



## Relazione Tecnica

Studio modellistico fluido dinamico (CFD)  
per la valutazione dell'impatto di polveri  
dalle sorgenti oggetto della prescrizione 6  
del DPCM del 29/9/2017 - Stabilimento di  
Taranto.

Agosto 2020

Progetto No. 0514365

<b>Dettagli documento</b>	
Titolo	Relazione Tecnica
Sottotitolo	Studio modellistico fluido dinamico (CFD) per la valutazione dell'impatto di polveri dalle sorgenti oggetto della prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 - Stabilimento di Taranto.
Progetto No.	0514365
Data	Agosto 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	Agosto 2020	N/A

---

## Firme

Agosto 2020

# Relazione Tecnica

Studio modellistico fluido dinamico (CFD) per la valutazione dell'impatto di polveri dalle sorgenti oggetto della prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 - Stabilimento di Taranto.



---

Alessandro Battaglia  
Partner



---

Jacopo Signorini  
Project Manager

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

[www.erm.com/italy](http://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
<b>1. INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Introduzione allo studio modellistico .....	2
1.2 Nota metodologica .....	3
<b>2. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. STUDIO MODELLISTICO .....</b>	<b>5</b>
3.1 Codice di calcolo Code Saturne .....	5
3.2 Domini di Calcolo .....	5
3.3 Condizioni meteorologiche .....	7
3.3.1 Approccio metodologico .....	7
3.3.2 Dati meteorologici in input allo studio modellistico .....	7
3.3.3 Confronto tra l'evento del 23/10/2017 e quello del 4/7/2020 .....	10
3.4 Scenario Emissivo .....	13
3.5 Descrizione di dettaglio dei parametri di simulazione .....	14
<b>4. RISULTATI .....</b>	<b>16</b>
4.1 Campo del flusso atmosferico .....	16
4.2 Simulazioni di dispersione .....	17
4.2.1 PM <sub>2.5</sub> .....	18
4.2.2 PM <sub>10</sub> .....	19
4.3 Struttura spaziale delle variazioni .....	20
<b>5. CONCLUSIONI .....</b>	<b>21</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>22</b>
<b>APPENDIX A PRESCRIZIONE 6: STATO DI AVANZAMENTO .....</b>	<b>23</b>

## Indice delle Figure

Figura 2.1 Area di Studio .....	4
Figura 3.1 Dominio di calcolo .....	6
Figura 3.2 Mesh ad elementi tetraedrici, dettagli relativi al dominio di calcolo .....	7
Figura 3.3 Serie temporale dei dati di vento disponibili durante la giornata del 23 Ottobre 2017 ....	9
Figura 3.4 Andamento temporale delle concentrazioni al suolo di PM <sub>10</sub> nelle stazione ARPA Puglia di via Archimede e via Mchiavelli nei 22-23-24/10/2017 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figura 4.1 Campo dell'intensità del vento espressa in m/s a 2 m di quota simulato nel dominio considerato	16
Figura 4.2 Profilo verticale di intensità e direzione del vento sul punto di estrazione .....	17
Figura 4.3 Campo di concentrazioni per la frazione PM <sub>2.5</sub> delle polveri, espresse in µg/m <sup>3</sup> a 2 m di quota nel dominio considerato .....	19
Figura 4.5 Campo di concentrazioni per la frazione PM <sub>10</sub> delle polveri, espresse in µg/m <sup>3</sup> a 2 m di quota nel dominio considerato .....	20

## Acronimi e abbreviazioni

AMI	ArcelorMittal Italia
ARPA Puglia	Agenzia Regionale di Protezione dell'Ambiente della regione Puglia
CdS	Conferenza dei Servizi
CFD	Computational Fluid Dynamics
DGR	Delibera della Giunta Regionale
DM	Decreto Ministeriale
DPCM	Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri
MATTM	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare



## 1. INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO

Con l'emanazione del DPCM del 29/9/2017<sup>1</sup> è stata confermata la Prescrizione n. 6 del precedente DPCM 14/03/2014<sup>2</sup> 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.

Il presente studio è inteso a integrazione di due studi precedenti, ovvero *"Studio modellistico per la valutazione della Prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 in due diversi scenari - Stabilimento di Taranto"* presentato a Maggio 2020 e discusso in occasione della Conferenza dei Servizi (CDS) del 26/05/2020A e *"Studio modellistico per la valutazione della Prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017 in due diversi scenari - Stabilimento di Taranto. Aggiornamento"* sviluppato a seguito della suddetta CDS e in relazione alla richiesta di approfondimento contenuta nell'articolo 1 del DM MATTM n.115 del 29/05/2020, il cui scopo è 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.

Il presente studio rappresenta quindi:

- un approfondimento rispetto agli studi sopra citati già presentati, con lo scopo di fornire un più elevato livello di dettaglio alla valutazione degli effetti ambientali associati allo scenario emissivo con mantenimento delle strutture oggetto della Prescrizione 6 del DPCM 29/9/2017 aperte dopo il 31/05/2020. Il presente studio in particolare intende valutare le dispersioni delle polveri in una situazione meteorologica considerata critica per il trasporto delle polveri verso l'area urbanizzata adiacente al perimetro esterno nella zona a Sud Est dell'impianto, dove è localizzato il quartiere Tamburi della città di Taranto e contestualmente considerare anche gli effetti indotti sui campi di vento da 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 i quali determinano un effetto di contenimento delle emissioni di polveri generate dall'attività del sito;
- un'ulteriore valutazione in risposta alle richieste contenute rispettivamente nel:
  - o PARERE della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS su proposta del Gruppo Istruttore 7 (29/07/2020) riportato a sua volta nella nota del MATTM PROT. 373/2020 del 30 LUGLIO 2020;
  - o Nota della Regione Puglia PROT.0047931 – 32 del 29/07/2020

<sup>1</sup> 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

<sup>2</sup> 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

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 del codice di calcolo.

## 1.1 Introduzione allo studio modellistico

Lo studio è stato effettuato mediante l'applicazione del codice di calcolo CFD Code Saturne sviluppato da EDF<sup>3</sup> e CERE<sup>4</sup> e ha preso in esame nel dettaglio le emissioni provenienti dalle sorgenti di polveri associate alla Prescrizione 6 che risultano maggiormente significativi in relazione alle possibili ricadute verso la zona urbanizzata del quartiere Tamburi. Il trasporto e la dispersione delle polveri emesse è stato simulato tenendo conto sia della presenza dei principali ostacoli interni allo stabilimento che del contributo di abbattimento dovuto alla rete di protezione posizionata lungo la parte del perimetro a Sud Est dell'impianto. Per quest'ultimo effetto, la simulazione ha tenuto conto della capacità della rete di trattenere polveri nelle sue maglie, stimata mediante il calcolo della deposizione delle particelle nella maglia stessa.

Scenario Emissivo: la simulazione ha preso in esame le emissioni delle frazioni granulometriche PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub> dalle torri di caduta dei nastri trasportatori di materiale all'interno dello stabilimento, oggetto della prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017. La stima delle emissioni 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. Le emissioni sono state considerate stazionarie. Le sorgenti sono state simulate utilizzando l'ubicazione e la quota di emissione specifiche di ciascun punto. La simulazione ha tenuto conto dell'implementazione, attuata da AMI nei termini previsti dal DM n. 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 non ha tenuto conto, a vantaggio di sicurezza, dell'avanzamento delle attività di chiusura che ha ridotto, dopo il primo studio, il numero di sorgenti aperte.

Condizioni meteorologiche: la simulazione ha considerato un evento meteorologico particolarmente critico in termini di dispersione di polveri, che si è verificato durante il "wind day" del 23 Ottobre 2017, identificato da ARPA Puglia. I wind days costituiscono le giornate con condizioni persistenti di flusso atmosferico particolarmente critico per l'impatto delle polveri sulla popolazione residente, ai sensi del Piano contenente le prime misure di intervento per il risanamento della qualità dell'aria nel quartiere Tamburi (TA), approvato con DGR n. 1944 del 2/10/2012.

Tale condizione, registrata in data 23/10/2017, è risultata essere estremamente rilevante in termini di velocità e direzione del vento e può essere presa ad esempio come condizione meteorologica rappresentativa di quelle particolarmente critiche per le dispersioni delle polveri che possono interessare la città di Taranto ed il quartiere Tamburi. A tal proposito è riportato nel proseguo del rapporto un confronto in termini di variabili meteorologiche tra quanto avvenuto in data 23/10/2017 (identificato da Arpa Puglia come wind-day) e quanto recentemente accaduto il 4/7/2020 (non identificato da Arpa Puglia come wind-day), al fine di confermare la rappresentatività della simulazione effettuata.

Si sottolinea che la ricostruzione meteorologica è stata effettuata in condizioni stazionarie, ovvero ipotizzando condizioni di flusso entrante al contorno non variabili nel tempo.

Dominio di Calcolo: la simulazione ha preso in esame un dominio tale da consentire di focalizzare l'analisi sull'area abitata adiacente al perimetro Sud Est dell'impianto, ovvero il quartiere Tamburi. La simulazione ha considerato tutti gli ostacoli principali presenti all'interno e sul perimetro dello stabilimento, comprensivi dei nuovi edifici di copertura dei parchi primari nonché la geometria della rete frangivento di protezione localizzata lungo il perimetro a Sud e ad Est dell'impianto.

---

<sup>3</sup> Électricité de France

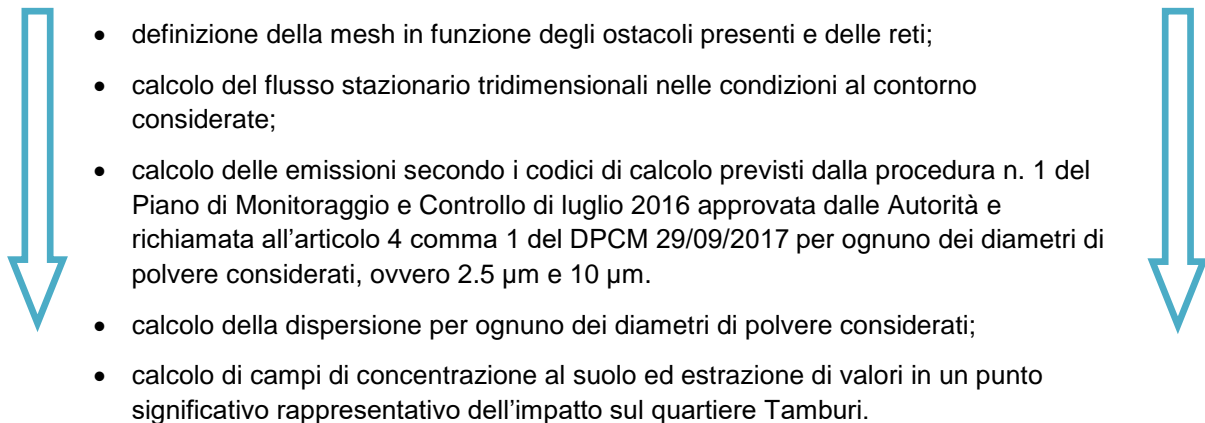
<sup>4</sup> Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique

Simulazioni CFD e parametrizzazioni: al fine di quantificare l'impatto delle emissioni e le sue variazioni spaziali, è stata effettuata una simulazione per la condizione meteo critica identificata. Nella simulazione sono state considerate l'emissione e la dispersione delle particelle per le classi granulometriche PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub>.

Per considerare gli effetti della rete di protezione è stato utilizzato un modulo specifico del codice Code Saturne per la simulazione di superfici porose per la rappresentazione e parametrizzazione delle reti, sulla base di dati progettuali.

I risultati ottenuti hanno consentito di valutare l'impatto delle emissioni sulla zona del quartiere Tamburi, nonché la variabilità spaziale dell'impatto stesso indotta sia dalla distribuzione delle sorgenti che dagli effetti sul flusso determinati dalla presenza degli ostacoli.

Complessivamente, le operazioni svolte nel dominio di calcolo considerato per ottenere il risultato finale, ovvero la stima dell'impatto delle sorgenti dovute alle torri di caduta dei nastri trasportatori, sono state le seguenti:

- 
- definizione della mesh in funzione degli ostacoli presenti e delle reti;
  - calcolo del flusso stazionario tridimensionali nelle condizioni al contorno considerate;
  - calcolo delle emissioni 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 ognuno dei diametri di polvere considerati, ovvero 2.5 µm e 10 µm.
  - calcolo della dispersione per ognuno dei diametri di polvere considerati;
  - calcolo di campi di concentrazione al suolo ed estrazione di valori in un punto significativo rappresentativo dell'impatto sul quartiere Tamburi.

## 1.2 Nota metodologica

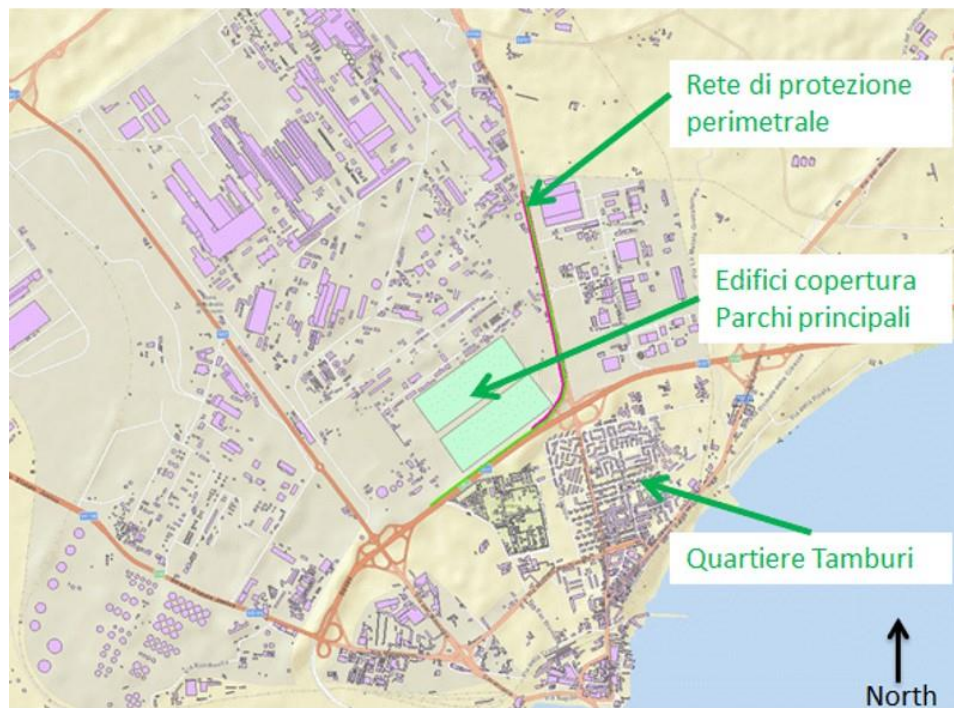
Si precisa che lo studio predisposto è stato condotto adottando la stessa metodologia e lo stesso codice di calcolo utilizzato per le precedenti valutazioni modellistiche presentate al MATTM nell'ambito della domanda di AIA presentata da AM InvestCo Italy S.r.l. in data 5 luglio 2017 e successivamente integrata con nota del 31 luglio 2017, che costituisce parte integrante del decreto DPCM del 29/9/2017.



## 2. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

L'area in esame è caratterizzata in gran parte dalla presenza dello stabilimento ArcelorMittal Italia a ciclo integrale per la produzione di acciaio di Taranto, caratterizzato complessivamente da un'estensione di oltre 15 milioni di m<sup>2</sup>. La *Figura 2.1* riporta l'area di interesse; inoltre sono indicati la rete di protezione attualmente installata sul perimetro esterno, i principali edifici di copertura dei parchi primari e l'area urbanizzata del quartiere Tamburi a Sud Est dello stabilimento.

**Figura 2.1 Area di Studio**



### 3. STUDIO MODELLISTICO

Il presente capitolo fornisce una descrizione dello studio modellistico condotto. In particolare, si riporta la descrizione del codice di calcolo utilizzato, del dominio di simulazione, gli input modellistici (che comprendono sia la meteorologia che le emissioni di polveri) e le parametrizzazioni e assunzione modellistiche specifiche dello studio.

#### 3.1 Codice di calcolo Code Saturne

Lo studio CFD è stato effettuato con l'ausilio del codice di Calcolo CFD Code Saturne. Questo codice è stato sviluppato dal servizio R&D (*Recherche et Développement, originariamente DER*) di EDF - Électricité de France ed è stato reso disponibile sotto la licenza GNU GPL nel marzo 2007. In particolare, la parte atmosferica di Code Saturne è stata sviluppata congiuntamente da EDF e CEEA (*Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique*) a partire dalla versione precedente *Mercur* del codice.

Il codice è basato su un approccio a volumi finiti in grado di ospitare griglie di calcolo (mesh) di tutti i tipi: strutturati, strutturati per blocchi, non strutturati, ibridi, lineari, non lineari, e qualsiasi tipo di elemento: tetraedro, esaedro, piramide, qualsiasi poliedro.

Il modello è in grado di risolvere il sistema delle equazioni fluidodinamiche di Navier-Stokes per flussi 2D, 3D asimmetrici e 3D, stazionari e non-stazionari, laminari o turbolenti, incompressibili o debolmente-dilatabili, isotermini o non-isotermini con possibilità di integrare, come nel caso in esame, equazioni per il trasporto e dispersione di scalari. Il modello contiene inoltre un consistente numero di modelli fisici al suo interno, ad esempio per la combustione di gas, carbone o olio pesante o per la parametrizzazione dello strato limite atmosferico ed è capace di gestire flussi a diverse scale sia neutri che stratificati, che ne permettono l'applicazione nel campo della dispersione di inquinanti, produzione di energia eolica e canopy urbano (<http://code-saturne.org/cms/>).

Diversi studi relativi all'utilizzo di Code Saturne e del modulo atmosferico sono stati pubblicati negli ultimi anni e testimoniano il vasto campo di applicazioni del codice nel contesto atmosferico. Ad esempio [2] Demael and Carissimo, 2008 hanno confrontato il comportamento del modello con i dati dell'esperimento Prairie Grass e i risultati di altri modelli di dispersione, mentre [3] Milliez e Carissimo, 2007, [4] Milliez e Carissimo, 2008 hanno verificato le capacità del modello di ricostruire il flusso e la dispersione a micro-scala confrontandosi con i risultati dell'esperimento MUST. [5] Qu et al., 2011, [6] Qu et al., 2012 hanno invece valutato gli effetti termici degli edifici sui flussi atmosferici locali utilizzando un modello accoppiato radiazione-dinamica. [7] Zaidi et al., 2013 hanno invece simulato il flusso su terreno complesso semi-urbano verificando i risultati di un modello specifico di canopy per simulare gli effetti di una foresta. [8] Chahine et al., 2015 hanno invece verificato le performance di una torre di raffreddamento, modellando mediante il codice la formazione della nube e la sua dispersione in condizioni realistiche. [9] Wei et al., 2016 hanno realizzato uno studio numerico su vento e turbolenza confrontandosi con i risultati della campagna di misura SIRTa, ponendo l'attenzione sull'impatto generato dalla stabilità atmosferica e le disomogeneità del terreno. [10] Makké et al., 2016 hanno invece integrato e verificato un nuovo modello tridimensionale radiativo, applicandolo in simulazioni dinamiche sulla formazione di nebbia radiative in presenza di edifici.

Il modello è inoltre dotato di un modulo specifico per rappresentare superfici porose che è stato impiegato nella rappresentazione e parametrizzazione nel modello della rete di protezione perimetrale.

#### 3.2 Domini di Calcolo

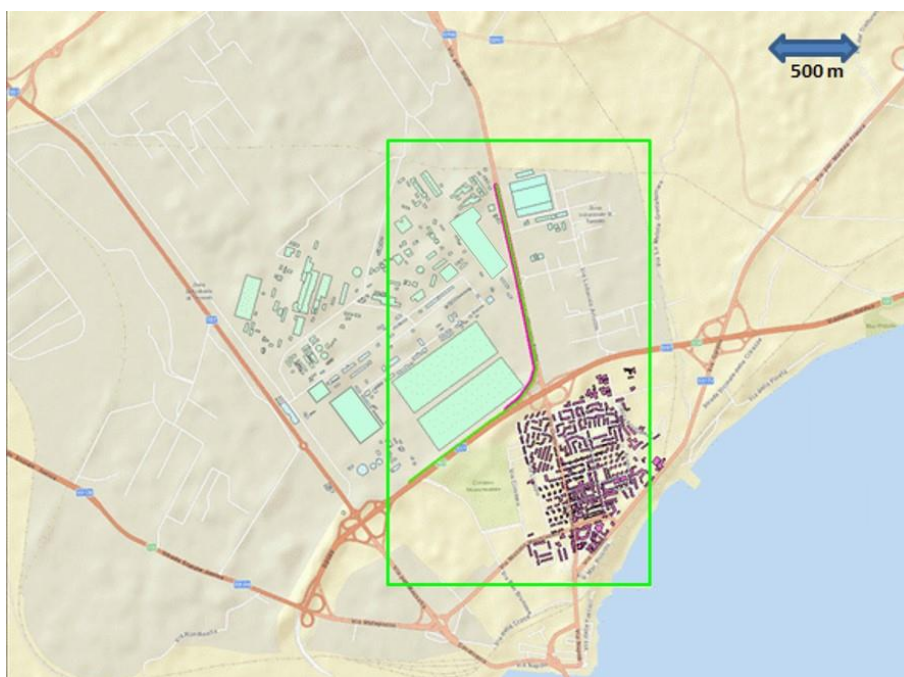
L'estensione e il posizionamento dell'area di calcolo sono state definite in modo da focalizzare l'analisi sul quartiere Tamburi che costituisce l'area abitata più prossima all'impianto e potenzialmente interessata in termini di ricadute in una situazione meteorologica tipo wind day, condizione meteorologica estrema definita dalla vigente Autorizzazione Integrata Ambientale.

Per soddisfare questa necessità insieme a quella di ottimizzare i tempi di calcolo del modello, al fine di rispettare i tempi dettati dalla procedura, la simulazione ha preso in esame un dominio di calcolo che copre un'area di  $1.9 \times 3 \text{ km}^2$  come riportato in *Figura 3.1*. L'altezza massima del dominio di calcolo considerata è di 380 m sopra il terreno considerato piatto, circa 5 volte l'altezza massima degli ostacoli presenti al suo interno.

La simulazione ha considerato tutti gli ostacoli principali presenti all'interno e sul perimetro dello stabilimento all'interno del dominio del calcolo, nonché l'area urbanizzata a Sud Est dell'impianto rappresentata dal quartiere Tamburi, indicata nella *Figura 3.1* con gli edifici di colore più scuro.

La *Figura 3.2* mette in evidenza il metodo di rappresentazione degli ostacoli sulla mesh di calcolo nel dominio, ottenuta andando a ricostruire una griglia irregolare costituita da elementi tetraedrici adattabili agli ostacoli. La figura rappresenta uno zoom relativamente ad una parte del dominio interna al perimetro dell'impianto. Nella *Figura 3.2* è possibile inoltre apprezzare la presenza degli edifici di copertura dei parchi primari, che costituiscono due tra gli ostacoli più grandi all'interno del dominio.

**Figura 3.1 Dominio di calcolo**

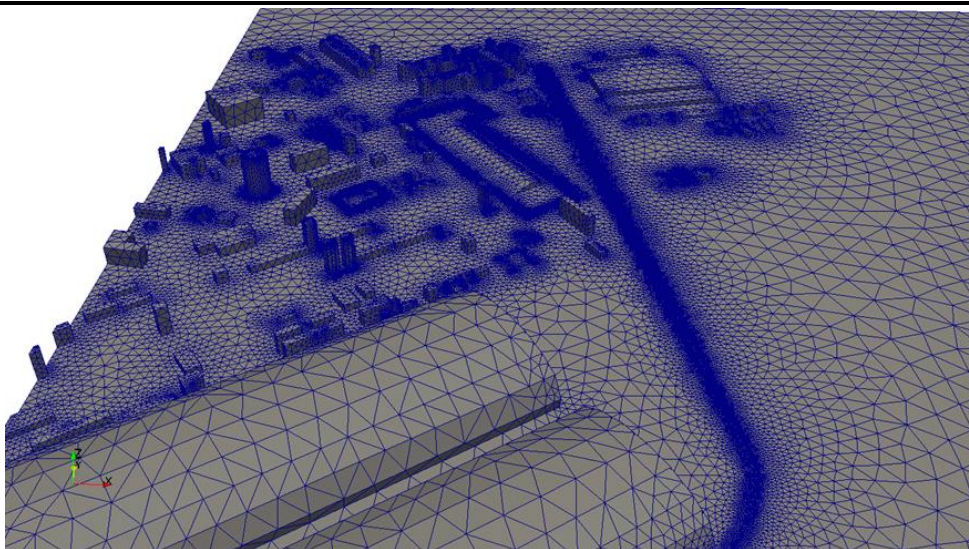


Le caratteristiche salienti del dominio di calcolo sono riassunte in *Tabella 3.1* **Error! Reference source not found..**

**Tabella 3.1 Caratteristiche del dominio di calcolo**

Dimensioni orizzontali	1.9 km x 3 km
Altezza	380 m
Numero di celle della mesh	2 941 462
Minima dimensione di cella	1 m
Massima dimensione di cella	50 m



**Figura 3.2 Mesh ad elementi tetraedrici, dettagli relativi al dominio di calcolo**

### 3.3 Condizioni meteorologiche

#### 3.3.1 Approccio metodologico

Lo studio intende valutare la dispersione delle polveri emesse dalle sorgenti emissive oggetto di Prescrizione 6 in condizioni particolarmente rilevanti dal punto di vista meteo-dispersivo e che possano essere considerate più critiche rispetto a quelle verificatesi in data 4/7/2020.

Per valutare gli effetti della modifica proposta è stata quindi scelta una condizione meteo-dispersiva rilevata in concomitanza di un evento meteorologico particolarmente critico che si è manifestato nella giornata del 23 Ottobre 2017, il quale, sulla base di quanto riportato dalla nota di Arpa Puglia (PROT.0047931 – 32 del 29/07/2020) stessa è stato classificato come wind-day a differenza di quello del 4/7/2020.

Durante tale giornata, in particolare nel pomeriggio, si è instaurata una condizione di vento forte persistente con direzione da Nord Nord-Ovest, in grado, in linea di principio, di veicolare le emissioni di polveri al di fuori del perimetro dell'impianto nella zona a Sud e SudEst di quest'ultimo. L'evento è stato prima previsto e poi catalogato come situazione di wind day da ARPA Puglia, ovvero una giornata durante la quale si manifestano condizioni persistenti di flusso atmosferico particolarmente critico per l'impatto delle polveri sulla popolazione residente, soprattutto nei quartieri adiacenti lo stabilimento.

#### 3.3.2 Dati meteorologici in input allo studio modellistico

ARPA Puglia ai sensi del Piano contenente le prime misure di intervento per il risanamento della qualità dell'aria nel quartiere Tamburi (TA) per gli inquinanti PM<sub>10</sub> e benzo(a)pirene, approvato con DGR n. 1944 del 2/10/2012, a partire da Novembre 2012 e in ottemperanza al Piano, comunica infatti la previsione di un wind day con 48 ore di preavviso alle aziende sottoposte ad AIA ricadenti nell'area di Taranto e Statte, tra le quali ricade anche lo stabilimento AMI. Queste ultime, ai sensi del Piano e in corrispondenza dei wind days, sono tenute ad attuare una serie di interventi volti a ridurre le emissioni di inquinanti in atmosfera. Dato che i wind days vengono segnalati in previsione mediante l'ausilio degli output di un modello meteorologico prognostico, ARPA Puglia, ([http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wind\\_days](http://www.arpa.puglia.it/web/guest/wind_days)) effettua a posteriori una verifica di rispondenza alle caratteristiche di un wind day, che nello specifico caso del 23 ottobre 2017 ha dato esito positivo. La

condizione scelta è quindi rappresentativa di una situazione particolarmente critica per la potenziale dispersione delle polveri verso il quartiere Tamburi.

Le condizioni anemologiche durante il 23 Ottobre 2017 sono riassunte in *Figura 3.3*. La figura riporta la serie temporale oraria dei dati misurati dall'anemometro AMI in area parchi, dall'anemometro di Capo San Vito gestito da ARPA Puglia e dai dati in prossimità della superficie simulati dal sistema modellistico di previsione QualeAria ([www.qualearia.it](http://www.qualearia.it)) in corrispondenza dello stabilimento. I dati QualeAria sono ottenuti mediante la ricostruzione meteorologica sull'intero territorio italiano, mediante l'applicazione di un modello prognostico alle equazioni primitive alla risoluzione orizzontale di circa 10 km, in grado di fornire profili verticali delle grandezze necessarie (vento, temperatura, turbolenza) al codice CFD Code Saturne.

Nell'effettuare il confronto occorre ricordare che l'anemometro AMI descrive la situazione locale, comprensiva degli effetti generati dalle strutture presenti ed in particolare dallo stabilimento, posto sopravento rispetto alle direzioni del vento di interesse, in grado di deviare il flusso. Di converso, il modello meteorologico utilizzato nel sistema QualeAria è in grado di fornire una descrizione a mesoscala con caratteristiche più generali, così come l'anemometro di Capo San Vito posto su un'altura circa 9 km dalla sorgente, in posizione esposta sulla costa in grado di misurare intensità del vento più elevate. L'anemometro di Capo San Vito viene utilizzato da ARPA Puglia per la verifica a posteriori delle situazioni di wind day previste. Complessivamente, i due anemometri e i dati del sistema modellistico QualeAria forniscono un'informazione completa a diverse scale della condizione anemologica presente in zona. Il comportamento delle serie temporali di velocità e direzione del vento risulta essere, nella giornata del 23 Ottobre 2017, sostanzialmente coerente tra le diverse fonti di dati.

A partire dalle prime ore del pomeriggio si instaura una condizione di vento forte con intensità che superano gli 8 m/s sia nei dati QualeAria che nei dati dell'anemometro ARPA Puglia di Capo San Vito. L'anemometro AMI di Area Parchi riporta intensità del vento leggermente inferiori ma comunque compatibili con l'insorgenza di condizioni critiche nel pomeriggio. Le direzioni del vento di provenienza risultano essere, nelle ore pomeridiane, sostanzialmente coerenti e mostrano la presenza di un vento da Nord - Nord Ovest persistente. Dal confronto tra le informazioni disponibili e dalle considerazioni fatte in precedenza sulle caratteristiche delle sorgenti dei dati, l'informazione fornita dal sistema QualeAria, caratterizzata dalla disponibilità di profili meteorologici verticali, risulta affidabile e pertanto è stata utilizzata come condizione al contorno per le simulazioni con il modello CFD.

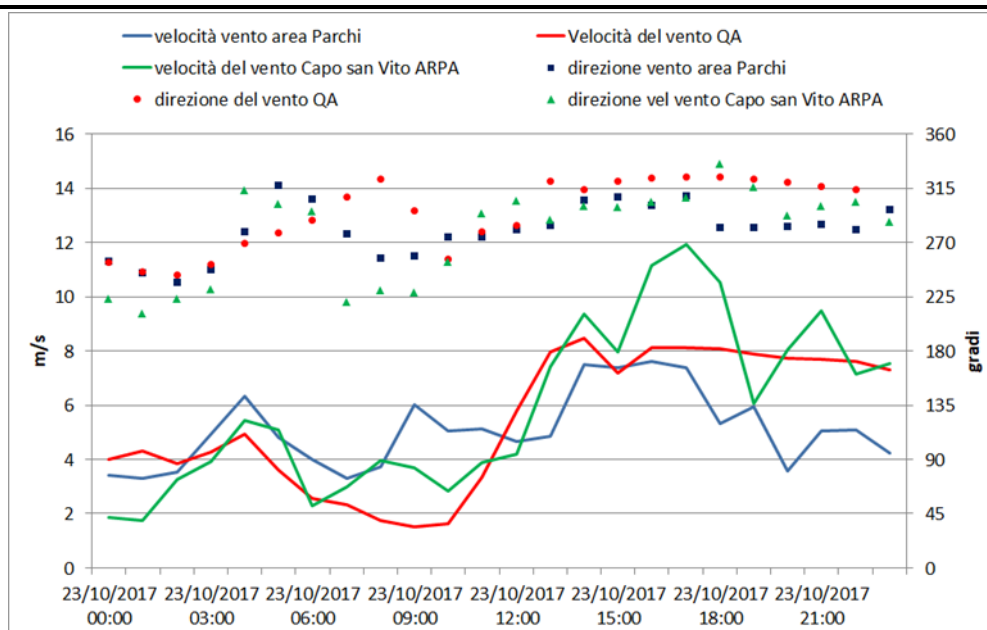
Il modello CFD modificherà il flusso all'interno del dominio secondo le caratteristiche di complessità orografica (ostacoli, recinzioni di protezione) presenti.

In particolare, in prossimità del suolo è stata considerata una condizione caratterizzata da intensità del vento di 8.4 m/s e direzione di provenienza di 323°, con stabilità neutra, rappresentativa della situazione pomeridiana.

Tali valori possono essere ragionevolmente mantenuti stazionari per un periodo superiore all'ora, permettendo di realizzare una simulazione CFD stazionaria che consente di interpretare le concentrazioni di polveri come media oraria.



**Figura 3.3 Serie temporale dei dati di vento disponibili durante la giornata del 23 Ottobre 2017**



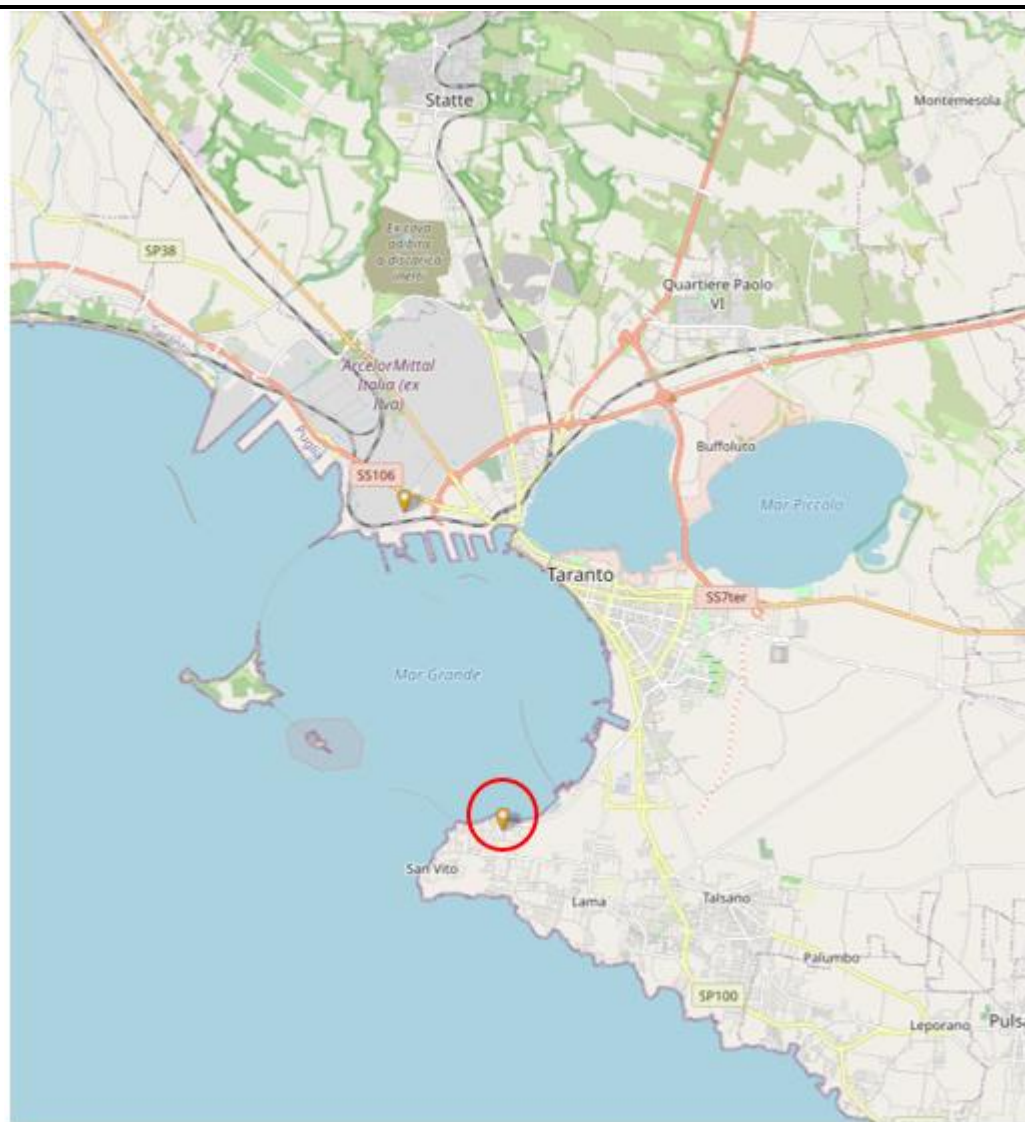
### 3.3.3 Confronto tra l'evento del 23/10/2017 e quello del 4/7/2020

Di seguito si riporta un confronto tra i principali dati meteorologici registrati durante i due eventi al fine di valutare la rappresentatività, in termini di condizioni avverse, dell'evento verificatosi il 23/10/2017 i cui dati meteo sono stati utilizzati in input al presente studio.

#### 3.3.3.1 Analisi dei dati anemologici

Alla data del 31/07/2020 nel sito di ARPA Puglia non sono ancora disponibili i dati meteo relativi al giorno 04/07/2020 e pertanto si farà riferimento alle informazioni contenute nella relazione della stessa Agenzia avente ad oggetto "Evento di dispersione di polveri verificati a Taranto in data 4 luglio 2020" con riferimento alla postazione considerata di San Vito; invece, per il giorno 23/10/2017 si farà riferimento ai dati disponibili sul sito di ARPA Puglia. Sotto l'estratto di una planimetria dal sito di ARPA con evidenza della stazione di Taranto San Vito.

**Figura 3.4 Posizionamento anemometro San Vito**



Di seguito sono riportate la rappresentazione dei dati in merito all'andamento della direzione e della velocità del vento e le precipitazioni del giorno 04/07/2020 presso la postazione di Taranto San Vito.

Figura 3.5 Dati rilevati a San Vito 04/07/2020

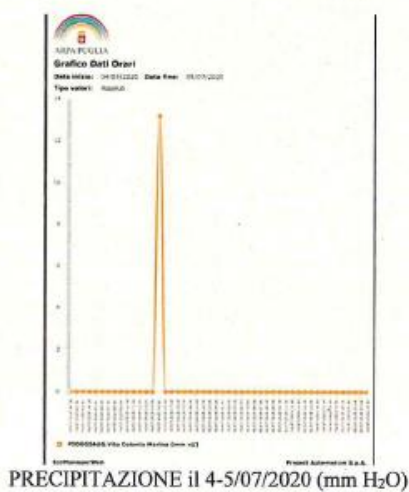
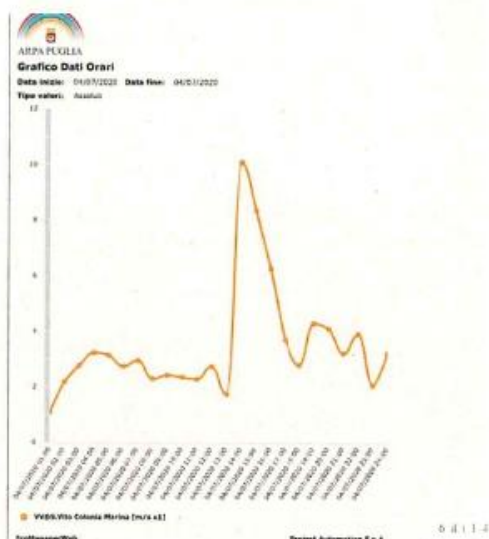


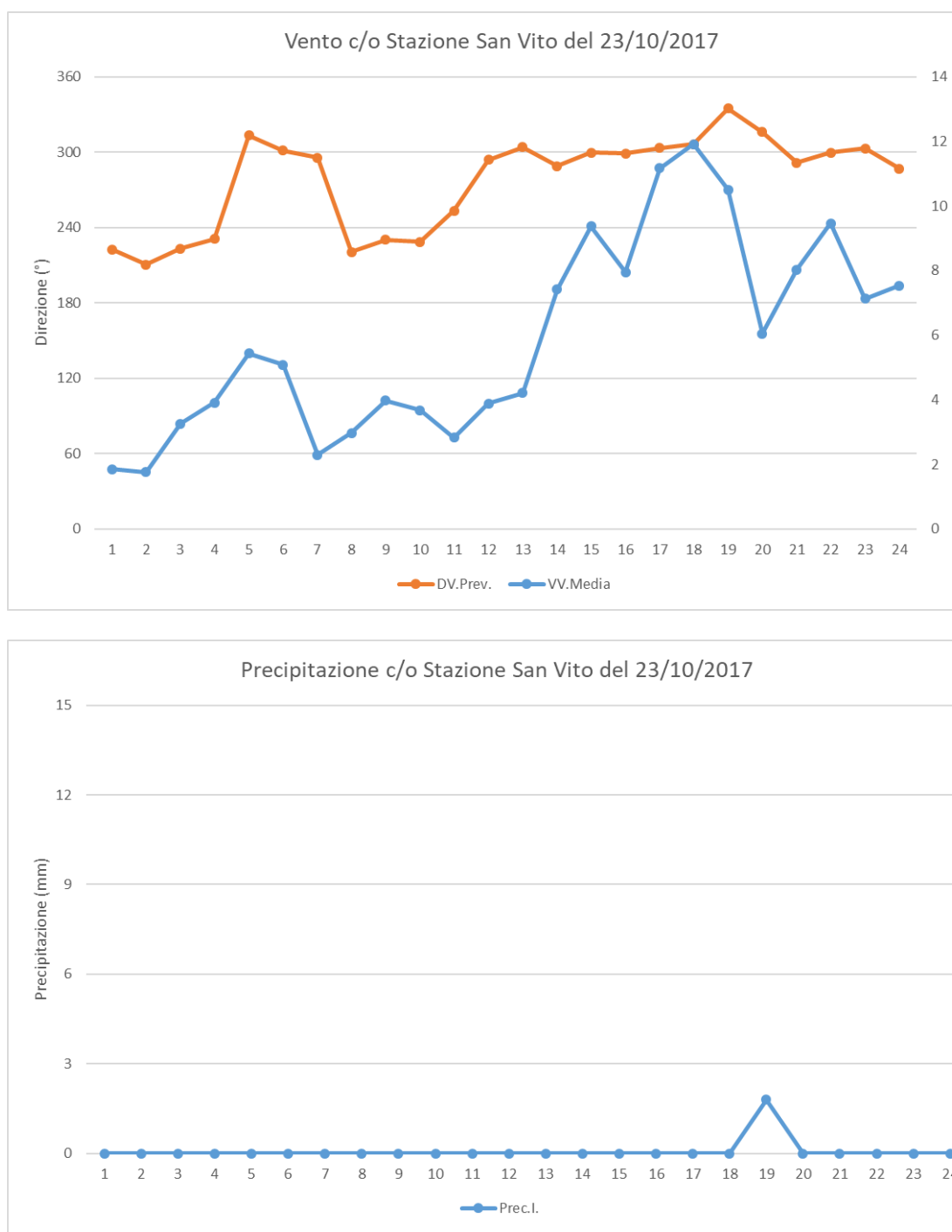
Fig. 3 – DV, VV, Pioggia San Vito

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari  
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150  
[www.arpa.puglia.it](http://www.arpa.puglia.it) C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica  
Centro Regionale Aria  
Corso Trieste 27, 70126 Bari  
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200  
e-mail: [aria@arpa.puglia.it](mailto:aria@arpa.puglia.it)

Di seguito sono riportate la rappresentazione dei dati in merito all'andamento della direzione e della velocità del vento e le precipitazioni del giorno 23/10/2017 presso la postazione di Taranto San Vito.

**Figura 3.6 Dati rilevati a San Vito 23/10/2017**

Sulla base dei dati riportati si evidenzia che le condizioni meteorologiche manifestatesi il 23/10/2017 siano state più gravose rispetto a quelle del 04/07/2020 poiché, essendo la direzione di vento sovrapponibile, appare che:

- La velocità media oraria massima del 23/10/2017 pari a 11,92 m/s è maggiore rispetto a quella del 04/07/2020 di circa 10 m/s;
- Nel giorno 04/07/2020 solo n.2 medie orarie di velocità sono risultate maggiori di 7 m/s a differenza del giorno 23/10/2017 in cui i valori con media oraria maggiore di 7 m/s sono stati 10;
- Nel giorno 23/10/2017 ci sono state tre ore consecutive con velocità media oraria superiore alla massima del giorno 04/07/2020 e ciò anche a conferma che, sebbene le direzioni di vento siano sovrapponibili, la persistenza della velocità del vento del 23/10/2017 conferma la bontà della previsione di wind-day che fu fatta per quel giorno da ARPA Puglia mentre per il giorno 04/07/2020 non vi è stata alcuna previsione di wind day di fatto rappresentando l'episodio del 04/07/2020 come un evento temporalmente circoscritto tra le ore 14 e le ore 15 che ha interessato l'intera città;
- La velocità media giornaliera del 04/07/2020 è stata di circa 3,5 m/s evidentemente inferiore a quella del 23/10/2017 pari a 5,9 m/s;
- L'altezza di pioggia del 23/10/2017 è stata pari a 1,8 mm manifestatasi in un'unica ora, più precisamente quella dopo a quella in cui si è avuta la massima velocità oraria, mentre nel giorno 04/07/2020 è stata pari a circa 13 mm manifestatasi in un'unica ora, più precisamente in concomitanza a quella in cui si è avuta la massima velocità oraria; quindi il minor grado di precipitazione del 23/10/2017 rappresenta certamente altra condizione per cui quel giorno è da considerarsi più gravoso rispetto al 04/07/2020.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva per una veloce evidenza di una maggiore criticità associabile al giorno 23/10/2017 rispetto al giorno 04/07/2020.

Parametro	23/10/2017	04/07/2020
Wind day	SI	NO
Velocità vento max (m/s)	11,9	10
Velocità vento min (m/s)	1,8	1
Velocità vento media (m/s)	5,9	3,5
n. ore con velocità media >7 m/s	10	2
Precipitazione (mm)	1,8	13

### 3.4 Scenario Emissivo

La simulazione ha preso in esame le emissioni delle frazioni granulometriche PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub> emesse dalle sorgenti oggetto della Prescrizione 6 per cui è richiesto il differimento della chiusura e comprese all'interno del dominio di calcolo, presentato alla sezione 3.2, definito in modo da focalizzare lo studio sugli impatti potenzialmente generati sull'area abitata del quartiere Tamburi.

Il calcolo dei flussi di massa di polveri emessi dalle sorgenti oggetto della Prescrizione 6 si è basato sui 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. Il calcolo dei flussi



delle frazioni granulometriche PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub> è stato effettuato mediante l'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.

Lo studio ha tenuto conto dell'implementazione, 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 considerato 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.

In questa valutazione non si è tenuto conto dell'avanzamento delle attività di chiusura che sono proseguite dopo la redazione del primo studio e che hanno ridotto le potenziali sorgenti.

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.

I flussi emissivi sono stati considerati stazionari all'interno della simulazione. Le sorgenti sono state simulate utilizzando l'ubicazione e la quota di emissione specifiche di ciascun punto.

### 3.5 Descrizione di dettaglio dei parametri di simulazione

La simulazione CFD effettuata mediante il codice Code Saturne è stata parametrizzata in modo tale da andare a considerare la presenza della rete perimetrale di protezione.

Di seguito si riportano le parametrizzazioni principali della simulazione:

- Simulazione stazionaria: lo schema non-stazionario del codice viene utilizzato per la soluzione del calcolo, cercando la convergenza di una soluzione stazionaria che mette in equilibrio la condizione di flusso entrante e flusso all'interno del dominio, considerando la presenza degli ostacoli;
- Configurazione delle reti: la simulazione ha preso in considerazione la presenza della rete di protezione stesa lungo il perimetro ad Est e Sud Est dello stabilimento, avente un'altezza di 21 m;
- Permeabilità della rete: l'effetto della permeabilità della rete sul vento è stato considerato nel modello e simulato come perdita di carico, considerata direttamente sui nodi di calcolo interessati. Il coefficiente di perdita di carico, in accordo con le specifiche del costruttore<sup>5</sup>, è relativo al modello "LIBECCIO 70", ovvero 50 Pa a 19.9 km/h;
- Deposizione e settling gravitazionale: sono stati considerati e calcolati gli effetti di filtraggio e deposizione delle polveri sulla superficie della rete di protezione. In particolare, il flusso di massa catturato dalla rete è stato quantificato attraverso la formula seguente:

$$\text{Flusso (kg/(m}^2 \text{ s))} = V_{dep} * \text{concentrazione incidente}$$

dove  $V_{dep}$  è dipendente dal diametro delle particelle e dal vento medio incidente sulla rete (si veda Tabella 3.2).

<sup>5</sup> <http://www.freshplaza.it/article/79114/La-misura-della-permeabilita-allaria-delle-reti-Arrigoni-come-funziona-e-a-cosa-serve>,  
[1] Castellano et al. 2015

L'effetto di caduta per le polveri di diverso diametro è stato considerato assumendo che le particelle siano di forma sferica. Tale effetto, oltre che dipendere dal diametro è anche funzione della densità delle particelle. Lo studio ha considerato la densità del materiale pari a  $2.1 \text{ g/cm}^3$ .

**Tabella 3.2 Velocità di deposizione  $V_{\text{dep}}$  della rete di protezione sul perimetro esterno**

$V_{\text{dep}} \text{ (m/s)}$	
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b>
0.0007	0.0029

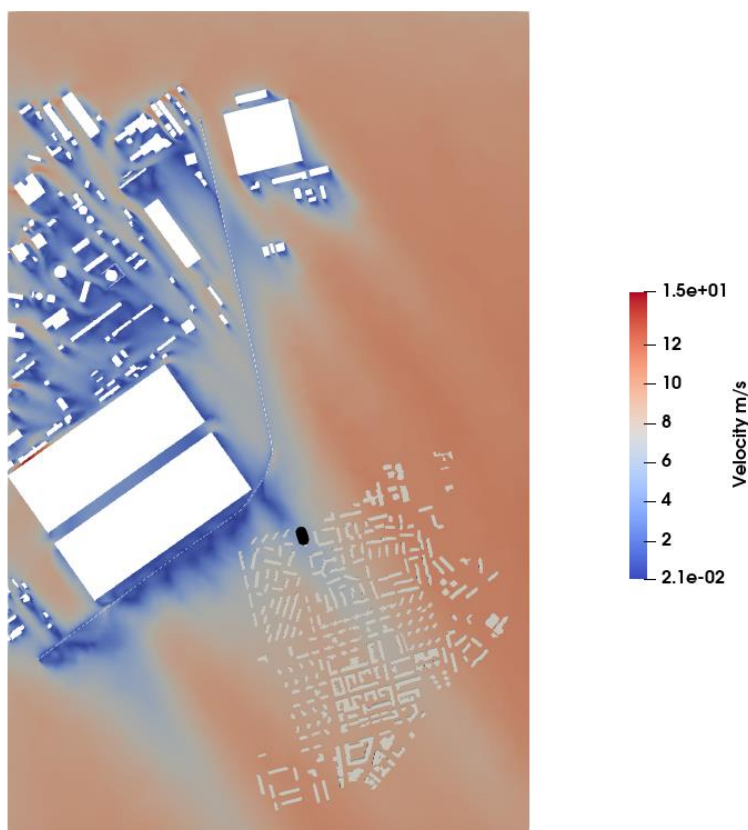
## 4. RISULTATI

### 4.1 Campo del flusso atmosferico

Data la complessità del sito, caratterizzato dalla presenza di numerosi edifici ed ostacoli all'interno dello stabilimento siderurgico, è lecito attendersi la presenza di campi relativi al flusso atmosferico caratterizzati da una forte variabilità spaziale, diretta conseguenza dell'impatto del vento contro le strutture considerate, in grado di generare vortici e scie.

La successiva *Figura 4.1* mostra il campo di intensità del vento espresso in m/s simulato ad una quota di 2 m sopra il livello del suolo nel dominio considerato. Sono visibili zone di scia, caratterizzate dalla presenza di intensità del vento ridotta, sottovento agli ostacoli. In particolare, una forte distorsione del flusso è presente, come lecito attendersi, nella zona caratterizzata dalla presenza degli edifici di copertura dei parchi primari. In questa zona il flusso risulta infatti particolarmente rallentato, soprattutto sottovento agli edifici e tale rallentamento risulta persistere in una fascia che si estende verso Sud Est, attraversando l'intero quartiere Tamburi. E' evidente inoltre l'effetto di rallentamento sul flusso indotto dalla presenza della rete di protezione perimetrale. Il simbolo nero localizzato nella parte più a Nord del quartiere Tamburi adiacente all'impianto, rappresenta il punto recettore di estrazione sia dei dati meteorologici che di concentrazione. I dati simulati in questo punto rappresentano le condizioni di ingresso al quartiere Tamburi.

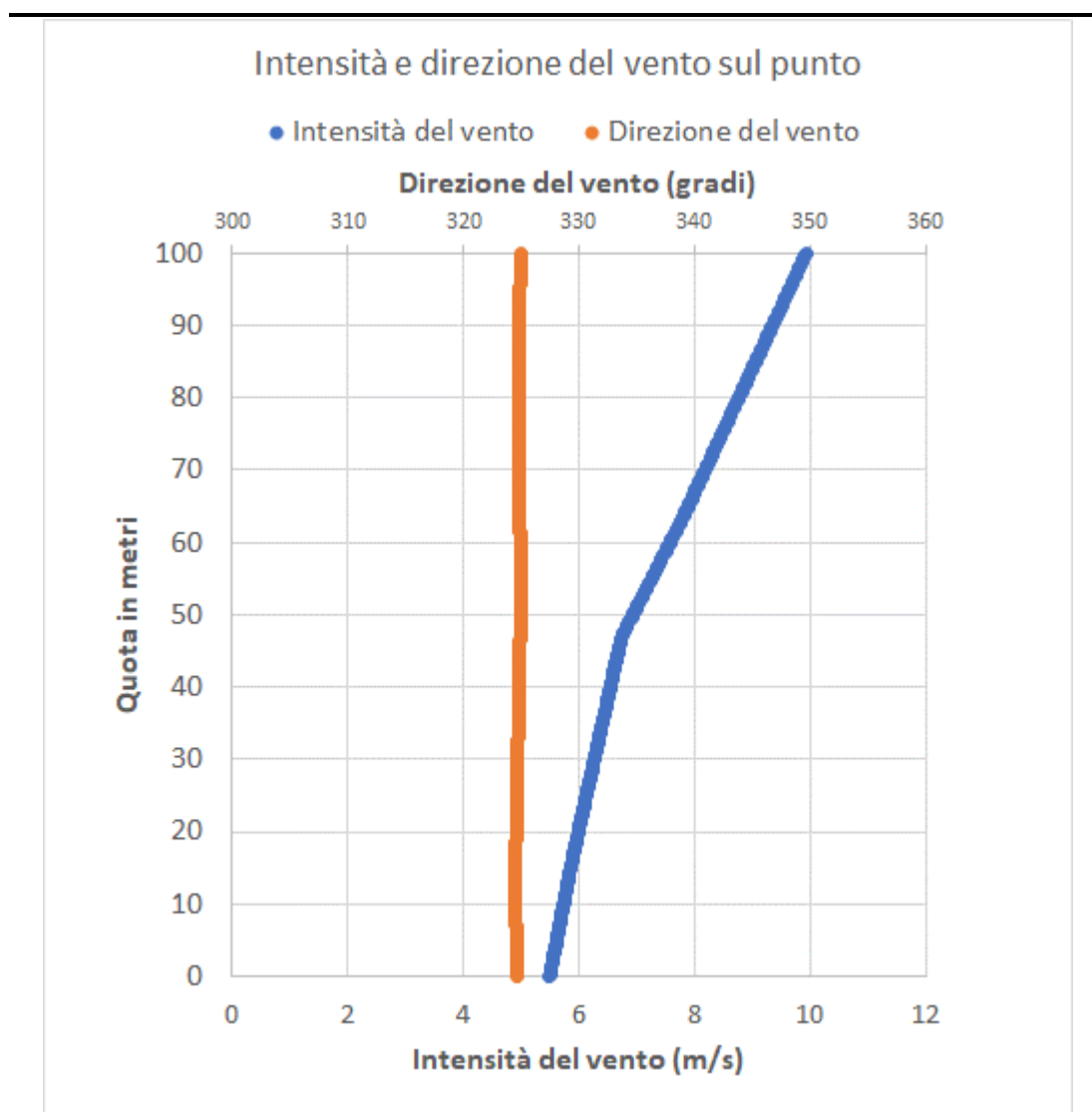
**Figura 4.1 Campo dell'intensità del vento espressa in m/s a 2 m di quota simulato nel dominio considerato**



La *Figura 4.2* illustra il profilo verticale di intensità e direzione del vento in corrispondenza del punto di estrazione. Il profilo mostra, nello strato atmosferico corrispondente ai primi 70 metri sopra il suolo, un evidente deficit di intensità del vento nel punto estratto, rispetto al valore di 8,4 m/s in prossimità del suolo che caratterizza la condizione al contorno entrante nel dominio. La presenza degli edifici di

copertura dei parchi, caratterizzati da un'altezza estradosso di quasi 80 metri, è in grado quindi di mascherare una parte del flusso fino al quartiere Tamburi ed oltre provocando una diminuzione dell'intensità del vento che nel punto di estrazione è di circa il 35% rispetto al valore imperturbato. Dal punto di vista della direzione del vento, gli edifici di copertura non determinano invece una evidente distorsione, anche se questo aspetto è in parte giustificato dalla disposizione degli stessi che sul lato più lungo risultano, rispetto alla direzione del flusso al contorno considerato, sostanzialmente ortogonali.

**Figura 4.2 Profilo verticale di intensità e direzione del vento sul punto di estrazione**



## 4.2 Simulazioni di dispersione

Questa sezione riporta, per ognuna delle 2 frazioni granulometriche del particolato simulate ( $PM_{2.5}$  e  $PM_{10}$ ) i risultati dello studio modellistico.

In particolare, le figure riportate di seguito, mostrano i campi di concentrazione in prossimità del suolo ottenuti nella simulazione; tali mappe hanno i valori di concentrazione espressi in  $\mu g/m^3$ . La scala di concentrazioni utilizzata per la visualizzazione è logaritmica. Nella situazione anemologica

considerata, caratterizzata da condizioni sufficientemente stazionarie, i valori di concentrazione sono rappresentativi di una concentrazione media oraria.

Sono inoltre riportati i valori di concentrazione al suolo estratti presso un punto di controllo localizzato a tamburi in una area posta nelle immediate vicinanze del confine dello stabilimento siderurgico. Nelle successive mappe di iso-concentrazione, il punto di controllo è evidenziato da un simbolo nero.

Si riportano in sequenza le figure relative ai campi di concentrazione al suolo per i diametri  $PM_{2.5}$  e  $PM_{10}$ .

#### 4.2.1 $PM_{2.5}$

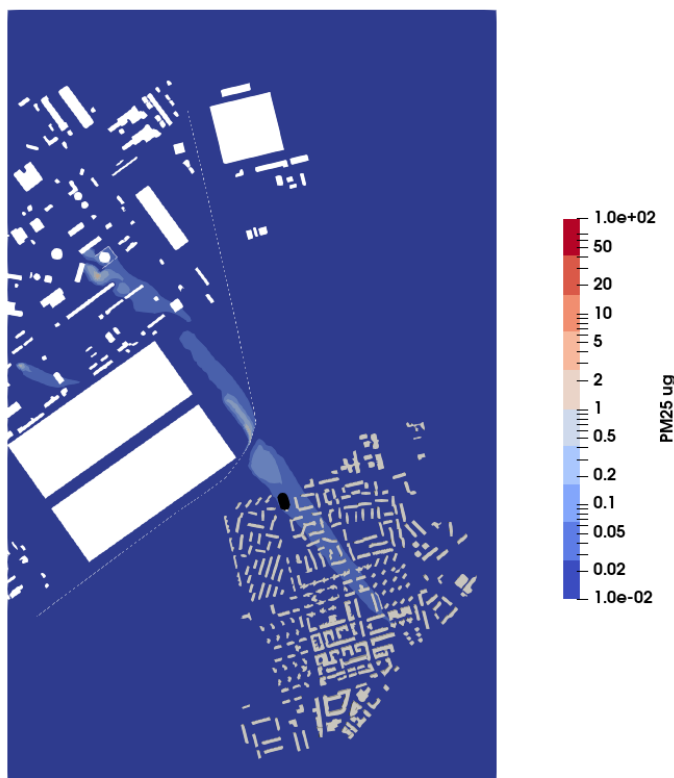
La Figura 4.3 riporta i campi di concentrazione in prossimità del suolo relativamente al  $PM_{2.5}$ . I valori di concentrazione sono espressi in  $\mu g/m^3$  sulla scala logaritmica colorata indicata a destra del grafico. I valori al di fuori dell'impianto risultano tipicamente al di sotto di  $0.1 \mu g/m^3$ , con i massimi localizzati a ridosso del perimetro Sud Est dello stabilimento.

Il valore di concentrazione media oraria al suolo estratto presso il punto di controllo (indicato da un simbolo nero), è pari a  $0.05 \mu g/m^3$ . La concentrazione in questo punto, localizzato all'ingresso del quartiere Tamburi in corrispondenza del pennacchio di ricaduta delle polveri generato dalle sorgenti considerate, è da intendersi rappresentativa dei livelli più elevati che si possono manifestare sull'area abitata, dato che i valori, come evidenziato dalla mappa, tendono a decrescere spostandosi all'interno del quartiere verso Sud Est in corrispondenza del pattern di impatto.

Da quanto sopra riportato si osserva che i risultati della simulazione modellistica al di fuori dell'impianto, pur essendo rappresentativi dei valori di concentrazione media oraria di una situazione tra le più potenzialmente critiche (wind day) verso la zona abitata di interesse, risultano almeno di due ordini di grandezza inferiori al limite di concentrazione da non superare per il  $PM_{2.5}$  di  $25 \mu g/m^3$  riferito alla media annua, definito dal Dlgs. 155/2010 attualmente in vigore.



**Figura 4.3 Campo di concentrazioni per la frazione PM<sub>2.5</sub> delle polveri, espresse in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a 2 m di quota nel dominio considerato**



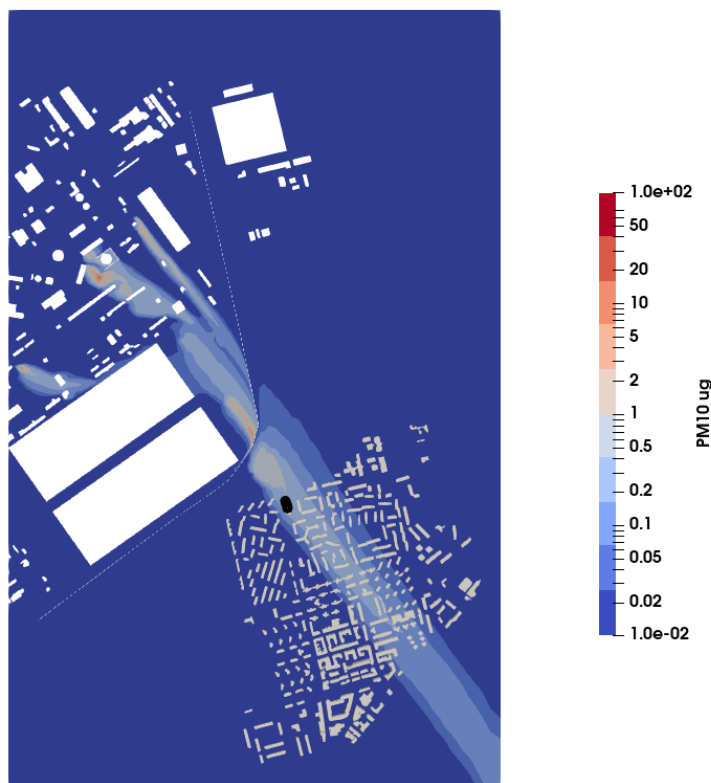
#### 4.2.2 PM<sub>10</sub>

La *Figura 4.4* riporta i campi di concentrazione in prossimità del suolo relativamente al PM<sub>10</sub>. I valori di concentrazione sono espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sulla scala logaritmica colorata indicata a destra del grafico. I valori al di fuori dell'impianto risultano tipicamente al di sotto di  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con i massimi localizzati a ridosso del perimetro Sud Est dello stabilimento.

Il valore di concentrazione media oraria al suolo estratto presso il punto di controllo scelto, indicato dal simbolo nero in figura, è pari a  $0.33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Come per il PM<sub>2.5</sub>, la concentrazione in questo punto, localizzato all'ingresso del quartiere Tamburi in corrispondenza del pennacchio di ricaduta delle polveri generato dalle sorgenti considerate, è da intendersi rappresentativa dei livelli più elevati che si possono manifestare sull'area abitata, dato che i valori, come evidenziato dalla mappa, tendono a decrescere spostandosi all'interno del quartiere verso Sud Est in corrispondenza del pattern di impatto.

Da quanto sopra riportato si osserva che i risultati della simulazione modellistica al di fuori dell'impianto, pur essendo rappresentativi dei valori di concentrazione media oraria di una situazione tra le più potenzialmente critiche (windy days) per l'impatto delle polveri verso la zona abitata di interesse, risultano almeno di due ordini di grandezza inferiori al limite di concentrazione per il PM<sub>10</sub> di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  riferito alla media giornaliera (da non superare per più di 35 volte in un anno) e di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  riferito alla media annua (da non superare), definiti dal Dlgs. 155/2010 attualmente in vigore.

**Figura 4.4 Campo di concentrazioni per la frazione PM<sub>10</sub> delle polveri, espresse in µg/m<sup>3</sup> a 2 m di quota nel dominio considerato**



### 4.3 Struttura spaziale delle variazioni

Da un punto di vista della variazione spaziale delle concentrazioni, i pattern evidenziati per PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub> sono sostanzialmente simili. Tale struttura è in parte determinata dalla distribuzione spaziale delle emissioni, che originano dai punti critici del sistema di nastri trasportatori ancora oggetto di prescrizione 6 in punti diversi e a quote diverse, e in parte dalla presenza degli ostacoli al flusso.

Gli effetti più evidenti sono quelli generati dalla presenza della rete perimetrale, in grado di fornire un efficace grado di protezione determinando livelli di impatto molto limitati al di fuori dell'impianto.

Le immagini mettono inoltre in evidenza gli effetti generati dalla presenza del principale ostacolo al flusso verso Sud e Sud Est rappresentato dagli edifici di copertura dei parchi primari. In particolare appare evidente come alcune delle sorgenti localizzate in prossimità del limite ad Ovest del dominio al centro dello stesso risultano completamente mascherate dalla protezione degli edifici e per questo motivo non forniscono un sostanziale contributo di concentrazione verso il quartiere Tamburi. Allo stesso tempo, gli stessi edifici tendono a far restringere e a raggruppare il pattern di concentrazione verso Sud Est generato dalle emissioni delle torri che non riescono a mascherare in modo diretto, soprattutto grazie all'effetto di scia e mascheramento sul vento, che però risulta efficacemente schermato dalla rete di protezione perimetrale.

## 5. CONCLUSIONI

Il presente studio è stato predisposto al fine di quantificare le ricadute delle emissioni di polveri emesse dalle sorgenti dello stabilimento AMI di Taranto oggetto della prescrizione 6 del DPCM del 29/9/2017. In particolare, lo studio ha lo scopo di verificare quantitativamente i valori di concentrazione al suolo delle frazioni granulometriche  $PM_{2.5}$  e  $PM_{10}$  emesse dalle sorgenti considerate in condizioni meteorologiche particolarmente gravose (wind-day) sull'area del quartiere Tamburi tenendo conto della presenza dei principali edifici od ostacoli presenti all'interno dell'impianto e lungo il suo perimetro.

La valutazione è stata effettuata mediante l'applicazione di un modello fluido dinamico (CFD), già utilizzato per precedenti valutazioni in merito alle emissioni dello stabilimento siderurgico.

Le condizioni anemologiche considerate sono particolarmente critiche per l'impatto verso il quartiere Tamburi e rappresentano la situazione del caso di wind day del 23 Ottobre 2017, con vento persistente in prossimità del suolo di oltre 8 m/s e direzione di provenienza di 323°. Tale condizione meteorologica è stata utilizzata in quanto particolarmente rilevante in termini meteo-dispersivi, adatta a rappresentare condizioni di wind-day (il giorno 23/10/2017 è stato classificato con wind-day) e più critica delle condizioni verificatesi in data 04/07/2020.

La simulazione è stata condotta su un dominio di calcolo definito in modo da focalizzare l'analisi sull'area abitata del quartiere Tamburi di Taranto, maggiormente impattato in termini di ricadute al suolo in particolare in condizioni di wind day.

La stima delle emissioni è stata fatta utilizzando le metodiche di stima già condivise e consolidate in passato con l'autorità competente, rielaborate per tener conto dell'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 transitante dalle cadute oggetto della Prescrizione 6).

I risultati mostrano che, nonostante con condizioni meteorologiche simulate, al di fuori dell'impianto i valori di concentrazione delle frazioni granulometriche  $PM_{2.5}$  e  $PM_{10}$  associate alle emissioni di polveri dalle sorgenti oggetto della prescrizione 6 risultano almeno due ordini di grandezza inferiori rispetto ai limiti definiti dal Dlgs 155/2010, pur essendo rappresentativi di una situazione tra le più potenzialmente critiche per l'impatto delle polveri verso la zona abitata di interesse. Le concentrazioni al suolo, estratte in corrispondenza di un punto recettore all'ingresso del quartiere Tamburi e rappresentative dei valori più elevati che si manifestano su tutta la zona abitata del quartiere, risultano di 0.05  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per il  $PM_{2.5}$  e 0.33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per il  $PM_{10}$ , rispettivamente tre e due ordini di grandezza inferiori al limite e da ciò emerge che l'area abitata non è di fatto influenzata dal contributo di queste sorgenti valutate nello studio.

Dal punto di vista dell'influenza degli ostacoli sia sui valori assoluti che sul pattern di concentrazione, gli elementi architettonici considerati nella simulazione maggiormente influenti sul campo di concentrazione sono risultati la rete di protezione perimetrale lungo il confine Sud Est dello stabilimento e gli edifici di copertura dei parchi primari, i quali generano un generale ed evidente effetto positivo in termini ricadute al suolo nel quartiere Tamburi.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Castellano S., De Pascalis L., Lippolis M., Scarascia Mugnozza G., Starace G. (2015). Evaluation of HDPE nets performance in micro wind tunnel - GreenSys2015 - International Symposium on New Technologies and Management for Greenhouses - Evora (Portugal).
- [2] Demael, E. and Carissimo, B. (2008). Comparative evaluation of an eulerian cfd and gaussian plume models based on prairie grass dispersion experiment. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47(3):888–900.
- [3] Milliez, M. and Carissimo, B. (2007). Numerical simulations of pollutant dispersion in an idealized urban area, for different meteorological conditions. *Boundary-Layer Meteorology*, 122(2):321–342.
- [4] Milliez, M. and Carissimo, B. (2008). Computational fluid dynamical modelling of concentration fluctuations in an idealized urban area. *Boundary-layer meteorology*, 127(2):241–259.
- [5] Qu, Y., Milliez, M., Musson-Genon, L., and Carissimo, B. (2011). Micrometeorological modeling of radiative and convective effects with a buildingresolving code. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 50:1713–1724.
- [6] Qu, Y., Milliez, M., Musson-Genon, L., and Carissimo, B. (2012). Numerical study of the thermal effects of buildings on low-speed airflow taking into account 3d atmospheric radiation in urban canopy. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 104:474–483.
- [7] Zaidi, H., Dupont, E., Milliez, M., musson Genon, L., and Carissimo, B. (2013). Numerical simulations of the microscale heterogeneties of turbulence observed on a complex site. *Boundary-Layer Meteorology*, 147:237–259.
- [8] Chahine, A., P. Matharan, D. Wendum, L. Musson-Genon, R. Bresson, and B. Carissimo (2015). Modelling atmospheric effects on performance and plume dispersal from natural draft wet cooling towers. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 136, 151–164.
- [9] Wei, X., E. Dupont, E. Gilbert, L. Musson-Genon, and B. Carissimo (2016). Experimental and numerical study of wind and turbulence in a near-field dispersion campaign at an inhomogeneous site. *Boundary- Layer Meteorology*, 160 (3), 475–499.
- [10] Makké, L., L. Musson-Genon, B. Carissimo, P. Plion, M. Milliez, and A. Douce (2016). A new method for fast computation of three-dimensional atmospheric infrared radiative transfer in a nonscattering medium, with an application to dynamical simulation of radiation fog in a built environment. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 73 (10), 4137–4149.

## APPENDIX A      PRESCRIZIONE 6: STATO DI AVANZAMENTO

---

**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](http://www.erm.com)