection Agency) ed utilizzati negli allegati inerenti la stima delle emissioni diffuse fredde.

3.5 Descrizione di dettaglio dei parametri di simulazione

Il modello diagnostico Swift viene applicato per ricostruire il campo di vento e temperatura alla risoluzione orizzontale di 500 m sul dominio target ovvero una parte dell'informazione meteorologica ad alta risoluzione per l'intero anno 2007 necessaria al modello SPRAY. Il codice calcola i campi a risoluzione oraria per tutto il periodo annuale.

Il modello di dispersione Spray 3.1, per determinare il trasporto degli inquinanti emessi in atmosfera oltre alle caratteristiche del vento che domina il trasporto in direzione orizzontale richiede che siano definite le caratteristiche della turbolenza atmosferica, cioè dei moti disordinati che hanno origine sia meccanica che termica e che favoriscono, in condizioni di instabilità, la dispersione anche nella direzione verticale.

La turbolenza può essere descritta attraverso opportune variabili fisiche dette 'di scala', che hanno il compito di riassumerne le principali caratteristiche. Tali variabili sono:

- u^* o velocità di frizione, che descrive gli effetti legati alla turbolenza di tipo 'meccanico', dovuti alla presenza di ostacoli superficiali o variazioni con la quota della velocità del vento (shear);
- H_{mix} o altezza dello strato limite, che rappresenta lo strato adiacente al suolo variabile nel tempo e nello spazio all'interno del quale avvengono i principali fenomeni turbolenti generati dall'interazione del flusso atmosferico con la superficie, e dove vengono in genere immesse le sostanze inquinanti;
- L o lunghezza di Monin-Obukhov che rappresenta un indicatore della stabilità atmosferica. Un'atmosfera stabile tende ad un minore rimescolamento e dispersione delle sostanze emesse, al contrario un'atmosfera instabile è caratterizzata da una maggiore efficienza dispersiva. Valori negativi vicini allo zero sono rappresentativi di un'atmosfera instabile in condizioni convettive diurne, valori positivi piccoli sono invece caratteristici di un'atmosfera stabile tipicamente notturna;
- w^* o velocità convettiva di scala che rappresenta una misura dell'intensità della turbolenza nelle ore più calde in presenza di forte irraggiamento solare.

I campi di queste variabili vengono ricostruiti ora per ora su tutto il dominio mediante l'utilizzo del preprocessore SurfPro, tenendo conto delle disomogeneità orizzontali indotte dalla presenza di differenti caratteristiche di uso del suolo e utilizzando le variabili medie costruite dal codice Swift.

In particolare, per il calcolo del flusso di calore sensibile alla superficie è stato utilizzato lo schema iterativo di bilancio energetico suggerito da Holtslag e van Ulden (1983), mentre per il calcolo della velocità di frizione sono stati utilizzati gli schemi suggeriti da Holtslag van Ulden (1983) nelle situazioni neutre ed instabili diurne e da Venkatram (1980) e Weil e Brower (1983) nelle situazioni stabili e notturne.

Per il calcolo della lunghezza di Monin-Obukhov e dell'altezza dello strato limite, nelle condizioni diurne convettive viene utilizzato uno schema dovuto a Carson (1973), mentre in condizioni neutre e stabili vengono utilizzati gli schemi sviluppati da Venkatram (1980).

Per la gestione della simulazione di dispersione il modello Spray 3.1 utilizza:

- schemi di equazioni differenziali stocastiche dovute a Thomson (1987) per definire le velocità turbolente delle particelle computazionali;
- campi tridimensionali di vento e temperatura a 500 m di risoluzione, forniti dal codice Swift;
- campi bidimensionali di turbolenza, H_{mix} , u^* , L , w^* forniti dal codice SurfPro;
- dati di emissione, costituiti da una sequenza di informazioni sulla geometria delle sorgenti areali, sulle quantità in questo caso di PM_{10} e $PM_{2.5}$ espresse in massa/tempo emesse da ciascuna sorgente e sul quantitativo di particelle computazionali da emettere nell'unità di tempo. Ad ogni particella viene attribuita una quantità di sostanza dipendente dal flusso emissivo considerato.

Per completare la simulazione su base annua, i modelli vengono richiamati in cascata con frequenza oraria. All'interno di ogni ora vengono inserite nel dominio di calcolo per ogni sorgente un numero di particelle sufficienti per garantire una risoluzione minima (contributo in concentrazione di una singola particella computazionale), inferiore a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il $\text{PM}_{2.5}$ nelle celle per il calcolo della concentrazione al suolo, delle dimensioni di $100 \times 100 \times 10 \text{ m}^3$. In questo modo, concentrazioni orarie intorno a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di $\text{PM}_{2.5}$ vengono risolte da circa oltre 100 particelle per cella di concentrazione, che costituiscono un numero più che sufficiente per considerare statisticamente stabile la simulazione.

Sono state calcolate matrici di concentrazione orarie espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, considerando sia il complesso delle emissioni che i contributi separati per diversi comparti emissivi. Ogni media oraria di concentrazione è costruita mediante 120 campionamenti dei pennacchi di particelle all'interno dell'ora, effettuati alla frequenza fissa di 30 secondi.

Lo stato finale di ogni ora (posizioni, velocità e masse associate ad ogni particella) viene utilizzato per inizializzare il run dell'ora successiva. In questo modo la simulazione risulta essere continua durante tutto il periodo annuale descrivendo l'evoluzione spazio-temporale di ogni pennacchio emesso, consentendo eventuali effetti di ritorno dei pennacchi in presenza di rotazioni del vento durante situazioni di innesco della brezza. Complessivamente vengono quindi prodotti 8760 campi di concentrazione suddivisi secondo quanto descritto in precedenza, nell'intervallo meteorologico a partire dal 1/1/2007 01:00 fino al 31/12/2007 24:00.

La sequenza temporale dei campi di concentrazione così ottenuta è stata utilizzata per calcolare i valori statistici di confronto con i limiti della normativa vigente sulla qualità dell'aria.

3.6 Gestione Elementi Architettonici Interni al Sito Produttivo

Il sistema modellistico utilizzato **Aria/Impact 3D** di cui il codice SPRAY (adottato anche da ARPA Puglia per le valutazioni modellistiche nell'area di Taranto) rappresenta il modulo che simula la dispersione delle polveri in atmosfera, non consente di tener conto nella simulazione degli effetti indotti sui campi di vento dai alcuni elementi architettonici già presenti all'interno dell'impianto, come ad esempio le coperture dei parchi primari e le reti frangivento localizzate lungo il confine est e sud-est dell'impianto, tutti elementi del quale è già stato valutato in altri studi, riportati di seguito, l'effetto di contenimento di parte delle emissioni di polveri generate dall'attività del sito.

Tali valutazioni di dettaglio sono invece possibili con altre tipologie di codici di calcolo, ad esempio modelli CFD (*Computational Fluid Dynamics*), i quali lavorano con risoluzioni spaziali e temporali differenti (dettaglio al metro e simulazioni al massimo di poche ore) ma non adeguate alla valutazione qui effettuata che ha considerato la dispersione di polveri in un intero anno solare all'interno di un dominio di calcolo di dimensioni rilevanti.

Tuttavia è di interesse rilevante riprendere le conclusioni di questa tipologia di studi applicati allo stabilimento AMI di Taranto, i quali evidenziano appunto un effetto "schermante" di questi elementi architettonici nei confronti dei recettori prossimi al sito.

A tal proposito si richiamo i seguenti studi già condivisi in passato con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare:

- *"Studio di impatto atmosferico dei parchi materie prime dello stabilimento ILVA di Taranto. Applicazione di modello fluidodinamico per l'analisi dei campi di vento (CNR, Istituto sull'Inquinamento Atmosferico, 2012)", nel quale è stato valutato l'effetto della rete frangivento installata lungo il confine est, sud-est del sito in termini di riduzione della velocità del vento interna al sito e la conseguente azione di mitigazione in relazione alle polveri.*
- *Studio modellistico fluido dinamico (CFD) per la quantificazione dell'impatto di polveri provenienti dal parco LOPPA in due diverse configurazioni - Stabilimento ArcelorMittal Italia di Taranto (ERM Italia, Gennaio 2019).*
Studio modellistico fluido dinamico (CFD) per la quantificazione dell'impatto di polveri provenienti

Studio modellistico per la valutazione della prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 in due diversi scenari - Stabilimento di Taranto. Aggiornamento

dalla copertura del parco OMO in due diverse configurazioni – Stabilimento ILVA di Taranto (ERM Italia, Marzo 2018).

Entrambi gli studi, i cui risultati sono stati discussi e presentati in Conferenze dei Servizi dedicate, hanno messo in luce come gli edifici di copertura dei parchi primari, ormai in via di completamento per quanto riguarda la struttura esterna, hanno un effetto di protezione in relazione alla dispersione delle polveri nei confronti dei recettori posti a sud del confine di stabilimento.

Sulla base quindi di quanto presentato le stime effettuate nel presente studio appaiono conservative in quanto, per i motivi descritti nella precedente sezione, non si è tenuto in considerazione l'effetto "scudo" esercitato da alcuni degli elementi di protezione per i recettori installati presso lo stabilimento.

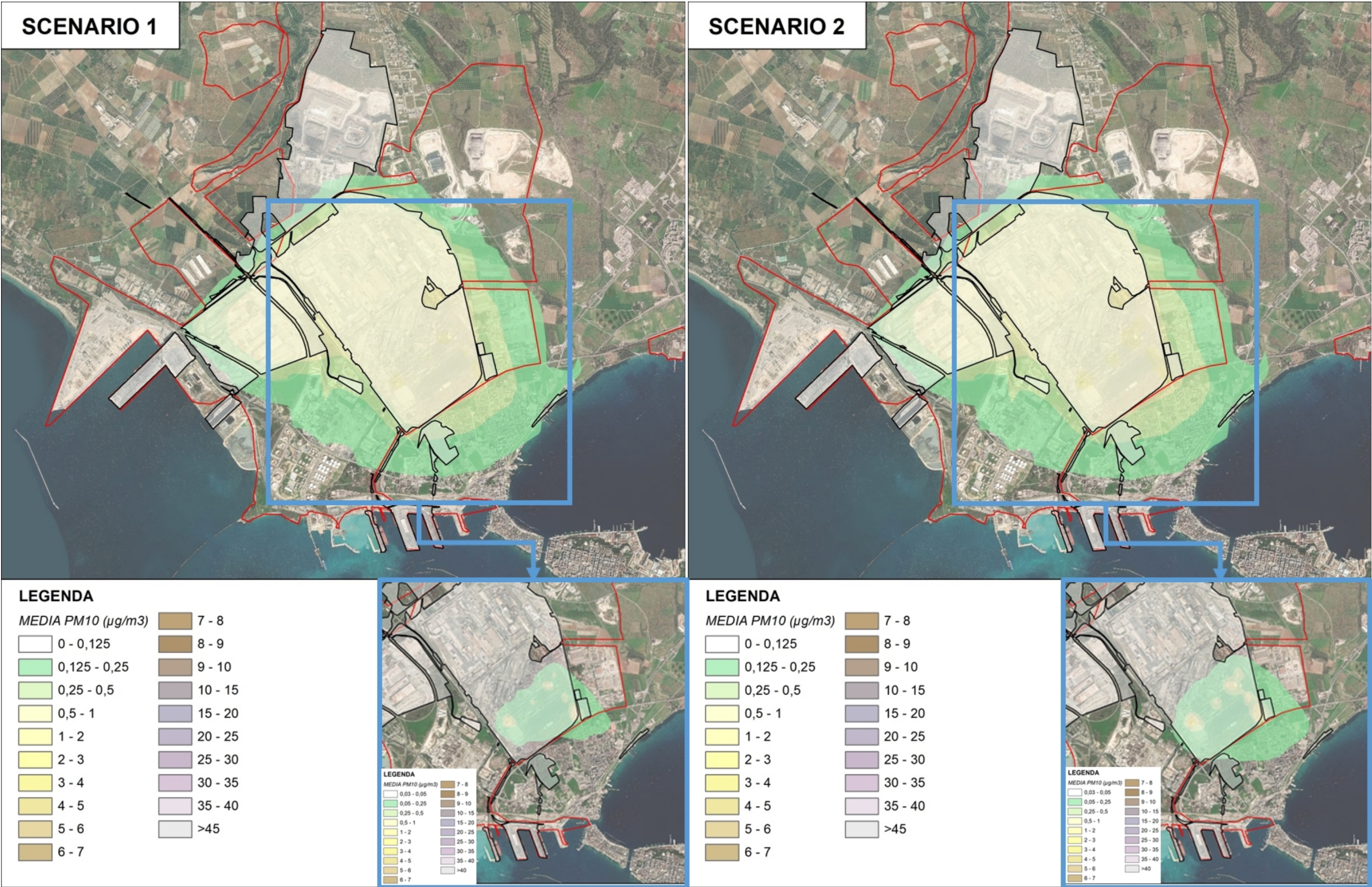
4. RISULTATI

Di seguito sono riportati i risultati dello studio modellistico effettuato in forma di mappe di iso-concentrazione con riferimento agli indicatori di impatto in prossimità del suolo per le frazioni granulometriche PM_{10} e $PM_{2.5}$ di polveri generate dalle emissioni considerate nelle simulazioni, ovvero le sorgenti areali fredde.

Il contributo di queste ultime viene differenziato nei due scenari considerati, ovvero con implementazione della prescrizione 6 entro il 31/05/2020 (scenario 1) e con i nastri e le torri oggi aperte che restano aperte per tutto il 2020 per simulare l'intero anno solare (scenario 2), ovvero con un differimento pari a 7 mesi su base annuale che per analogia è stato considerato rappresentativo anche di un differimento dell'implementazione della Prescrizione 6 al 31 luglio 2021. Lo scenario 2 considera l'abbattimento delle polveri associato all'implementazione di sistemi di umidificazione del materiale a partire dal mese di Luglio 2020.

Per ciascun indicatore calcolato, si riportano inoltre le mappe di iso-concentrazione relative alla simulazione di approfondimento condotta sulle sole sorgenti oggetto della Prescrizione 6.

Figura 4.1 Concentrazioni medie annuali in prossimità del suolo di PM_{10} generate dalle emissioni considerate (areali fredde e approfondimento relativo alle sorgenti oggetto della Prescrizione 6). Scenario 1 – Scenario 2



La figura 4.1 riporta i risultati delle simulazioni effettuate per entrambi gli scenari per il calcolo della concentrazione media annua in prossimità del suolo per la frazione PM_{10} generata dalle emissioni considerate (areali fredde). Il valore massimo al di fuori del perimetro dell'impianto (lato est del perimetro) risulta essere in entrambi i casi compreso nell'intervallo $0,5 - 1 \mu g/m^3$ e quindi decisamente al di sotto del limite legislativo per la protezione della salute umana descritto dal D.Lgs. 155/2010 pari $40 \mu g/m^3$.

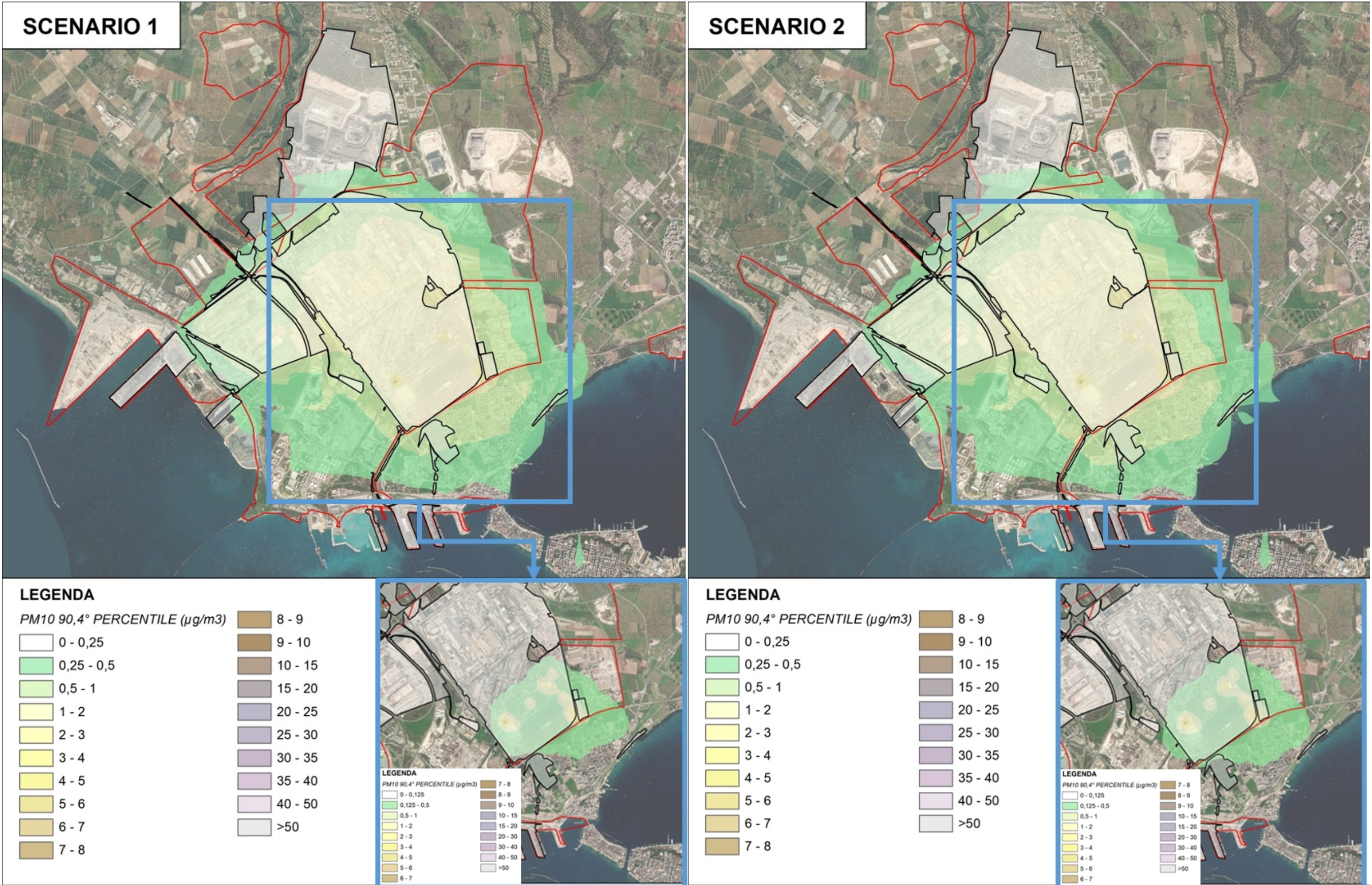
L'area del quartiere Tamburi, adiacente al limite Sud Est dello stabilimento (identificato in figura dal perimetro in neretto), la quale costituisce la zona urbanizzata più prossima allo stabilimento, è caratterizzata dalla presenza di valori di concentrazione media annuale compresa negli intervalli $0,25 - 0,5 \mu g/m^3$ e $0,125 - 0,25 \mu g/m^3$ anch'essi abbondantemente al di sotto del limite legislativo.

Dai risultati emerge che il contributo delle sorgenti simulate (areali fredde) è molto limitato rispetto a quello determinato dalla totalità delle sorgenti simulate nel precedente studio modellistico, già di per se ampiamente inferiori ai rispettivi limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010.

Dalla simulazione di approfondimento relativa alle sole sorgenti oggetto della Prescrizione 6, si rileva che il contributo di tali sorgenti è trascurabile tanto che in entrambi gli scenari il valore massimo al di fuori dell'impianto è localizzato a ridosso del confine di stabilimento e nell'area del quartiere Tamburi i valori sono compresi nell'intervallo $0,05 - 0,25 \mu g/m^3$.

Da quanto sopra deriva, in termini di PM_{10} , che l'obiettivo ambientale della prescrizione 6 ad oggi risulta già raggiunto. Tale conclusione, peraltro, non tiene conto dell'ulteriore effetto di mitigazione indotto dalle coperture dei parchi primari. Tali coperture, in gran parte già realizzate, rappresentano un ostacolo alla diffusione delle polveri e dunque riducono ulteriormente, rispetto alle stime del presente studio, l'impatto delle polveri sui quartieri limitrofi allo stabilimento siderurgico.

Figura 4.2 90.4 percentile delle medie giornaliere di concentrazione in prossimità del suolo di PM₁₀ generate dalle emissioni considerate (areali fredde e approfondimento relativo alle sorgenti oggetto della Prescrizione 6). Scenario 1 – Scenario 2.



La figura 4.2 riporta i risultati delle simulazioni effettuate per entrambi gli scenari per il calcolo del 90.4 percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM_{10} . Nel caso in cui tale valore fosse maggiore del limite di $50 \mu g/m^3$, il numero di superamenti di tale soglia per le concentrazioni medie giornaliere risulterebbe essere superiore al limite legislativo consentito nell'anno, pari a 35 volte. Valori del 90.4 percentile delle medie giornaliere di concentrazione inferiori a $50 \mu g/m^3$ indicano la presenza di un numero di superamenti inferiore al limite di legge.

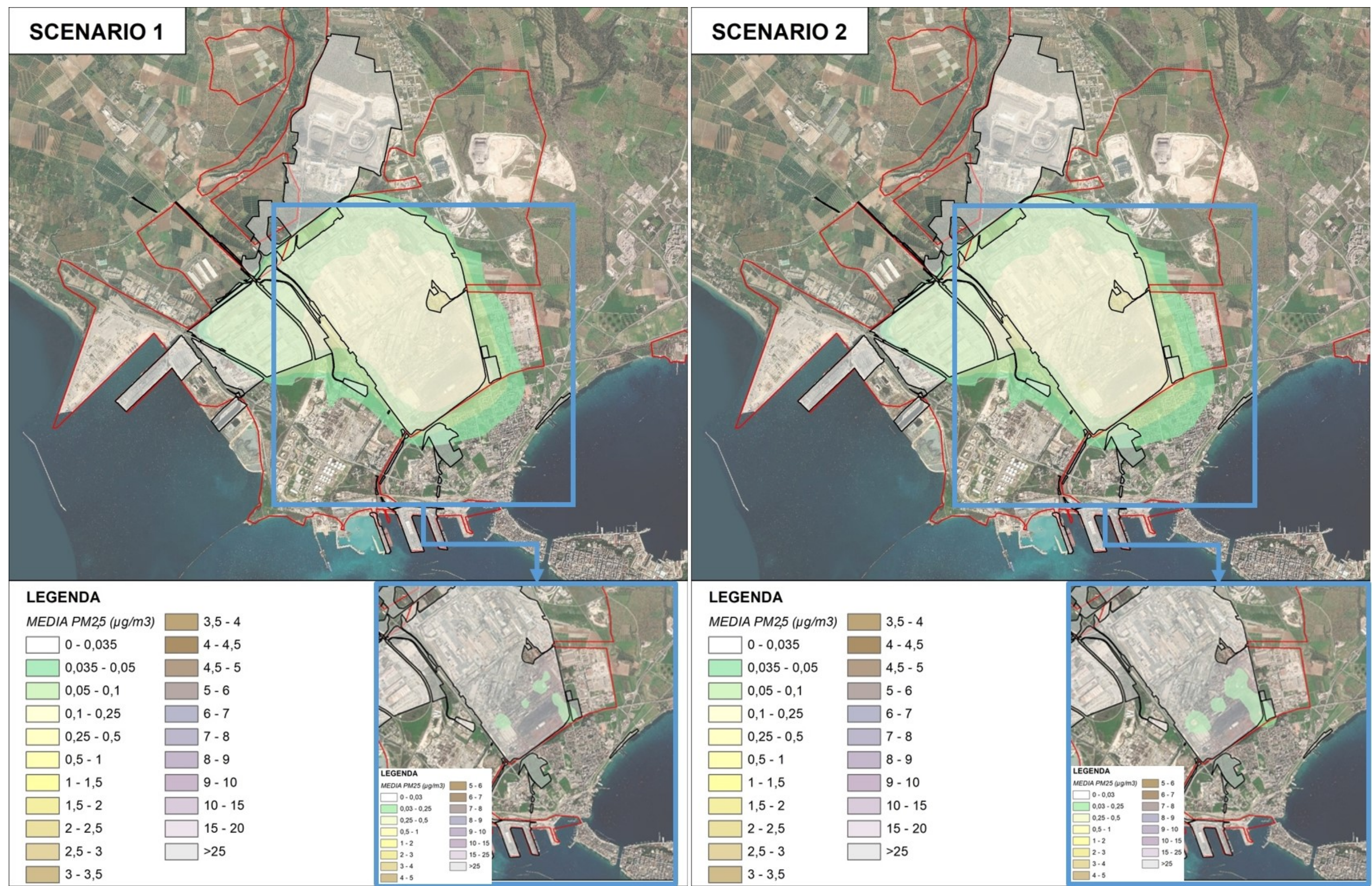
Il valore massimo al di fuori del perimetro dell'impianto (lato est del perimetro) risulta essere in entrambi i casi compreso nell'intervallo $1 - 2 \mu g/m^3$ e quindi decisamente al di sotto del limite legislativo per la protezione della salute umana descritto dal D.Lgs. 155/2010 pari $50 \mu g/m^3$.

L'area del quartiere Tamburi, adiacente al limite Sud Est dello stabilimento (identificato in figura dal perimetro in neretto), la quale costituisce la zona urbanizzata più prossima allo stabilimento, è caratterizzata dalla presenza di valori di concentrazione media annuale compresi negli intervalli $0,5 - 1 \mu g/m^3$ e $0,25 - 0,5 \mu g/m^3$ anch'essi abbondantemente al di sotto del limite legislativo.

I risultati evidenziano il limitato contributo delle sorgenti simulate (areali fredde) rispetto a quello determinato dalla totalità delle sorgenti simulate nel precedente studio modellistico, per il quale lo studio aveva calcolato che, per entrambi gli scenari, non si verificava mai alcun caso di superamento della concentrazione media giornaliera di PM_{10} (pari a $50 \mu g/m^3$) nell'anno solare considerato, nonostante il D.Lgs.155/2010 ne consenta 35 all'anno.

Dalla simulazione di approfondimento relativa alle sole sorgenti oggetto della Prescrizione 6, si rileva che il contributo di tali sorgenti è trascurabile tanto che in entrambi gli scenari il valore massimo al di fuori dell'impianto è localizzato a ridosso del confine di stabilimento e nell'area del quartiere Tamburi i valori sono compresi nell'intervallo $0,125 - 0,5 \mu g/m^3$. Da quanto sopra deriva, in termini 90.4 percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM_{10} , che l'obiettivo ambientale della prescrizione 6 ad oggi risulta già raggiunto. Tale conclusione, peraltro, non tiene conto dell'ulteriore effetto di mitigazione indotto dalle coperture dei parchi primari. Tali coperture, in gran parte già realizzate, rappresentano un ostacolo alla diffusione delle polveri e dunque riducono ulteriormente, rispetto alle stime del presente studio, l'impatto delle polveri sui quartieri limitrofi allo stabilimento siderurgico.

Figura 4.3 Concentrazioni medie annuali in prossimità del suolo di PM2.5 generate dalle emissioni considerate (areali fredde e approfondimento relativo alle sorgenti oggetto della Prescrizione 6). Scenario 1 – Scenario 2



La figura 4.3 riporta i risultati delle simulazioni effettuate per entrambi gli scenari per il calcolo della concentrazione media annua in prossimità del suolo per la frazione $PM_{2.5}$ generata dalle emissioni considerate (areali fredde). Il valore massimo al di fuori del perimetro dell'impianto (lato est del perimetro) risulta essere in entrambi i casi compreso nell'intervallo $0,1 - 0,25 \mu g/m^3$ e quindi decisamente al di sotto del limite legislativo per la protezione della salute umana descritto dal D.Lgs. 155/2010 pari $25 \mu g/m^3$.

L'area del quartiere Tamburi, adiacente al limite Sud Est dello stabilimento (identificato in figura dal perimetro in neretto), la quale costituisce la zona urbanizzata più prossima allo stabilimento è caratterizzata dalla presenza di valori di concentrazione media annuale compresa negli intervalli $0,05 - 0,1$ e $0,035 - 0,05 \mu g/m^3$ anch'essi abbondantemente al di sotto del limite legislativo. La parte orientale del quartiere Tamburi risulta caratterizzata da valori di concentrazione prossimi a zero (intervallo $0 - 0,035$).

Dai risultati emerge che il contributo delle sorgenti simulate (areali fredde) è molto limitato rispetto a quello determinato dalla totalità delle sorgenti simulate nel precedente studio modellistico, già di per se ampiamente inferiori ai rispettivi limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010.

Dall'approfondimento relativo alle sole sorgenti oggetto della Prescrizione 6, si rileva che l'area del quartiere Tamburi non è di fatto influenzata dal contributo di queste sorgenti in quanto il valore calcolato per entrambi gli scenari è pressoché nullo e prossimo allo zero (intervallo $0 - 0,03 \mu g/m^3$).

Da quanto sopra deriva, in termini di $PM_{2.5}$, che l'obiettivo ambientale della prescrizione 6 ad oggi risulta già raggiunto. Tale conclusione, peraltro, non tiene conto dell'ulteriore effetto di mitigazione indotto dalle coperture dei parchi primari. Tali coperture, in gran parte già realizzate, rappresentano un ostacolo alla diffusione delle polveri e dunque riducono ulteriormente, rispetto alle stime del presente studio, l'impatto delle polveri sui quartieri limitrofi allo stabilimento siderurgico.

5. CONCLUSIONI

Il presente studio è stato predisposto al fine di valutare sia in termini emissivi che in termini di ricadute al suolo, a seguito della dispersione in atmosfera, le emissioni di polveri generate dalle sorgenti areali fredde del sito determinate da un differimento del termine ultimo degli interventi previsti dalla Prescrizione 6 del DPCM 29/9/2017. Sono stati quindi valutati due scenari:

- (Scenario 1) come da prescrizione originaria, ovvero con implementazione completa della Prescrizione 6 al 31 maggio 2020;
- (Scenario 2) scenario con mantenimento delle attuali strutture ancora aperte sull'anno (si è ipotizzato il 2020) per i restanti 7 mesi del 2020 (31 maggio 2020 → 31 dicembre 2020), con implementazione delle misure di mitigazione indicate all'art. 3, comma 3 lett. b del DM MATTM n. 115 del 29/05/2020 (quali sistemi di bagnatura/umidificazione/nebulizzazione del materiale). Per analogia lo Scenario 2 è stato considerato rappresentativo anche di un'implementazione della Prescrizione 6 al 31 luglio 2021, ovvero considerando, su base annuale (in questo caso il 2021) 7 mesi durante il quale le strutture sono ancora aperte.

Per entrambe le configurazioni, la stima delle emissioni è stata fatta utilizzando le metodiche di stima già condivise e consolidate in passato con l'autorità competente e rielaborate solo per stimare la variazione dettata dai due scenari analizzati (rif Paragrafo 3.4).

La valutazione è stata effettuata mediante la realizzazione di uno studio modellistico ad hoc realizzato mediante l'applicazione del sistema di modelli Aria/Impact 3D (che include il modello SPRAY) utilizzando il data-set meteorologico MINNI per l'anno 2007, ovvero il medesimo anno meteorologico ed il medesimo sistema di modelli già utilizzato da ARPA Puglia per precedenti valutazioni in merito alle emissioni dello stabilimento siderurgico (rif Paragrafo 3.1).

Le simulazioni hanno evidenziato come, in entrambi gli scenari analizzati, i risultati calcolati per PM10 e PM2.5 siano gli stessi sia come concentrazioni che come aree interessate e in particolare emerge come il contributo delle sorgenti simulate (areali fredde) si configura come molto limitato rispetto a quello determinato dalla totalità delle sorgenti simulate nel precedente studio modellistico, già di per se ampiamente inferiori ai rispettivi limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010.

Si rileva pertanto che il permanere della situazione attuale di apertura di una parte residuale dei nastri trasportatori e delle torri presenti in stabilimento legati alla prescrizione n. 6 (ad oggi restano aperti circa il 20% di nastri trasportatori rispetto al totale installati ed in esercizio e n. 33 cadute) non influisce in alcun modo sulle concentrazioni di polveri indotte all'esterno dello stabilimento, che sulla base dello studio modellistico effettuato, si mantengono di molto al disotto dei rispettivi limiti di legge.

Tutto ciò sempre visto conservativamente senza tener conto della capacità schermante indotta dalle coperture dei parchi primari che ormai si frappongono tra lo stabilimento ed il centro abitato, oltre alla barriera frangivento ed altre strutture presenti, e non tenendo conto delle attività di chiusura comunque realizzate durante il mese di giugno.

6. BIBLIOGRAFIA

- ARIANET (2015) SURFPro3 (SURface-atmosphere interFace PROcessor, Version 3) Reference guide. <http://95.228.102.186/trac/SURFPro>.
- Aria Technologies (2010): Swift General Design Manual. ARIA Report, March 2010, Aria Technologies 2001.
- Anfossi D., Ferrero E., Brusasca G., Marzorati A., Tinarelli G. (1993) "A simple way of computing buoyant plume rise in Lagrangian stochastic dispersion models", Atmospheric Environment 27A, 1443-1451.
- Boughton B.A., De Laurentis J.M., 1987, A stochastic model for particle dispersion in the atmosphere. Boundary Layer Meteorology, 40, 147-163.
- Carson D.J. (1973) The development of a dry inversion-capped convectively unstable boundary layer Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 99, 450-467.
- Finardi S., Tinarelli G., Faggian P. and Brusasca G.: 1998, "Evaluation of Different Wind Field Modeling Techniques for Wind Energy Applications over Complex Topography", Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 74-76, 283-294, 1998.
- Holtslag A.A.M., van Ulden A.P. (1983) Scaling the Atmospheric Boundary Layer, Boundary Layer Meteorology, 36, 201-209.
- Pielke, R. A., Cotton, W. R., Walko, R. L., Tremback, C. J., Lyons, W. A., Grasso, L. D., Nicholls, M. E., Moran, M. D., Wesley, D. A, Lee, T. J., Copeland, J. H. (1992): "A comprehensive Meteorological Modeling system –RAMS", Meteor. Atmos. Phys., 49, pp. 69-91.
- Silibello C. (2006) "SURFPRO (SURface-atmosphere interFace PROcessor) User's guide", Rapporto ARIANET R2006.06.
- Walko R. L., Tremback C.J.. 1995, 'RAMS The Regional Atmospheric Modeling System (Version 3b) User's Guide', ASTeR, Inc. <http://www.atmet.com/html/docs/documentation.shtml>.
- Thomson D.J. (1984) "Random walk modelling of diffusion in inhomogeneous turbulence", Q. J. R. Meteorol. Soc. 110, 1107-1120.
- Thomson D.J. (1987) "Criteria for the selection of stochastic models of particle trajectories in turbulent flows". J. Fluid Mech., 180, 529-556.
- Tinarelli G., Anfossi D., Brusasca G., Ferrero E., Giostra U., Morselli M.G., Moussafir J., Tampieri F., Trombetti F., (1994) "Lagrangian particle simulation of tracer dispersion in the lee of a schematic two-dimensional hill", Journal of Applied Meteorology, 33, N. 6, 744-756.
- Tinarelli G., D.Anfossi, M. Bider, E.Ferrero, S. Trini Castelli (1999): "A new high performance version of the Lagrangian particle dispersion model SPRAY, some case studies". Air Pollution Modelling and its Applications XIII, S.E. Gryning and E. Batchvarova eds., Kluwer Academic / Plenum Press, New York, 499-507.
- Tinarelli G. (2019): SPRAY 3.1.15, General description and User's Guide, Rapporto ARIANET R2013.27.
- US-EPA (2011). Emission Factor Documentation for AP-42, Chapter 13: Miscellaneous Sources. <https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/>.
- Venkatram A. (1980) Estimating the Monin-Obukhov length in the stable boundary layer for dispersion calculations, Boundary Layer Meteorology, 19, 481-485.
- Weil J.C., Brower R.P. (1980) Estimating convective boundary layer parameters for diffusion application, Martin Marietta Environmental Center, Columbia, MD, Report Number PPSP-MP-48, 37 pp.

Studio modellistico per la valutazione della prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 in due diversi scenari - Stabilimento di Taranto. Aggiornamento

- Zanini G., 2009, il sistema MINNI, modello integrato nazionale per la valutazione degli effetti dell'inquinamento atmosferico e dell'efficacia delle politiche di riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici. Epidemiologia e prevenzione, anno 33 (6), novembre-dicembre 2009, supplemento 1 PMID 20418584

APPENDIX A PRESCRIZIONE 6: STATO DI AVANZAMENTO

ALLEGATO 1 PRESCRIZIONE 6: STATO DI AVANZAMENTO

N°	Nastro/Torre	Codice identificativo	Lunghezza nastro (metri)	Lunghezza nastro già coperto (metri)	% di completamento	Lunghezza nastro ancora da coprire (metri)
1	Nastro	D1	185	105	57%	80
2	Nastro	D2	145	85	59%	60
3	Nastro	6/46	106	76	72%	30
4	Nastro	A5/6	30	0	0%	30
5	Nastro	DR72.2	40	0	0%	40
6	Nastro	E21-9	362	70	19%	292
7	Nastro	E21-10	547	0	0%	547
9	Nastro	CONV Y/4	52	48	92%	4
10	Nastro	10/1/1°	80	75	94%	5
11	Nastro	12/1	351	346	99%	5
12	Nastro	5/1/1°	153	148	97%	5
13	Nastro	CV26-28-30 AFO4	181	0	0%	181
14	Nastro	CV18	155	0	0%	155
15	Nastro	CV15	221	0	0%	221
16	Nastro	CV15.2	21	0	0%	21
17	Nastro	CV6.44	108	0	0%	108
18	Nastro	CV22	168	0	0%	168
19	Nastro	CV23	51	0	0%	51
20	Nastro	15-1	10	0	0%	10
21	Nastro	24	9	0	0%	9
22	Nastro	6/45	24	0	0%	24
23	Nastro	A1-23 Scossalina	570	494	87%	76
24	Nastro	A1-9, A1-10	700	0	0%	700
25	Nastro	A1-9BIS, A1-10bis	90	0	0%	90

N°	Nastro/Torre	Codice identificativo	Lunghezza nastro (metri)	Lunghezza nastro già coperto (metri)	% di completamento	Lunghezza nastro ancora da coprire (metri)
26	Nastro	CONV19	40	0	0%	40
27	Nastro	MP10 + Platea	51	0	0%	51
28	Nastro	NL 2-A	11	0	0%	11
29	Nastro	NR1	28	0	0%	28
30	Nastro	NR2	39	0	0%	39
31	Nastro	A5-SV	19.5	0	0%	19.5
32	Nastro	NL-1A	15	0	0%	15
33	Nastro	NL-1C	15	0	0%	15
34	Nastro	NL-1D	15	0	0%	15
35	Nastro	F8	57	50	88%	7
36	Nastro	AG2 TER	16	0	0%	16
37	Nastro	F2 BIS	30	0	0%	30
38	Nastro	A1-17, A2-23, A3-8 Mobile	450	0	0%	450
39	Nastro	A1-11, A2-12, A3- 1BIS Mobile	450	0	0%	450
40	Nastro	A1-12, A2-13 Mobile	300	0	0%	300
41	Nastro	A1-13, A2-10 Mobile	300	0	0%	300
42	Nastro	A1-17, A2-23, A3-8 Trinc.	400	135	34%	265
43	Nastro	A1-11, A2-12, A3- 1BIS Trinc.	432	0	0%	432
44	Nastro	A1-12, A2-13 Trinc.	290	0	0%	290
45	Nastro	A1-13, A2-10 Trinc.	290	0	0%	290

N°	Nastro/Torre	Codice identificativo	Lunghezza nastro (metri)	Lunghezza nastro già coperto (metri)	% di completamento	Lunghezza nastro ancora da coprire (metri)
46	Nastro	A5-1, A2-14 Trinc.	1212	0	0%	1212
47	Nastro	A1-17, A2-23, A3-8 Appia	728	600	82%	128
48	Nastro	A1-11, A2-12, A3- 1BIS Appia	693	450	65%	243
49	Nastro	A1-12, A2-13 Appia	416	0	0%	416
50	Nastro	A1-13, A2-10 Appia	416	0	0%	416
51	Nastro	A2-14/1	279	182	65%	97
52	Nastro	A2-15 + Vasche	130	122	94%	8
53	Nastro	A4-2 Loppa	35	0	0%	35
54	Nastro	A4-3 Loppa	35	0	0%	35
55	Nastro	A4-5 Loppa	35	0	0%	35
56	Nastro	DF15 + Flushing + Vasche	106	12	11%	94
57	Nastro	E24	113	0	0%	113
58	Nastro	MP11 (+TORRE 8)	22	0	0%	22
59	Nastro	A1-1, A1-2	1058	220	21%	838
60	Nastro	A1-20 - Ex Sequestro	512	80	16%	432
61	Nastro	NL-5 - Solo nastro	295	0	0%	295
62	Nastro	6/37	259	0	0%	259
67	Nastro	T33	127	0	0%	127

N°	Nastro/Torre	Codice identificativo	Lunghezza nastro (metri)	Lunghezza nastro già coperto (metri)	% di completamento	Lunghezza nastro ancora da coprire (metri)
69	Torre	TORRE 1 SCARICO E RINVIO CV26-28-30	na	na	0%	na
70	Torre	TORRE 2 SCARICO E RINVIO CV26-28-30	na	na	0%	na
71	Torre	TORRE TC 6/44	na	na	0%	na
72	Torre	TORRE TC CV23	na	na	0%	na
73	Torre	TORRE TC CV15	na	na	0%	na
74	Torre	TORRE TC CV22	na	na	0%	na
75	Torre	TORRE TC CV14	na	na	0%	na
76	Torre	TORRE TC CV17	na	na	0%	na
77	Torre	TORRE TC CV21	na	na	0%	na
78	Torre	PAR - TORRE TC CONV19	na	na	0%	na
79	Torre	TORRE TC CV18 & PARTE ALTA SILO E3	na	na	0%	na
80	Torre	TORRE CADUTA A2- 23 SU A5-1 O A2-14	na	na	0%	na
81	Torre	TORRE CADUTA A2- 12 SU A5-1 O A2-14	na	na	0%	na
82	Torre	TORRE CADUTA A2- 13 SU A2-19 A2-20	na	na	0%	na
83	Torre	TORRE CADUTA A2- 10 SU A2-19 A2-20	na	na	0%	na
84	Torre	TORRE S1-TH3	na	na	0%	na
85	Torre	TORRE SILI MDR	na	na	0%	na

N°	Nastro/Torre	Codice identificativo	Lunghezza nastro (metri)	Lunghezza nastro già coperto (metri)	% di completamento	Lunghezza nastro ancora da coprire (metri)
86	Torre	TORRE 5 4° SPORGENTE	na	na	75%	na
87	Torre	TORRE TC P2 RIF 2	na	na	0%	na
88	Torre	TORRE 8 RIF 2	na	na	50%	na
89	Torre	TORRE 9 RIF2	na	na	0%	na
90	Torre	TORRE CONTRAPPESO MP2	na	na	0%	na
91	Torre	FOSSA NASTRI A1- 12/A2-13	na	na	70%	na
92	Torre	FOSSA NASTRI A1- 13/A2-10	na	na	0%	na
93	Torre	FOSSA NASTRI A1- 11/A2-12/A3-1Bis	na	na	0%	na
94	Torre	FOSSA NASTRI A1- 17/A2-23/A3-8	na	na	0%	na
96	Torre	CADUTA F8 SU F9 + TORRE LURGI	na	na	40%	na
97	Torre	TORRE RINVIO MP3- MP3/1	na	na	0%	na
98	Torre	CADUTA NL2A SU NL3	na	na	90%	na
99	Torre	CADUTA NL2B SU NL3	na	na	90%	na
100	Torre	TORRE TC NF2.9/2.10	na	na	70%	na
101	Torre	TORRE TC S3BIS	na	na	0%	na
102	Torre	TORRE TC NF3.2	na	na	0%	na

N°	Nastro/Torre	Codice identificativo	Lunghezza nastro (metri)	Lunghezza nastro già coperto (metri)	% di completamento	Lunghezza nastro ancora da coprire (metri)
104	Torre	TORRE TC 6/42	na	na	0%	na
107	Torre	TRAMOGGIA NT1BIS	na	na	0%	na
108	Torre	TORRE TC 6.56 AFO5	na	na	0%	na
109	Torre	TRAMOGGIA 6/42	na	na	0%	na
111	Torre	CONTRORAMPA 3	na	na	0%	na
113	Torre	TORRE TC NT1 SU NT2	na	na	60%	na
114	Torre	TORRE "I"	na	na	0%	na
115	Torre	TORRE TC NG3/NG4A	na	na	0%	na
116	Torre	TORRE TC 6.1	na	na	0%	na
117	Torre	TORRE TC 6.2/TC 4.1	na	na	0%	na
118	Torre	TORRE TC NF2 + TEND. E TRANS. NAS. NF2	na	na	0%	na
119	Torre	TORRE RINVIO NASTRO 3.3	na	na	85%	na
120	Torre	TORRE TC NR2	na	na	0%	na
121	Torre	TORRE SCARICO CONV19 SU CONV20	na	na	0%	na

ERM has over 160 offices across the following countries and territories worldwide

Argentina	The Netherlands
Australia	New Zealand
Belgium	Norway
Brazil	Panama
Canada	Peru
Chile	Poland
China	Portugal
Colombia	Puerto Rico
France	Romania
Germany	Russia
Ghana	Senegal
Guyana	Singapore
Hong Kong	South Africa
India	South Korea
Indonesia	Spain
Ireland	Sweden
Italy	Switzerland
Japan	Taiwan
Kazakhstan	Tanzania
Kenya	Thailand
Malaysia	UAE
Mexico	UK
Mozambique	US
Myanmar	Vietnam

ERM's [Office name]

Add address 1

Add address 2

Add address 3

T: Add phone number

F: Add fax number

www.erm.com