



# Monitoraggio del particolato nel porto e nell'area urbana di Civitavecchia



<b>E</b>
Comune di Civitavecchia Comune di Civitavecchia
Protocollo N.0054578/2021 del 12/07/2021

Luglio 2021

---

---









# Monitoraggio del particolato nel porto e nell'area urbana di Civitavecchia

Luglio 2021

## **Monitoraggio del particolato nel porto e nell'area urbana di Civitavecchia**

**Rapporto a cura di:**

**ARPA Lazio**

Dipartimento stato dell'ambiente

Servizio qualità dell'aria e monitoraggio ambientale degli agenti fisici (*responsabile Ing. Massimo Magliocchetti*)

Autori: Giada Marchegiani, Alessandro Di Giosa, Arianna Marinelli, Fabio Vantaggio

Attività di monitoraggio e analisi dei dati: Marilena Caldarella, Cesarella Colonna, Sesto Damizia, Luigi Martino

Foto di copertina: <https://www.pilotiportidiroma.it/wp-content/gallery/album-sito/immagini/Porto-Civitavecchia.jpg>

# INDICE

<b>INDICE</b> .....	<b>4</b>
LEGENDA .....	<b>6</b>
1 INTRODUZIONE .....	<b>6</b>
2 IL COMPENSORIO DI CIVITAVECCHIA.....	<b>6</b>
3 LA RETE DI MONITORAGGIO NEL COMPENSORIO DI CIVITAVECCHIA .....	<b>8</b>
4 DATI DEL PARTICOLATO ATMOSFERICO NEL PERIODO 2017-2020.....	<b>10</b>
5 MONITORAGGIO DEL PM A CIVITAVECCHIA PORTO E CITTA' .....	<b>13</b>
7 RISULTATI DEL MONITORAGGIO E ANALISI DATI.....	<b>15</b>
7.1 CONFRONTO CON DATI DELLE CENTRALINE DELLA RETE DI MONITORAGGIO ARPA LAZIO .....	<b>20</b>
7.2 ANALISI DATI METEOROLOGICI .....	<b>21</b>
7.3 DATI DI PM A CONFRONTO .....	<b>24</b>
8 CONCLUSIONI.....	<b>28</b>
9 RIFERIMENTI .....	<b>30</b>



## Indice delle illustrazioni

FIGURA 1 - MAPPA DEL TERRITORIO DEL COMPRESORIO DI CIVITAVECCHIA. ....	7
FIGURA 2 - LOCALIZZAZIONE DELLE STAZIONI NELLA RETE DI MISURA REGIONALE.....	8
FIGURA 3 - STAZIONI DI MONITORAGGIO NEL COMPRESORIO DI CIVITAVECCHIA.....	9
FIGURA 4 - VALORE MEDIO DEL PM10 NELLE STAZIONI DI CIVITAVECCHIA E DINTORNI. ....	12
FIGURA 5 - VALORE MEDIO DEL PM2.5 NELLE STAZIONI DI CIVITAVECCHIA E DINTORNI. ....	12
FIGURA 6 - NUMERO DI GIORNI DI SUPERAMENTO PER LA MEDIA GIORNALIERA DI 50 µG/M <sup>3</sup> DI PM10 NELLE STAZIONI DEL COMPRESORIO. ....	13
FIGURA 7 - CENTRALINE DI MONITORAGGIO DELL'ARPA LAZIO COINVOLTE E STAZIONE METEO DI RIFERIMENTO.....	14
FIGURA 8 - ANDAMENTO DELLE CONCENTRAZIONI GIORNALIERE DEL PARTICOLATO ATMOSFERICO PM10 PRESSO LE DUE CENTRALINE FISSE ..	15
FIGURA 9 - IMMAGINE MODELLISTICA DEL PM10 NEL MEDITERRANEO PER IL GIORNO 25 FEBBRAIO 2021 (IMMAGINE DA .....	15
FIGURA 10 - STIMA MEDIA GIORNALIERA DEL PM10, PM4, PM2.5 E PM1 DAL 12 FEBBRAIO AL 7 APRILE 2021 MISURATO A CIVITAVECCHIA .....	16
FIGURA 11 - STIMA MEDIA GIORNALIERA DEL PM10 E PM2.5 DAL 12 FEBBRAIO AL 7 APRILE 2021 MISURATO A CIVITAVECCHIA PORTO.....	17
FIGURA 12 - CONFRONTO DELLA STIMA MEDIA GIORNALIERA DEL PM10 REGISTRATO NELLE STAZIONI DI CIVITAVECCHIA TOGLIATTI E PORTO. .....	17
FIGURA 13 - STIMA GIORNALIERA DELL'ANDAMENTO DEL PM10 E PM2.5 DAL 12 FEBBRAIO AL 7 APRILE 2021 RILEVATO A CIVITAVECCHIA	18
FIGURA 14 - VARIAZIONE DELLE FRAZIONI DI PM STIMATE PER CIASCUN SITO DI MONITORAGGIO DURANTE LE SEGUENTI FASI DELLA GIORNATA: .....	18
FIGURA 15 - VARIAZIONE SETTIMANALE A CONFRONTO DI PM10 E PM2.5 STIMATO NEI SITI DI CIVITAVECCHIA TOGLIATTI E PORTO .....	19
FIGURA 16 - CONFRONTO DELLA STIMA MEDIA GIORNALIERA DEL PM10 REGISTRATO NELLE STAZIONI DI CIVITAVECCHIA TOGLIATTI E PORTO E .....	20
FIGURA 17 - ROSA DEI VENTI DELLA STAZIONE DELL'HEADQUARTER DEL PORTO DI CIVITAVECCHIA.....	21
FIGURA 18 - ANDAMENTO GIORNALIERO DEL VENTO MEDIO, DELLA PRECIPITAZIONE CUMULATA E DELLA RADIAZIONE GLOBALE PER IL .....	22
FIGURA 19 - BOX PLOT DI UMITÀ RELATIVA, TEMPERATURA E PRESSIONE REGISTRATA DAL 12 FEBBRAIO AL 7 APRILE 2021 DALLA .....	23
FIGURA 20 - ANDAMENTO TRA DATI DI CONCENTRAZIONE GIORNALIERA DI PM10 REGISTRATI A CIVITAVECCHIA PORTO E TOGLIATTI E MM DI 23	
FIGURA 21 - ANDAMENTO TRA DATI DI CONCENTRAZIONE GIORNALIERA DI PM10 REGISTRATI A CIVITAVECCHIA PORTO E TOGLIATTI E INTENSITÀ .....	24
FIGURA 22 - MAPPA DELLE 5 AREE DI STUDIO DEL PROGETTO APICE CHE COINVOLGE I TERRITORI DI VENEZIA, MARSIGLIA, SALONICCO, .....	25
FIGURA 23 - CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE ORARIA DELLE CONCENTRAZIONI STIMATE DI PM10 REGISTRATE NELL'ANNO 2011 NEI 5 SITI .	26
FIGURA 24 - CONFRONTO TRA LA VARIAZIONE ORARIA DELLE CONCENTRAZIONI STIMATE DI PM2.5 REGISTRATE NELL'ANNO 2009 NELL'AREA .....	27

## Indice delle tabelle

TABELLA 1 - CENTRALINE FISSE DI MONITORAGGIO NEL COMPRESORIO DI CIVITAVECCHIA. ....	10
TABELLA 2 - DATI DI PARTICOLATO ATMOSFERICO MISURATI NEL COMPRESORIO DI CIVITAVECCHIA (2017-2020). ....	11
TABELLA 3 - CONFRONTO TRA PM10 SECONDO D.LGS. 155/2010 CON STIMA DEL CONTATORE OTTICO IN CONTINUO CPM10 PER IL PERIODO .....	20
TABELLA 4 - PARAMETRI METEOROLOGICI DI PRECIPITAZIONE E VENTO REGISTRATI DALLA STAZIONE SITA SUL TETTO DELL'HEADQUARTER DAL	22

## LEGENDA

ARPA	Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale
BENZ	Benzene
CPM1	campionatore ottico di particelle 1
CPM2	campionatore ottico di particelle 2
CO	Monossido di carbonio
D.LGS.	Decreto legislativo
ISPRA	Istituto Superiore per La Protezione e la Ricerca Ambientale
LAT	Latitudine
LON	Longitudine
N	Nord
NO <sub>x</sub>	Ossidi di azoto
NRO	Numero
NW	Nord-Ovest
O <sub>3</sub>	Ozono
PM	Particulate matter
PM1	particolato formato da particelle con dimensioni <1 µm
PM2.5	particolato formato da particelle con dimensioni <2.5 µm
PM4	particolato formato da particelle con dimensioni <4 µm
PM10	particolato formato da particelle con dimensioni <10 µm
PROV	Provincia
S.L.M.	sul livello del mare
SO <sub>2</sub>	Biossido di zolfo
STAZ	Stazione
TVN	Torrevaldaliga Nord
TVS	Torrevaldaliga Sud
UE	Unione Europea



## 1 INTRODUZIONE

L'ARPA Lazio effettua il monitoraggio della qualità dell'aria nel territorio della regione attraverso una rete di centraline di rilevamento fisse e mobili e mediante l'utilizzo di modelli di simulazione di dispersione degli inquinanti.

Nel comprensorio di Civitavecchia, oltre le stazioni della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria, è presente anche la rete di centraline denominata "ex-ENEL", realizzata per il monitoraggio della centrale di Torrevaldaliga Nord. Questa rete è gestita da maggio del 2016 dall'ARPA Lazio a seguito di una convenzione con la Regione e il comune di Civitavecchia.

Al fine di approfondire la conoscenza dello stato della qualità dell'aria nella città di Civitavecchia, nell'ambito della convenzione, l'ARPA Lazio ha realizzato nei mesi di febbraio, marzo e aprile 2021 una campagna di monitoraggio presso due siti di misura (le centraline denominate Civitavecchia Togliatti e Civitavecchia Porto), per la determinazione delle varie frazioni del Particolato (PM10, PM2.5, PM4, PM1).

## 2 IL COMPRESORIO DI CIVITAVECCHIA

L'area di Civitavecchia è stata fin dal passato interessata dalla presenza di significative sorgenti di emissione di inquinanti atmosferici.

Attualmente sono presenti due Centrali elettriche, Torrevaldaliga Sud (TVS) e Torrevaldaliga Nord (TVN), distanti circa 4 Km dal centro abitato [1].

TVS (attivata nel 1964) era una centrale petrolifera ma tra il 2004 e il 2005, è stata convertita in turbogas (alimentata esclusivamente a gas naturale). La Centrale è costituita da due unità a ciclo combinato, una da 800 MW e una 400 MW.

Poco più a Nord è situata la centrale elettrica TVN, attiva dal 1984, che inizialmente era una centrale termoelettrica ad olio combustibile, e nel 2010 è stata convertita in centrale elettrica a carbone (erogando una potenza di 2640 MW). È ubicata in un'area situata nel territorio del comune di Civitavecchia a circa 2 km a N-NW in linea d'aria dalla città, tra la costa tirrenica e la linea ferroviaria Roma-Pisa, che divide il sito in due parti; oltre il tracciato ferroviario sono situati l'ex parco serbatoi combustibili e la stazione elettrica, mentre l'impianto di produzione vero e proprio, fino ai

trasformatori di macchina, occupa l'area prospiciente la costa tirrenica. Complessivamente l'area occupata dall'impianto è pari a circa 700.000 m<sup>2</sup>, su un'area di proprietà di circa 975.000 m<sup>2</sup>.

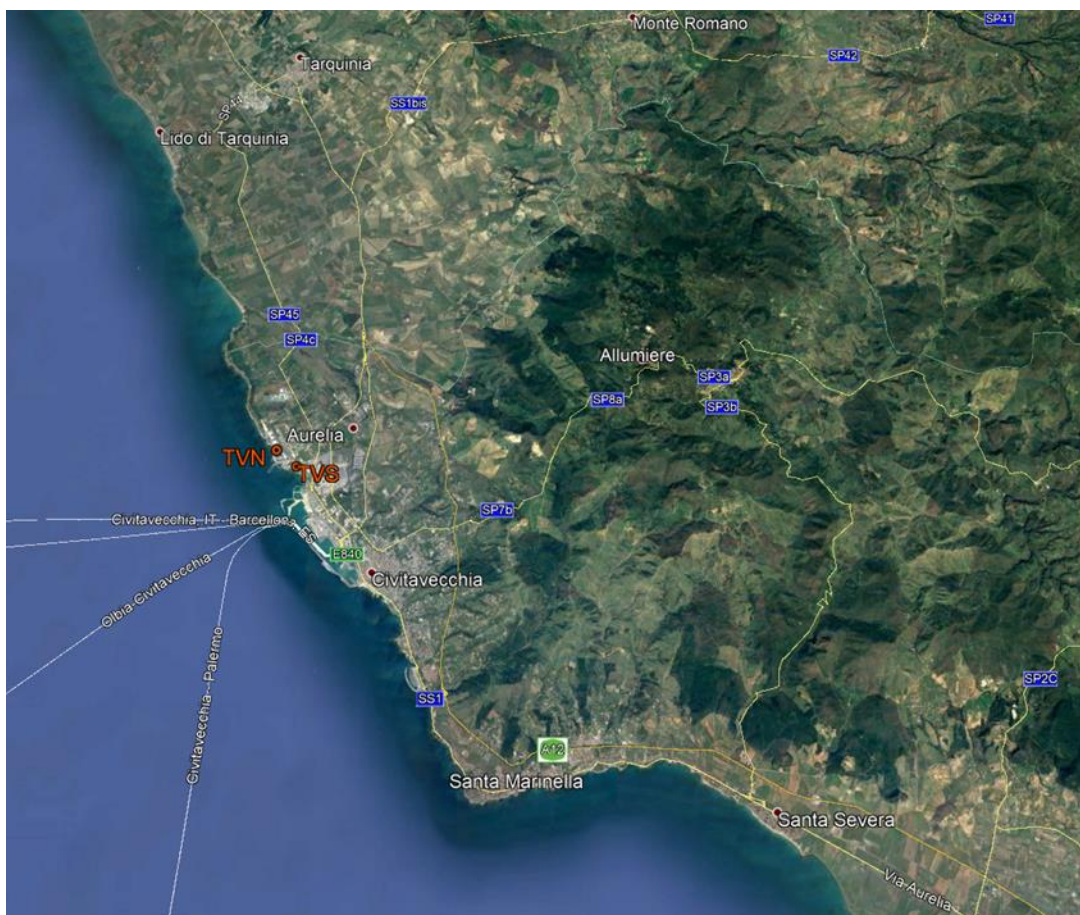


Figura 1 - Mappa del territorio del Comprensorio di Civitavecchia.

Oltre alle infrastrutture energetiche è presente nel comune di Civitavecchia un importante porto (241.000 m<sup>2</sup>, 26 moli operativi, 23 ormeggi e 100 metri per gli yacht) diviso in due macro aree (turismo e commerciale). A sud è localizzata la parte dedicata al turismo, al diportismo (principalmente con la Sardegna e la Corsica) ed alle crociere, a nord l'area per i traffici commerciali, la pesca e il cabotaggio.

A partire dagli anni '80 è in corso una ristrutturazione del porto di Civitavecchia come punto nodale del moderno traffico passeggeri e merci nazionale e internazionale. Il miglioramento delle banchine e delle strutture per i passeggeri nel corso degli anni ha permesso un incremento delle navi da crociera (da 50 navi nel 1996 a 950 nel 2013) e traghetti (1500 all'anno) con un numero medio annuale di passeggeri che ha raggiunto i 4 milioni negli ultimi anni e 11 milioni di tonnellate di merci.

Nell'area di Civitavecchia è inoltre presente anche una rete viaria autostradale (Roma-Tarquinia Nord A 12), una strada statale (Aurelia SS 1), oltre una rete ferroviaria (Roma-Pisa) a trazione elettrica, nonché un traffico locale di una città di oltre 50 mila abitanti.

### 3 LA RETE DI MONITORAGGIO NEL COMPRESORIO DI CIVITAVECCHIA

L'ARPA Lazio gestisce per conto della Regione la rete di monitoraggio della qualità dell'aria, costituita attualmente da 55 centraline in cui viene misurata la concentrazione in aria delle principali specie inquinanti previste dalla normativa (d. lgs. n. 155/2010).

Di queste 55 centraline di monitoraggio 46 sono inserite nel Programma di valutazione della qualità dell'aria regionale.

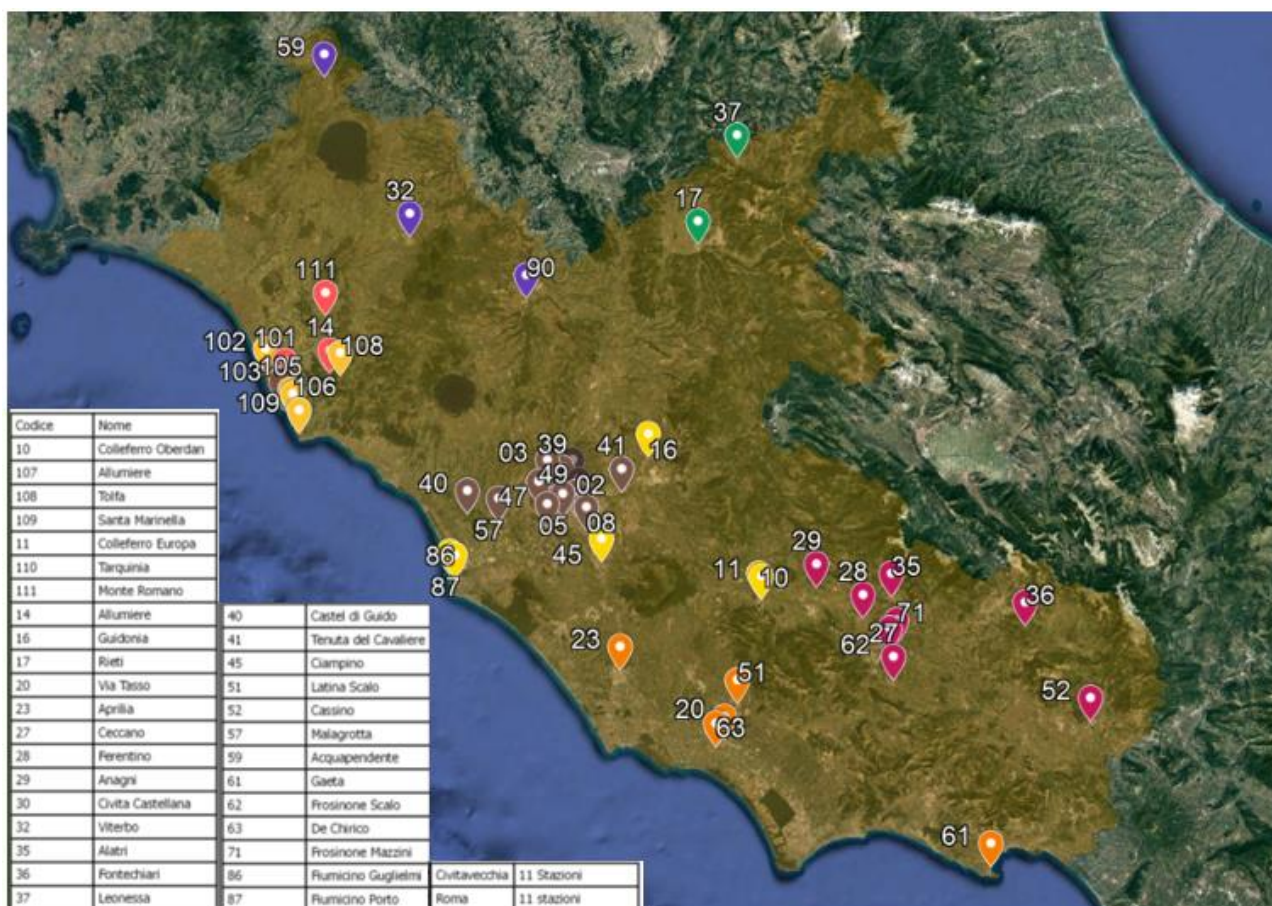


Figura 2 - Localizzazione delle stazioni nella rete di misura regionale.

Delle 9 restanti 7 si trovano nell'area del comprensorio di Civitavecchia, per approfondire la qualità dell'aria in una zona, in cui è attivo il maggior polo di produzione termoelettrica regionale ed un porto in espansione.

Le 7 centraline presenti nel comprensorio sono: via Morandi, Porto, Aurelia, San Gordiano (localizzate nel comune di Civitavecchia) e Santa Marinella, Allumiere e Tolfa.

Nel maggio del 2016, 11 centraline della rete ex-ENEL di Civitavecchia sono passate sotto la gestione dell'ARPA Lazio a seguito di una convenzione stipulata con la Regione e il comune di Civitavecchia. Le centraline ex-Enel sono gestite con le stesse modalità adottate per la rete regionale.

La centralina di Tarquinia della rete ex-ENEL non è attualmente attiva.

In Figura 3 è rappresentata la distribuzione spaziale delle centraline nel comprensorio di Civitavecchia.

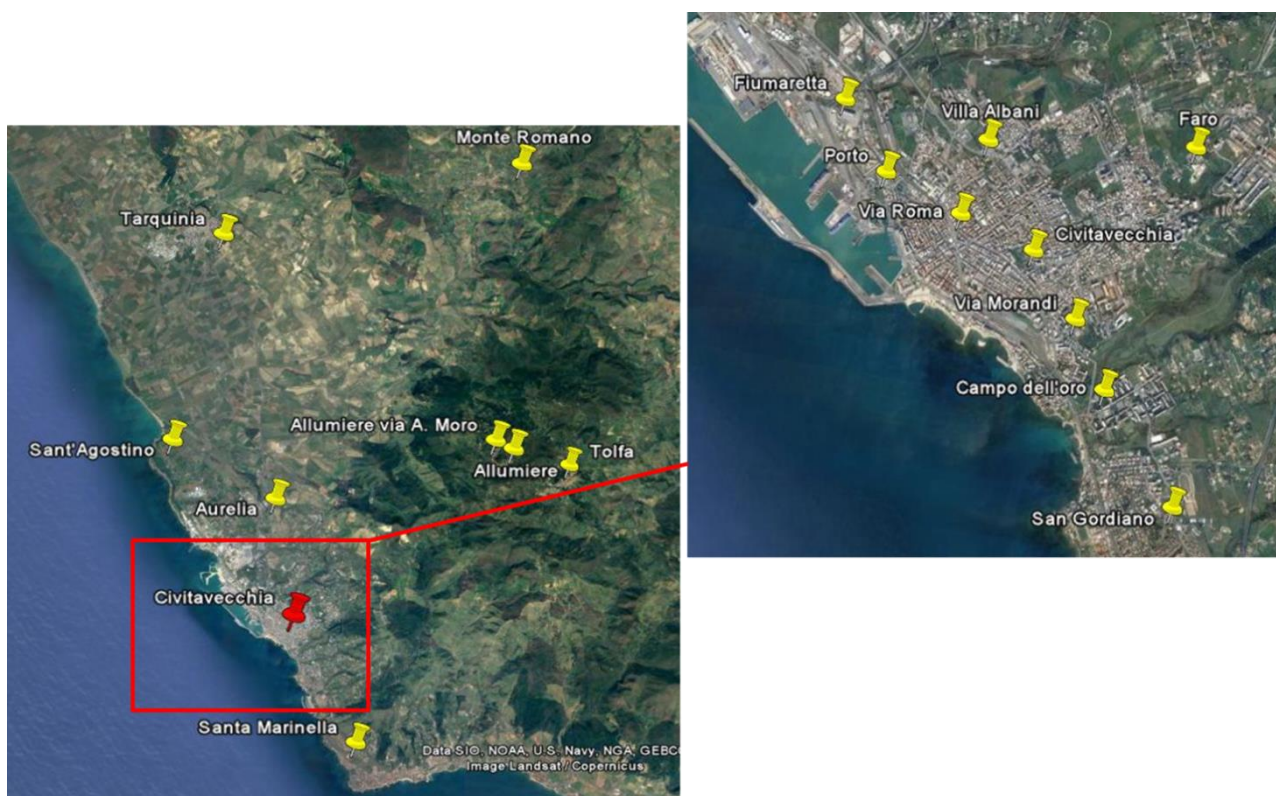


Figura 3 - Stazioni di monitoraggio nel comprensorio di Civitavecchia.

In Tabella 1 vengono elencate le centraline presenti nel comprensorio e la relativa dotazione strumentale.

Tabella 1 - Centraline fisse di monitoraggio nel Comprensorio di Civitavecchia.

CENTRALINE EX-ENEL GESTITE DALL'ARPA LAZIO															
COMUNE	PROV.	NOME STAZIONE	NRO STAZ.	LAT.	LON.	S.L.M. (M)	PM10	PM2.5	NO <sub>x</sub>	BENZ.	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	IPA	METALLI
CIVITAVECCHIA	RM	AURELIA	101	42,137344	11,793163	72	X	-	X	-	-	-	-	-	-
CIVITAVECCHIA	RM	S. AGOSTINO	102	42,159947	11,742631	16	X	-	X	-	-	-	X	-	-
CIVITAVECCHIA	RM	FIUMARETTA	103	42,102158	11,784358	1	X	X	X	X	X	X	-	X	X
CIVITAVECCHIA	RM	FARO	104	42,098903	11,817692	174	X	X	X	-	X	-	-	-	-
CIVITAVECCHIA	RM	CAMPO DELL'ORO	105	42,081825	11,809336	74	X	X	X	-	X	-	-	-	-
CIVITAVECCHIA	RM	S. GORDIANO	106	42,073608	11,815916	87	X	-	X	-	-	-	-	-	-
ALLUMIERE	RM	ALLUMIERE VIA A. MORO	107	42,160972	11,900022	467	X	X	X	-	X	-	X	-	-
TOLFA	RM	TOLFA	108	42,152227	11,93583	576	X	-	X	-	-	-	-	-	-
SANTA MARINELLA	RM	SANTA MARINELLA	109	42,042419	11,833499	15	-	-	X	-	-	-	X	-	-
TARQUINIA	VT	TARQUINIA*	110	42,240389	11,766344	216	X	-	X	-	X	-	-	-	-
CIVITAVECCHIA	VT	MONTE ROMANO	111	42,268561	11,910914	286	X	-	X	-	-	-	-	-	-
CENTRALINE ARPA LAZIO															
COMUNE	PROV.	NOME STAZIONE	NRO STAZ.	LAT.	LON.	S.L.M. (M)	PM10	PM2.5	NO <sub>x</sub>	BENZ.	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	IPA	METALLI
ALLUMIERE	RM	ALLUMIERE	14	42,157741	11,908744	542	X	-	X	-	X	-	X	-	-
CIVITAVECCHIA	RM	CIVITAVECCHIA	15	42,091629	11,802466	26	X	-	X	-	X	X	X	X	X
CIVITAVECCHIA	RM	PORTO	60	42,097053	11,788354	6	X	-	X	-	X	-	-	-	-
CIVITAVECCHIA	RM	VILLA ALBANI	83	42,099363	11,798061	34	X	-	X	-	-	-	X	-	-
CIVITAVECCHIA	RM	VIA MORANDI	84	42,086803	11,806498	22	-	-	X	-	-	-	X	-	-
CIVITAVECCHIA	RM	VIA ROMA	85	42,094147	11,795509	21	-	-	X	-	-	X	-	-	-

\*non operativa

#### 4 DATI DEL PARTICOLATO ATMOSFERICO NEL PERIODO 2017-2020

In questo paragrafo vengono presentati i dati del particolato atmosferico (PM10 e PM2.5) registrati dalle centraline presenti nell'area del comprensorio di Civitavecchia negli ultimi quattro anni (Tabella 2) dal 2017 al 2020.

Tabella 2 - Dati di particolato atmosferico misurati nel comprensorio di Civitavecchia (2017-2020).

INQUINANTE	PM10								PM2.5			
	2017		2018		2019		2020		2017	2018	2019	2020
Stazione	Media annua valore limite 40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Numero di superamenti valore limite giornaliero 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ max 35 anno	Media annua valore limite 40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Numero di superamenti valore limite giornaliero 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ max 35 anno	Media annua valore limite 40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Numero di superamenti valore limite giornaliero 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ max 35 anno	Media annua valore limite 40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Numero di superamenti valore limite giornaliero 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ max 35 anno	Media annua valore limite 25 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media annua valore limite 25 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media annua valore limite 25 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Media annua valore limite 25 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Aurelia	12	0	13	0	14	2	12	2	-	-	-	-
S. Agostino	16	1	15	0	17	7	15	1	-	-	-	8
Fiumaretta	18	0	19	1	19	3	18	1	10	10	9	9
Faro	17	1	17	1	17	0	17	2	8	8	8	8
Campo dell'Oro	18	0	19	3	18	2	18	1	9	9	8	8
S. Gordiano	19	0	19	2	19	2	23	12	-	-	-	-
Allumiere Via A. Moro	16	0	16	1	15	1	16	2	9	9	8	9
Tolfa	14	0	15	2	14	1	14	2	-	-	-	-
Tarquinia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. Marinella	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monte Romano	16	0	17	0	16	2	16	2	-	-	-	-
Civitavecchia	22	2	18	1	19	3	19	2	-	-	-	-
Porto	20	1	23	3	20	3	17	2	-	-	-	-
V. Roma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Villa Albani	22	2	23	6	21	3	23	6	-	-	-	-
V. Morandi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Allumiere	11	0	12	0	12	2	12	2	-	-	-	-

Il particolato, nonostante l'elevato grado di antropizzazione della zona di Civitavecchia, non presenta concentrazioni medie annue elevate, sia per il PM10 che per il PM2.5.

Il valore medio annuo del PM10, negli ultimi quattro anni, è intorno ai 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pari a circa la metà del valore limite indicato nel d. lgs. n. 155/2010 che prevede per la media annua il valore di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 4).

Il valore medio del PM2.5 nello stesso periodo è circa 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , meno della metà del valore limite indicato nel d. lgs. n. 155/2010 e pari a 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (media annua) (Figura 5). Nelle figure seguenti la sequenza degli istogrammi rispetta la distanza della centralina dal centro di Civitavecchia.

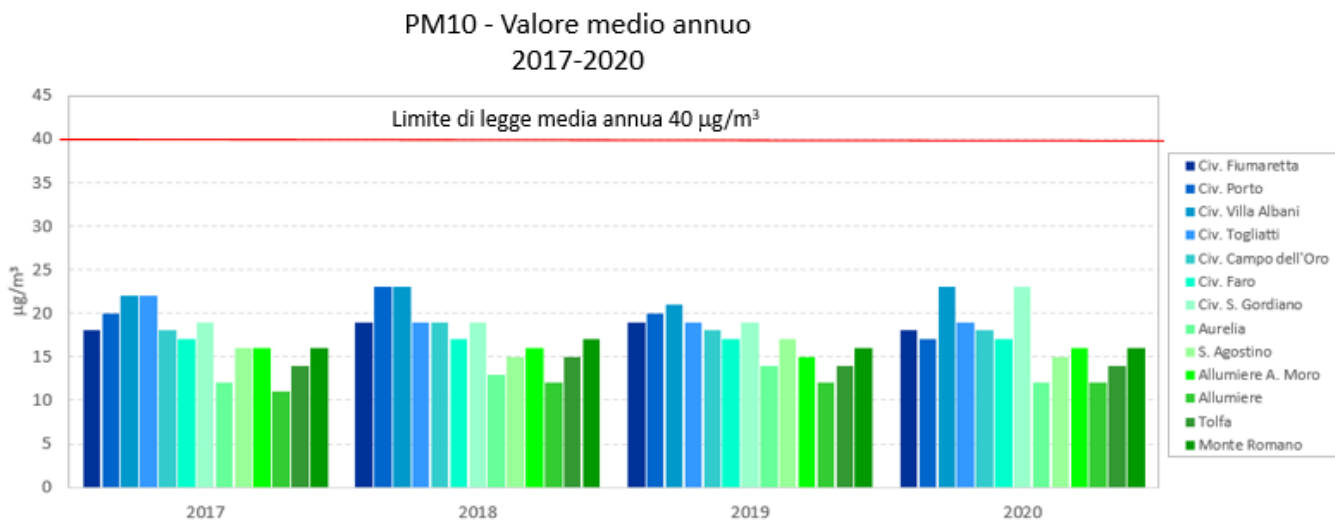


Figura 4 - Valore medio del PM10 nelle stazioni di Civitavecchia e dintorni.

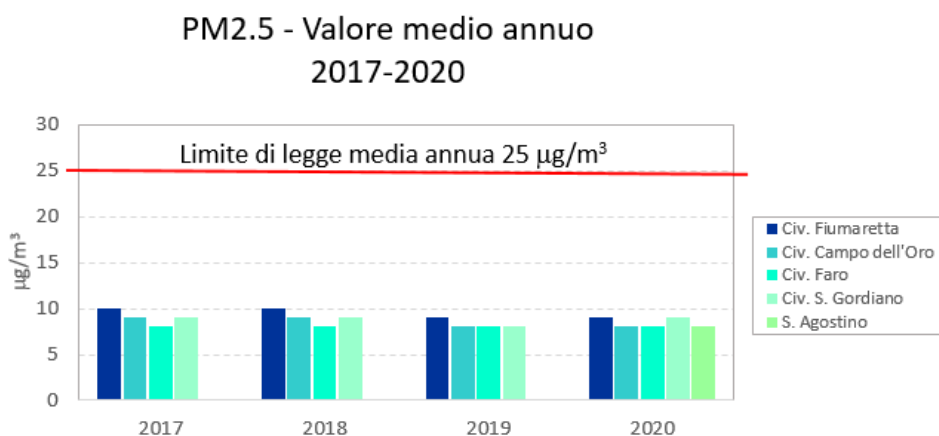


Figura 5 - Valore medio del PM2.5 nelle stazioni di Civitavecchia e dintorni.

Il numero di giorni di superamento del valore limite della media giornaliera del PM10, per tutti gli anni presi in esame, è dell'ordine di qualche unità (Figura 6) e al di sotto della soglia stabilita dal d.lgs. n. 155/2010 pari a 35 superamenti all'anno.

## PM10 – Numero di superamenti 2017-2020

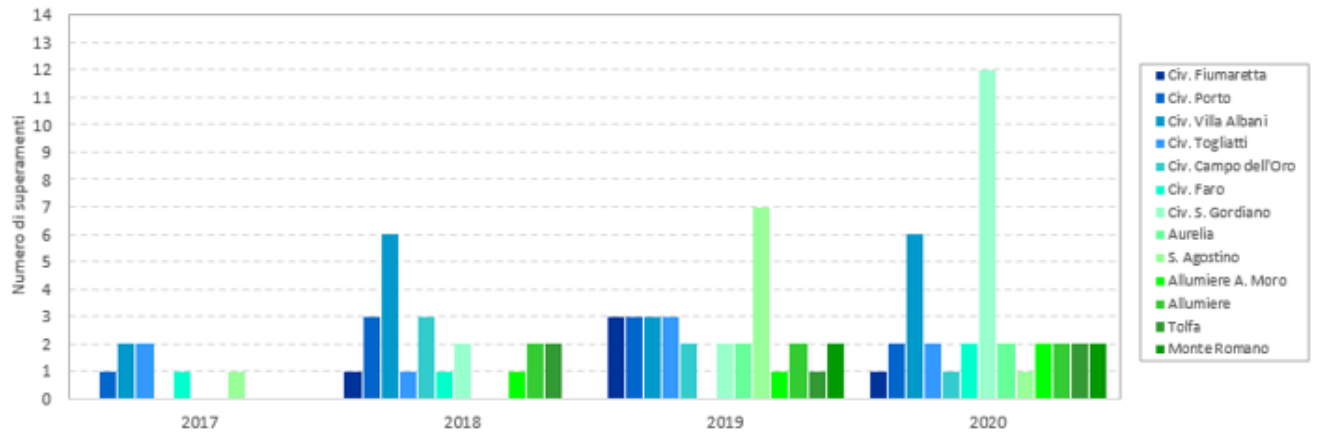


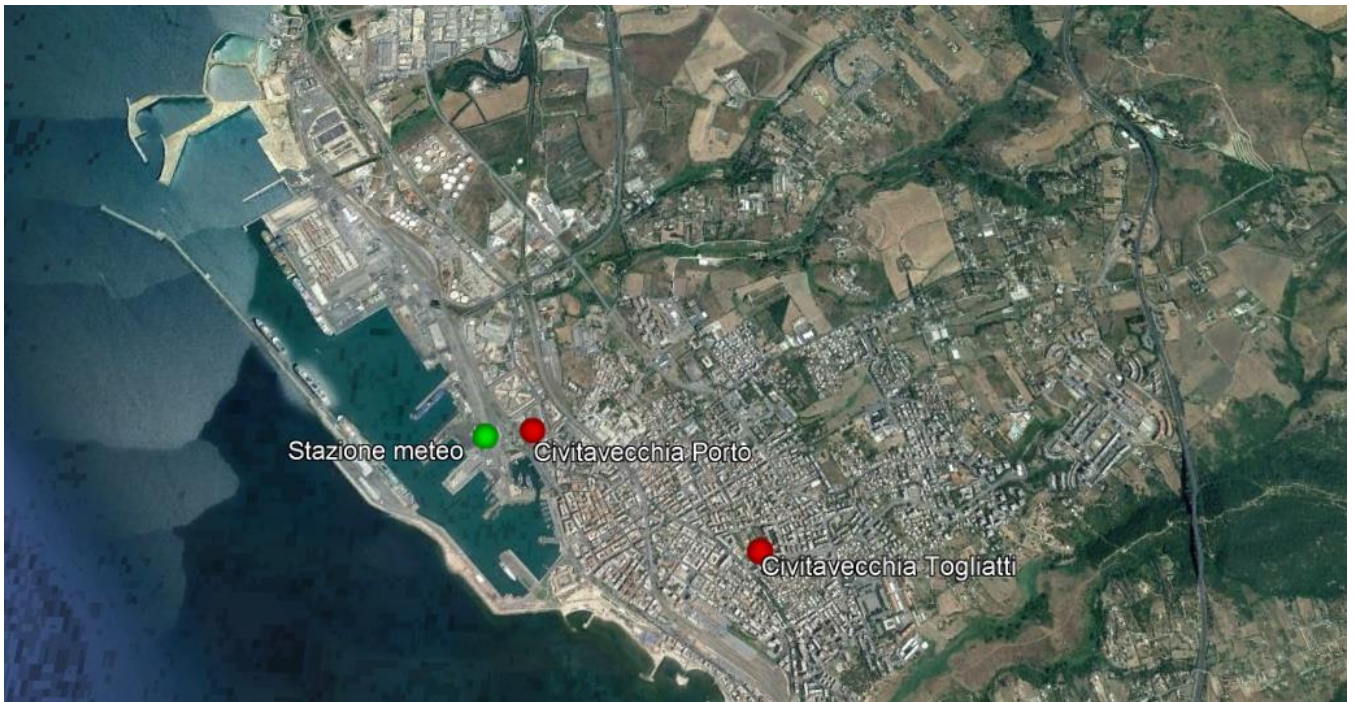
Figura 6 - Numero di giorni di superamento per la media giornaliera di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di PM10 nelle stazioni del comprensorio di Civitavecchia.

## 5 MONITORAGGIO DEL PM A CIVITAVECCHIA PORTO E CITTA'

Al fine di approfondire la conoscenza dello stato della qualità dell'aria nella città di Civitavecchia, il 12 febbraio 2021 l'Agenzia ha avviato una campagna di monitoraggio per la determinazione dell'inquinamento atmosferico finalizzata alla misurazione delle varie frazioni del PM (PM10, PM2.5, PM4, PM1) che si è conclusa il 7 aprile 2021. La campagna di misura è stata realizzata in 2 siti di misura appartenenti alla rete di monitoraggio fissa della qualità dell'aria di ARPA Lazio: Civitavecchia Porto e Civitavecchia Togliatti. A supporto dell'analisi dei dati degli inquinanti misurati è stata effettuata un'analisi dei dati meteo della stazione collocata sul tetto dell'headquarter del porto di Civitavecchia.

La Figura 7 mostra la posizione delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria appartenenti alla rete gestita dall'ARPA Lazio che sono state utilizzate e la stazione meteo di riferimento.





*Figura 7 - Centraline di monitoraggio dell'ARPA Lazio coinvolte e stazione meteo di riferimento*

E' stato installato presso la stazione fissa denominata Civitavecchia Togliatti un campionatore portatile di polveri (CPM1), in grado di effettuare misure al minuto delle varie frazioni del particolato, quali PM10, PM4, PM 2.5 e PM1.

Il campionamento è stato effettuato secondo la norma tecnica UNI EN 12341:2014.

## 6 MONITORAGGIO DEL PM10 PRESSO LE CENTRALINE

Le centraline della rete di monitoraggio coinvolte nel monitoraggio ambientale sono state Civitavecchia Togliatti e Civitavecchia Porto. Civitavecchia Togliatti è classificata come centralina da traffico e si trova all'interno dell'area urbana della città di Civitavecchia, la centralina denominata Porto, è invece localizzata nelle vicinanze dell'area portuale.

Nella Figura 8 sono riportati le concentrazioni di PM10 in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (campionamento e analisi mediante UNI EN 12341:2014 o metodo equivalente) dal 12 febbraio al 7 aprile 2021 presso le 2 centraline.



Figura 8 - Andamento delle concentrazioni giornaliere del particolato atmosferico PM10 presso le due centraline fisse denominate Civitavecchia Porto e Civitavecchia Togliatti dal 12 febbraio al 7 aprile 2021.

Nel periodo in cui si è svolto il monitoraggio si è riscontrato un superamento del limite giornaliero. Nella giornata del 25 febbraio 2021 a Civitavecchia Porto è stato registrato un superamento di PM10 di  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (superiore a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , limite definito dal d. lgs. 155/2010). Nella giornata del 25 febbraio si registra un contributo anche di polveri di origine naturale. Come illustrato in Figura 9, una depressione ciclonica rilevata nel Mediterraneo, ha portato in Italia sabbia dal deserto del Sahara.

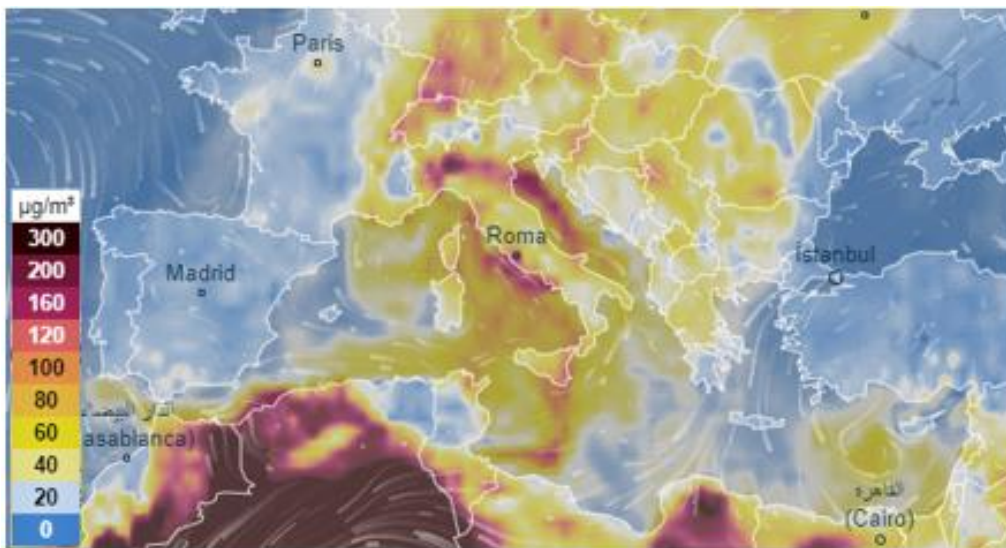


Figura 9 - Immagine modellistica del PM10 nel Mediterraneo per il giorno 25 febbraio 2021 (immagine da <https://www.ventusky.com>)

## 7 RISULTATI DEL MONITORAGGIO E ANALISI DATI

In Figura 10 si riportano le concentrazioni medie giornaliere acquisite dal campionatore ottico “Light Scattering” istantaneo di polveri CPM1 installato nella centralina Civitavecchia Togliatti, dal 12 febbraio al 7 aprile 2021 (55 giorni). I dati raccolti a Togliatti sono stati elaborati con diversi tempi di mediazione: al minuto (in modo da poter evidenziare picchi brevi di concentrazione che potrebbero

essere associati alla presenza di specifiche sorgenti), orari, e giornalieri. Le medie orarie sono state scelte come riferimento per le elaborazioni che verranno successivamente esposte.

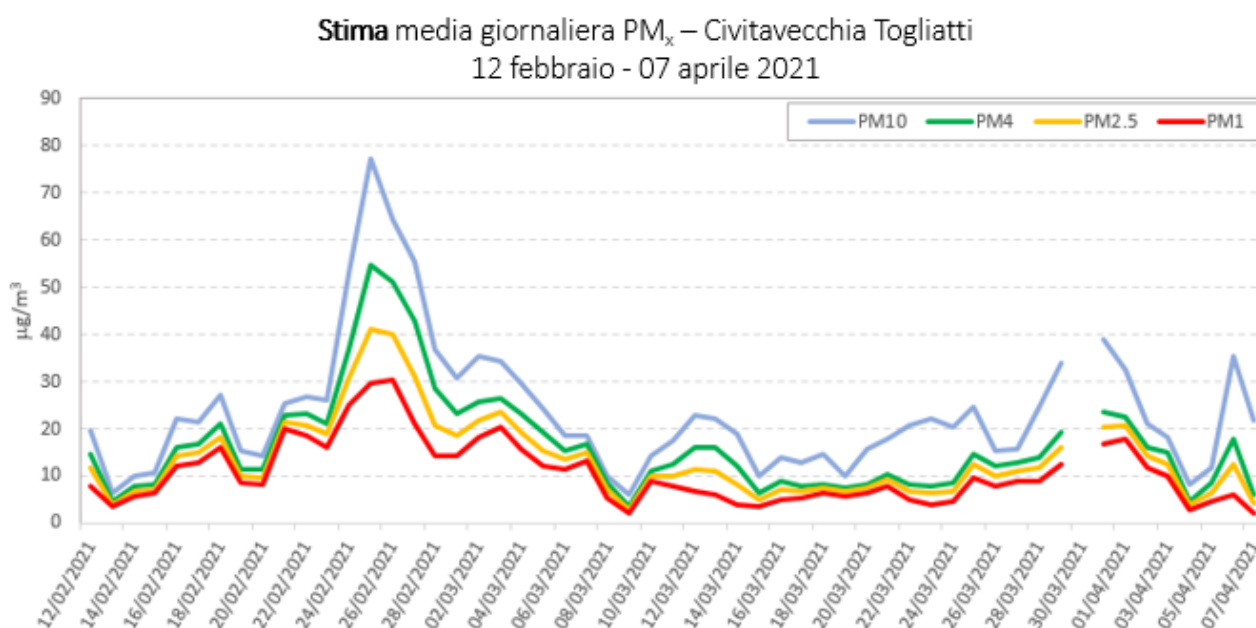


Figura 10 - Stima media giornaliera del PM10, PM4, PM2.5 e PM1 dal 12 febbraio al 7 aprile 2021 misurato a Civitavecchia Togliatti.

Le concentrazioni stimate delle varie frazioni di PM misurate aumentano in modo proporzionale rispetto alle diverse frazioni granulometriche del particolato, quindi le concentrazioni stimate di  $PM_{10} > PM_4 > PM_{2.5} > PM_1$ .

Dagli andamenti delle frazioni di PM si evidenzia che nella giornata del 25/02/2021 è stata stimata concentrazione di PM10 giornaliera superiore al limite giornaliero previsto dalla normativa vigente ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), nello specifico  $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Per questa giornata, come evidenziato nel paragrafo precedente, è presente un apporto di polvere di origine naturale.

A Civitavecchia Porto nella stazione di monitoraggio è installato un campionario ottico di particelle (CPM2) che determina in continuo le stime di PM10 e PM2.5. Anche qui l'elaborazione di riferimento dei dati In Figura 11 si riporta l'andamento delle polveri nel medesimo periodo di monitoraggio.

**Stima media giornaliera PM<sub>x</sub> – Civitavecchia Porto**  
12 febbraio - 07 aprile 2021

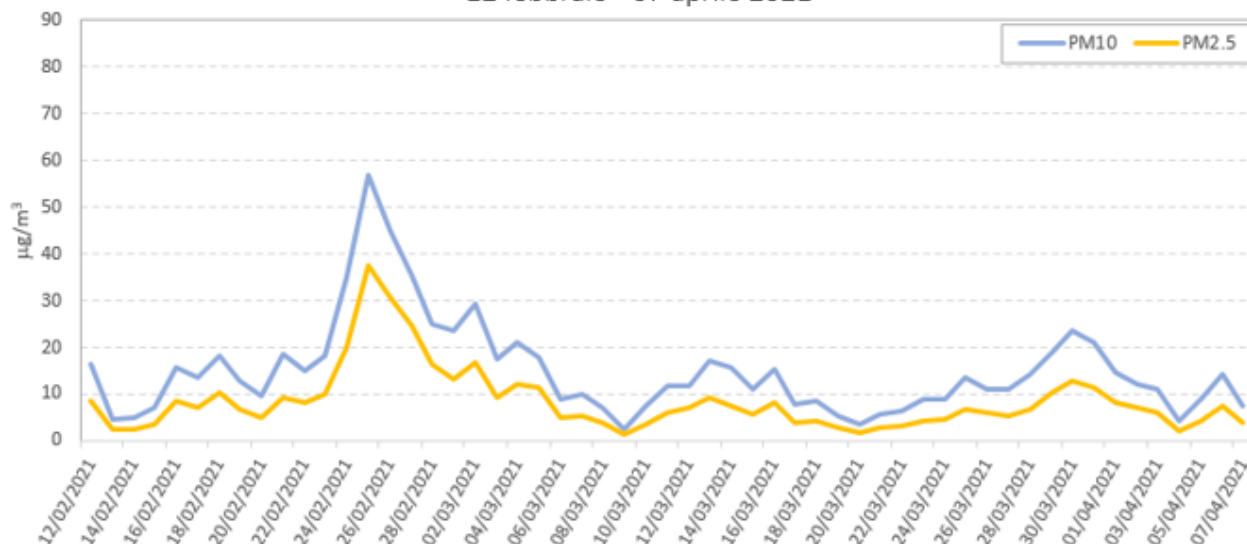


Figura 11 - Stima media giornaliera del PM10 e PM2.5 dal 12 febbraio al 7 aprile 2021 misurato a Civitavecchia Porto.

Confrontando le misure in continuo stimate sia dal CPM1 (Togliatti) che dal CPM2 (Porto), si evince che l'andamento tra di loro è simile. Si riporta in Figura 12 per praticità l'andamento delle stime del valore di concentrazione di massa medio giornaliero PM10 rilevate a Civitavecchia Porto e Civitavecchia Togliatti.

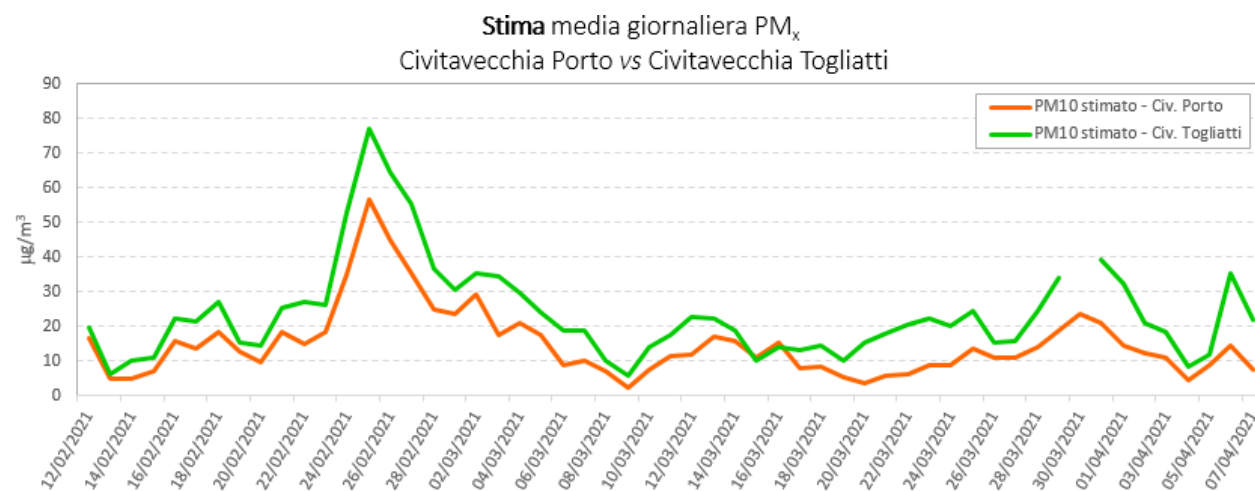


Figura 12 - Confronto della Stima media giornaliera del PM10 registrato nelle stazioni di Civitavecchia Togliatti e Porto.

Le stime di PM10 rilevate a Porto sono leggermente inferiori rispetto a quelle registrate a Togliatti. I valori stimati dai contatori ottici forniscono elementi di valutazione sulla modulazione oraria giornaliera delle concentrazioni di particolato.

Nella Figura seguente si riportano a confronto le stime del valore di concentrazione di massa medio orario del PM10 e PM2.5 per il periodo febbraio / aprile 2021 in entrambi i siti di misura.

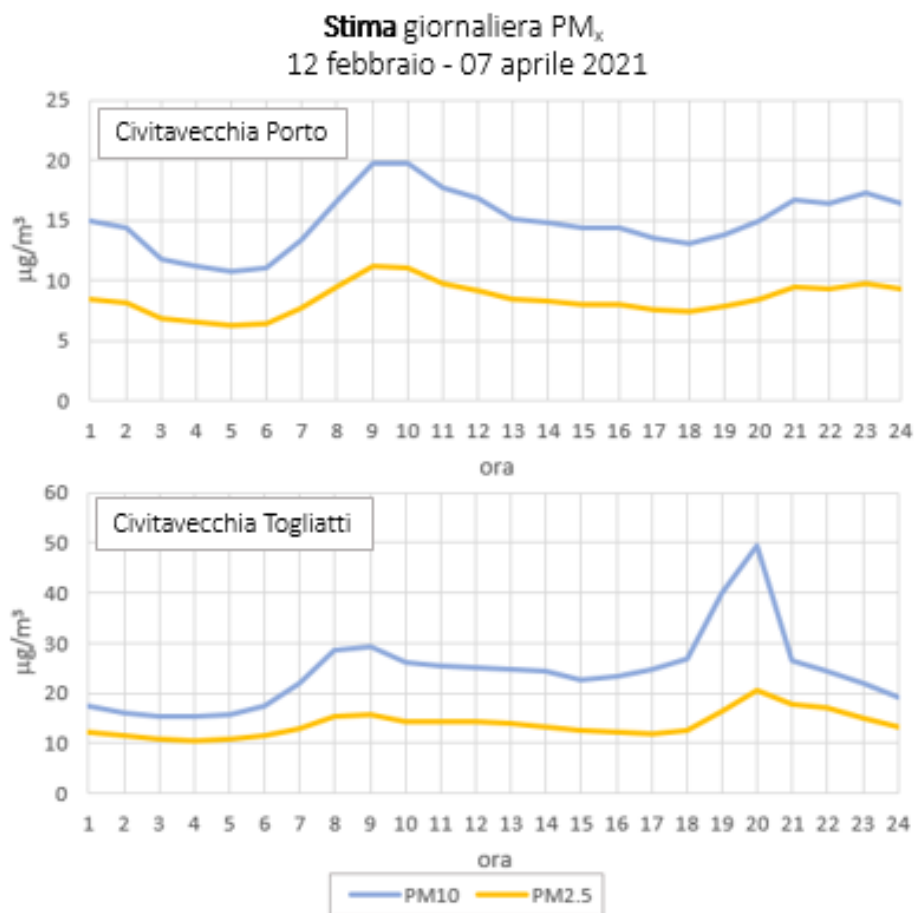


Figura 13 - Stima giornaliera dell'andamento del PM10 e PM2.5 dal 12 febbraio al 7 aprile 2021 rilevato a Civitavecchia Porto e Togliatti.

Si riportano di seguito le variazioni nelle concentrazioni di PM che si osservano in entrambi i siti durante le varie fasi della giornata: mattina (h 6-12), pomeriggio (h 13-18), sera (h 19-22) e notte (h 23-5) (Figura 14).

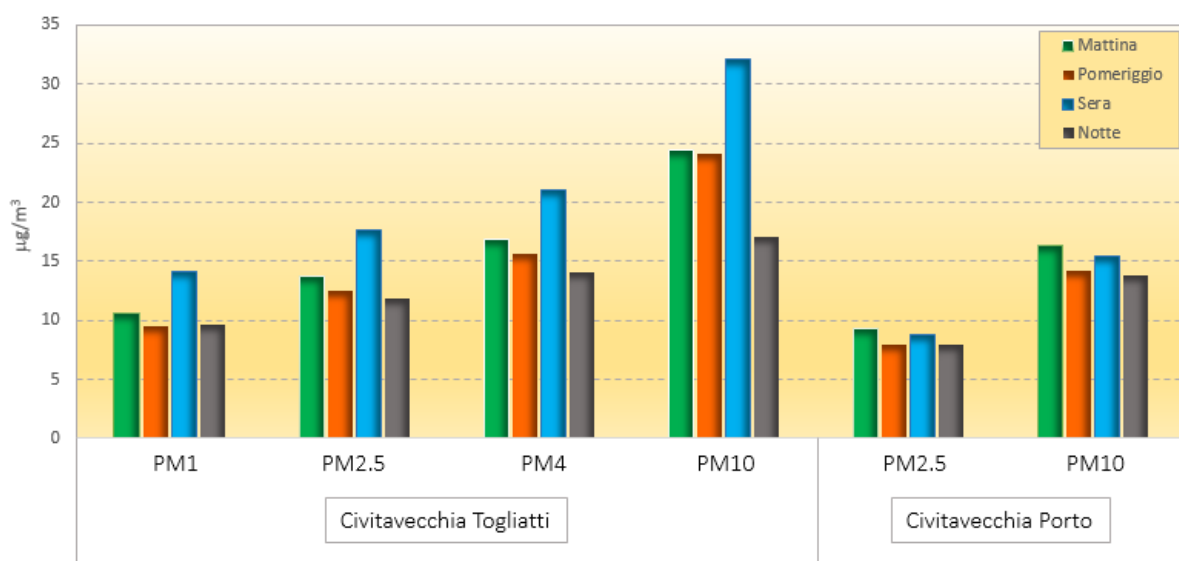


Figura 14 - Variazione delle frazioni di PM stimate per ciascun sito di monitoraggio durante le seguenti fasi della giornata: mattina (h 6-12), pomeriggio (h 13-18), sera (h 19-22) e notte (h 23-5).

A Civitavecchia Porto le concentrazioni di PM durante le varie fasi della giornata variano poco, leggermente più alte (di circa  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nella mattina e sera, rispetto al pomeriggio ed alle ore notturne. Invece a Togliatti le concentrazioni sono più alte la sera e l'andamento si riscontra in tutte le diverse frazioni di PM. Per il PM1, PM2.5 e PM4 la differenza che si registra tra la sera e gli altri orari della giornata è di circa  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mentre per il PM10 i valori stimati durante le ore serali sono più elevate in media di  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

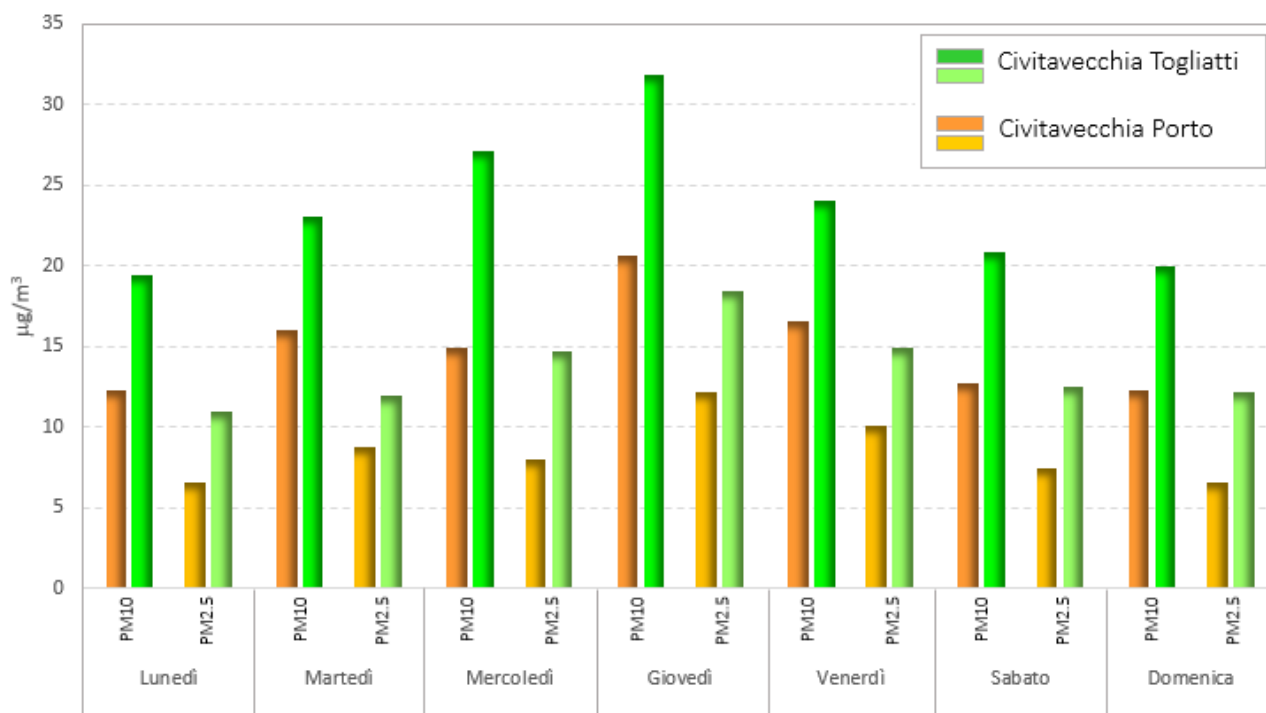


Figura 15 - Variazione settimanale a confronto di PM10 e PM2.5 stimato nei siti di Civitavecchia Togliatti e Porto

In Figura 15 si riporta a confronto l'andamento settimanale del PM10 e PM2.5 stimato nei due siti nel medesimo periodo di campionamento. E' evidente una diminuzione delle concentrazioni nella giornata di lunedì e nel fine settimana. Il massimo di concentrazione si verifica il giovedì, in modo più evidente nel sito a via Togliatti. Valutando l'aumento di concentrazione stimata per il PM10 tra il giorno di minima concentrazione registrata (lunedì) e la massima concentrazione (giovedì) in entrambi i siti si riscontra un incremento del 40%, quindi non si riscontrano differenze tra il sito urbano e il sito portuale. Per il PM2.5 a Togliatti l'incremento è analogo (40%), mentre a Porto è del 46%.

## 7.1 Confronto con dati delle centraline della rete di monitoraggio ARPA Lazio

Le misure stimate di PM10 rilevate con il CPM1 a Civitavecchia Togliatti e con CPM2 alla centralina Porto vengono messe a confronto con i valori di PM10 ottenuti mediante metodo di misura per assorbimento raggi beta (strumentazione automatica “certificata equivalente” al metodo di riferimento come definito dal d.lgs. 155/2010) nelle due centraline omonime della rete di monitoraggio della qualità dell’aria di ARPA Lazio.

Dai dati si evidenzia un leggero scostamento dei contatori ottici rispetto ai valori misurati dagli analizzatori che utilizzano il principio di misura dei raggi beta (Tabella 3 e Figura 16). In genere i dati istantanei sono sottostimati. La sovrastima dei dati del contatore ottico CPM1 installato a Civitavecchia Togliatti è dovuta probabilmente alla media calcolata senza il peso delle concentrazioni mancanti delle giornate del 25 e 26 febbraio 2021.

Tabella 3 - confronto tra PM10 secondo d.lgs. 155/2010 con stima del contatore ottico in continuo CPM10 per il periodo 12 febbraio-7 aprile 2021.

PERIODO: 12 FEBBRAIO – 7 APRILE 2021	PM10 ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ )	STIMA PM10 ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ )
CIVITAVECCHIA TOGLIATTI	21	24
CIVITAVECCHIA PORTO	18	15

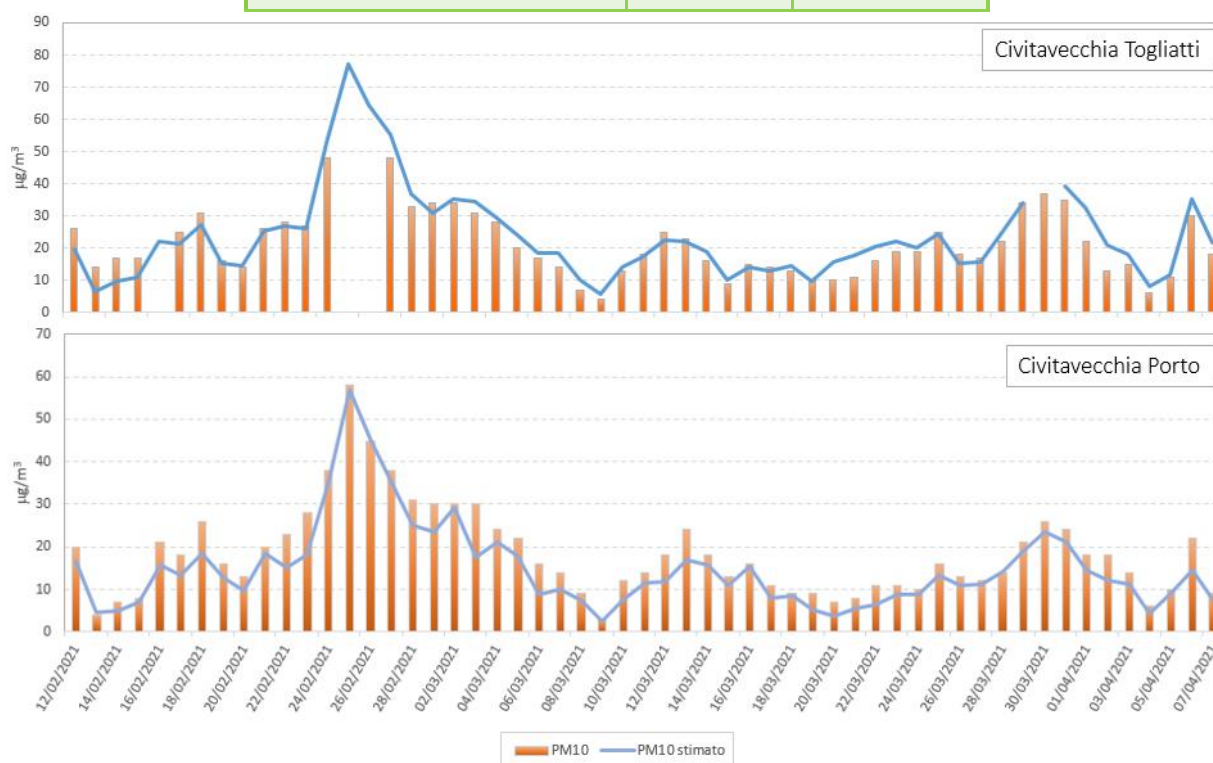


Figura 16 - Confronto della Stima media giornaliera del PM10 registrato nelle stazioni di Civitavecchia Togliatti e Porto e la media giornaliera del PM10 registrato presso le rispettive centraline fisse.

## 7.2 Analisi dati meteorologici

A supporto dell'analisi dei dati del particolato misurati è stata effettuata dal 12 febbraio al 7 aprile 2021 un'analisi dei dati meteo della stazione collocata sul tetto dell'headquarter del porto di Civitavecchia.

Nella figura sottostante è rappresentata la rosa dei venti del periodo 12.02.21 – 07.04.21.

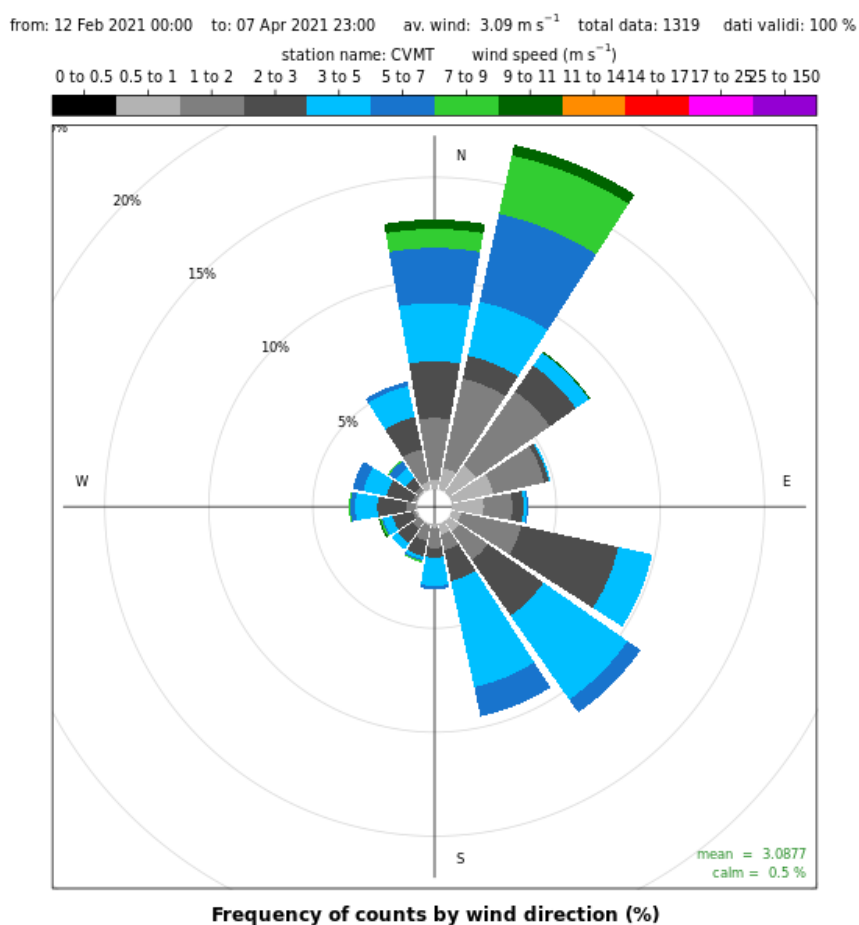


Figura 17 - Rosa dei venti della stazione dell'headquarter del porto di Civitavecchia

La percentuale dei dati validi è del 100%. Dalla rosa dei venti si evidenzia la direzione preferenziale (con maggiore preferenza) nel I e II quadrante. Si tratta delle correnti tipiche legate al transito delle perturbazioni. Le componenti da nord sono tipicamente invernali, quelli da sud-est primaverili e autunnali.

Nella tabella successiva si riportano i parametri meteorologici relativi alla precipitazione e vento registrati dal 12 febbraio al 7 aprile 2021.



Tabella 4 - Parametri meteorologici di precipitazione e vento registrati dalla stazione sita sul tetto dell'headquarter dal 12 febbraio al 7 aprile 2021.

PERIODO: DAL 12 FEBBRAIO AL 7 APRILE 2021						
N° GIORNI DI MONITORAGGIO: 55						
	PRECIPITAZIONE					VENTO MEDIO (m/s)
	CUMUL. TOT (MM)	GIORNO MAGGIORMENTE PIOVOSO	N° GIORNI PIOVOSI (>1 MM)	N° GIORNI NON PIOVOSI	% GIORNI PIOVOSI	
STAZIONE METEO HEADQUARTER	39.7	8 MARZO 2021 (21.6 MM)	5	50	9.1%	3.1

In Figura 18 si evidenzia come l'intensità del vento medio aumenta notevolmente con il transito delle perturbazioni. Il vento medio più intenso si è registrato nella giornata del 13 febbraio 2021 (10.6 m/s). L'intensità più bassa della radiazione globale (asterisco giallo) solare riflette le giornate di pioggia e la presenza di nuvolosità. L'andamento è di tipo parabolico, andamento tipico dovuto dal passaggio dai mesi primaverili/estivi a quelli autunnali/invernali.

L'umidità è oscillata tra il 100% e il 19% (Figura 19) con mediana attorno al 70%, quindi abbastanza elevata. Temperatura mai scesa sotto lo 0°C (assenza di gelate) e mediana attorno a 12°C a causa dell'influenza mitigatrice del mare nei mesi invernali/primaverili.

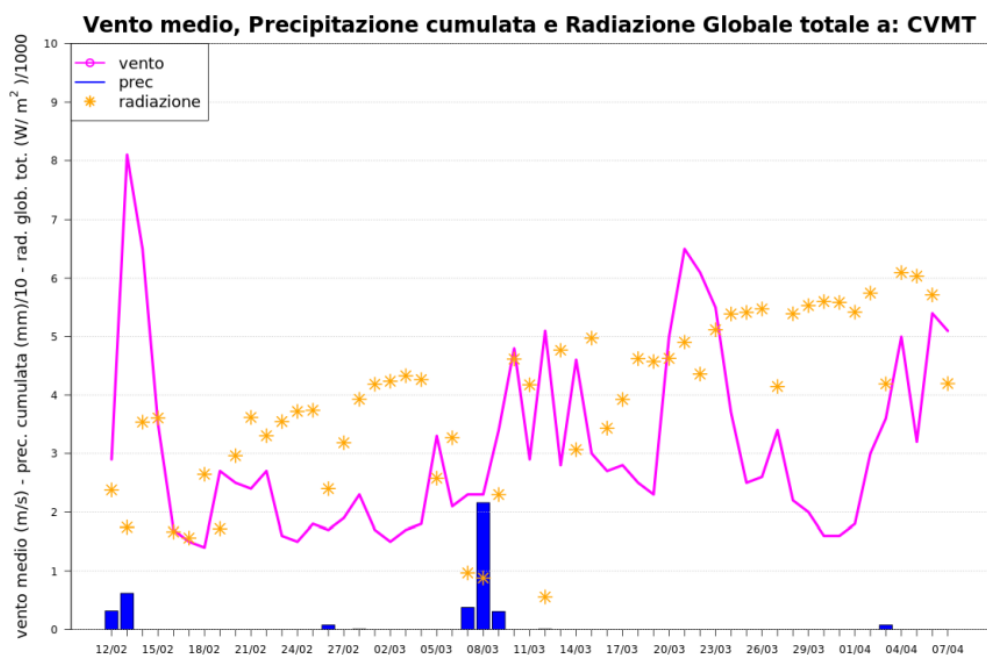


Figura 18 - Andamento giornaliero del vento medio, della precipitazione cumulata e della radiazione globale per il periodo 12 febbraio al 7 aprile 2021 registrato dalla stazione dell'headquarter del porto di Civitavecchia.

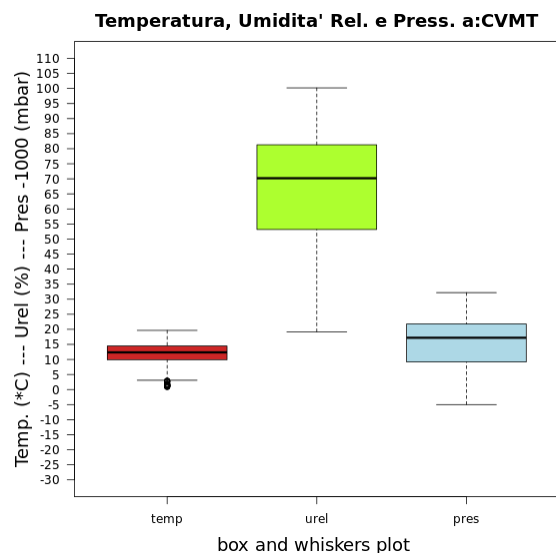


Figura 19 - Box plot di umidità relativa, temperatura e pressione registrata dal 12 febbraio al 7 aprile 2021 dalla stazione dell'headquarter del porto di Civitavecchia.

Nella Figura 20 viene riportato il confronto tra i dati di concentrazione giornaliera di PM10 registrati nei due siti e i dati delle medie giornaliere delle precipitazioni registrate dalla stazione meteorologica di riferimento.

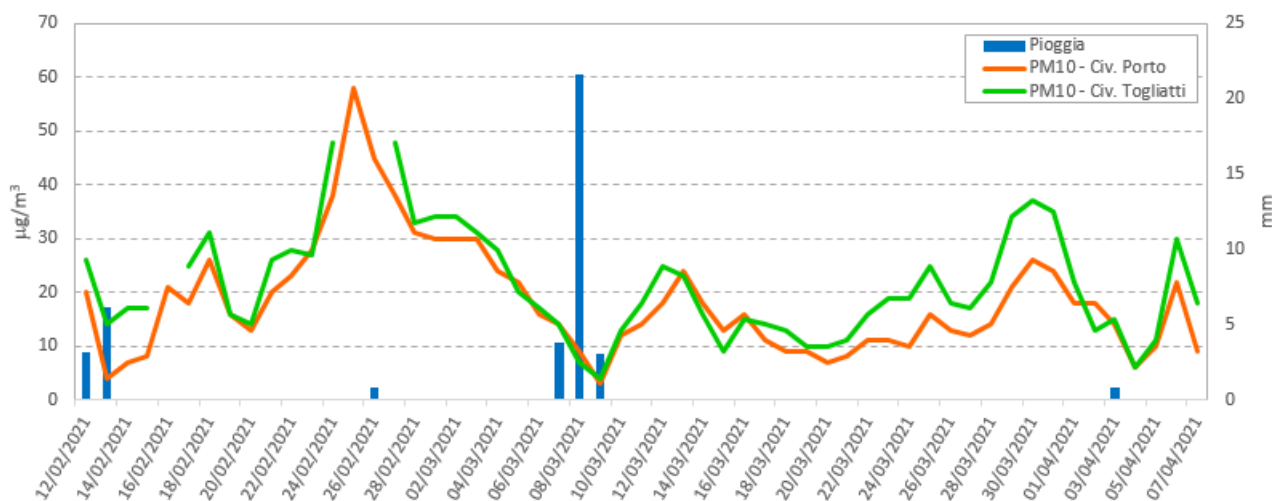


Figura 20 - Andamento tra dati di concentrazione giornaliera di PM10 registrati a Civitavecchia Porto e Togliatti e mm di precipitazioni cumulate.

Qualitativamente si nota una correlazione tra andamenti delle concentrazioni di particolato ed altezza di precipitazione. All'aumentare della precipitazione cumulata si ha un calo delle concentrazioni di particolato. Questo conferma che il fenomeno di dilavamento dovuto alle piogge porta ad una parziale rimozione del particolato.

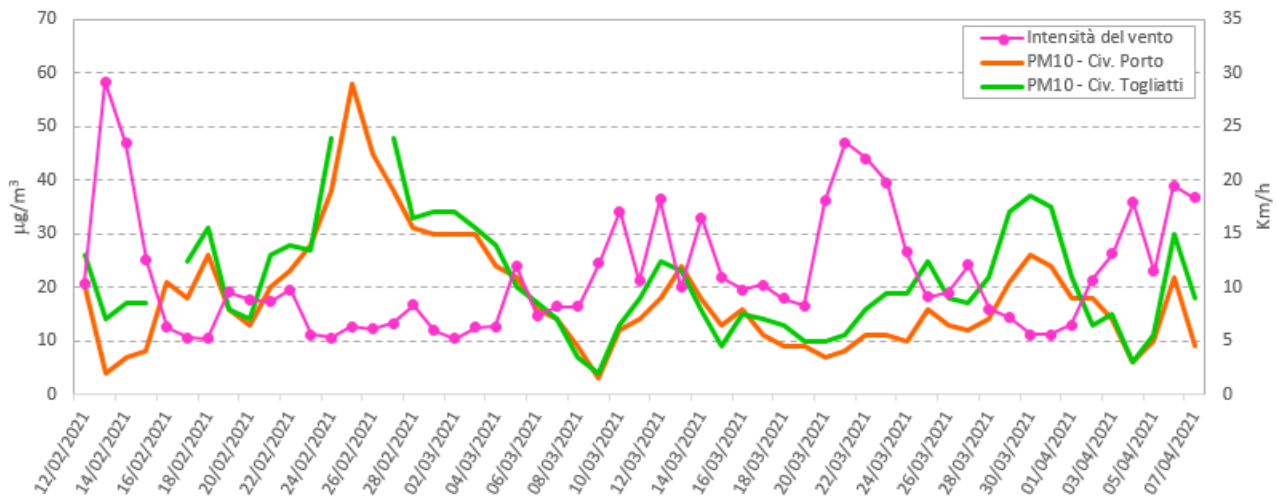


Figura 21 - Andamento tra dati di concentrazione giornaliera di PM10 registrati a Civitavecchia Porto e Togliatti e intensità del vento registrato.

Analizzando la correlazione tra velocità del vento e PM10 registrato presso le centraline durante il periodo del monitoraggio, si nota che all’aumentare dell’intensità del vento corrisponde una diminuzione delle concentrazioni di PM10 (Figura 21). Questo perché la velocità del vento ha effetto sulle concentrazioni di particolato disperdendole nell’atmosfera.

### 7.3 Dati di PM a confronto

La normativa in materia di qualità dell’aria definisce dei limiti solamente per le frazioni del PM10 e del PM2.5. Il monitoraggio condotto nell’area urbana e portuale di Civitavecchia ha riguardato anche le frazioni più fini del PM.

Al fine di fornire elementi utili all’analisi dei dati, i risultati ottenuti nella campagna di misura, sono stati messi a confronto con due studi che hanno interessato aree portuali.

Il primo studio analizzato è un monitoraggio della qualità dell’aria svolto in prossimità dei siti portuali e in ambito urbano sia in Italia che all’estero, nell’ambito del progetto APICE ([2]; [3]). Le cinque aree portuali coinvolte sono state Venezia, Genova, Barcellona, Marsiglia, e Salonicco (Figura 22).



Figura 22 - Mappa delle 5 aree di studio del progetto APICE che coinvolge i territori di Venezia, Marsiglia, Salonicco, Genova e Barcellona

Il contributo diretto alle concentrazioni di inquinanti atmosferici dovuto al traffico di navi è caratterizzato da picchi di concentrazione di durata limitata ed è quindi difficile evidenziarlo attraverso le medie di lungo periodo (ad esempio medie giornaliere). Per questo motivo queste campagne sono basate sull'utilizzo di analisi ad alta risoluzione temporale.

Confrontando la variazione oraria delle concentrazioni di PM10 dei 5 siti presi in esame nel 2011 con quelli rilevati a Civitavecchia Porto si evince che l'andamento orario è coerente in tutti i siti. Le concentrazioni rilevate a Civitavecchia Porto sono molto simili rispetto a quelle rilevate al porto di Genova (Figura 23).

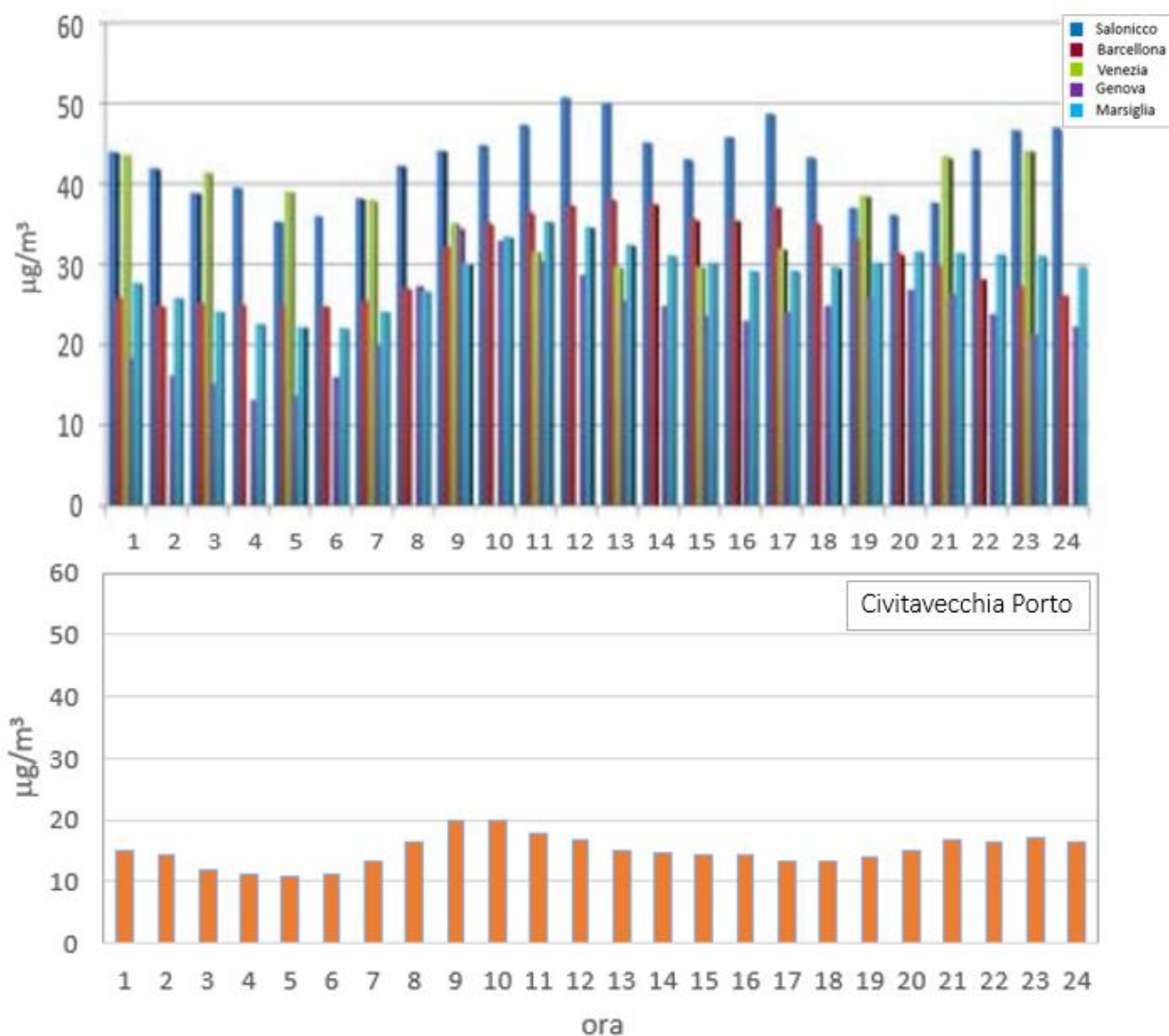


Figura 23 - Confronto tra la variazione oraria delle concentrazioni stimate di PM10 registrate nell'anno 2011 nei 5 siti appartenenti al progetto APICE (in alto) e a Civitavecchia Porto, dal 12 febbraio al 7 aprile 2021 (in basso).

Il secondo studio che è stato considerato riguarda una campagna di misura condotta nel 2009 (da luglio a novembre) nell'area portuale di Venezia, per valutare l'influenza del traffico delle grandi navi sulla qualità dell'aria nell'area urbana [4].

E' stato indagato l'eventuale apporto di aerosol con diametro aerodinamico inferiore a  $2.5 \mu\text{m}$  (PM2.5). Si riporta in Figura 24 il confronto tra la variazione oraria di concentrazione di PM2.5 registrata a Civitavecchia Porto e quella registrata a Venezia.

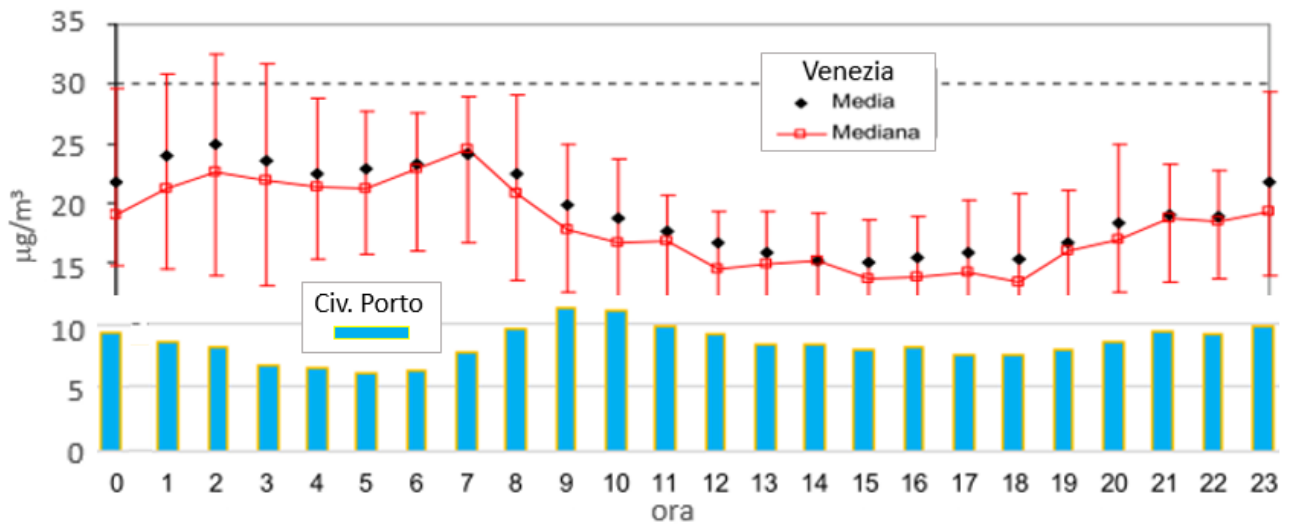


Figura 24 - Confronto tra la variazione oraria delle concentrazioni stimate di PM2.5 registrate nell'anno 2009 nell'area portuale di Venezia (andamento in rosso) e a Civitavecchia Porto, dal 12 febbraio al 7 aprile 2021 (istogrammi in azzurro).

Nel porto di Venezia le concentrazioni di PM2.5 registrate risultano in media il doppio di quelle misurate a Civitavecchia Porto. Nelle prime ore della giornata c'è un'inversione degli andamenti, cosa che non avviene nella seconda parte della giornata.

È opportuno evidenziare che gli studi messi a confronto riguardano comunque aree con caratteristiche territoriali e meteorologiche che presentano delle differenze tra loro e interessano periodi temporali differenti (distanti circa 10 anni).

## 8 CONCLUSIONI

Al fine di approfondire la conoscenza dello stato della qualità dell'aria nella città di Civitavecchia, l'ARPA Lazio ha realizzato nei mesi di febbraio, marzo e aprile 2021 una campagna di monitoraggio presso due siti di misura (le centraline denominate Civitavecchia Togliatti e Civitavecchia Porto), per la determinazione delle varie frazioni del Particolato (PM10, PM2.5, PM4, PM1) grazie all'utilizzo di due contatori ottici (CMP1 e CMP2).

Durante la campagna di monitoraggio la concentrazione delle polveri PM sono risultate essere superiori nel sito urbano (Civitavecchia Togliatti).

La situazione meteorologica del periodo in esame evidenzia che la concentrazione di particolato PM diminuisce all'aumentare della precipitazione cumulata e dell'intensità del vento. I giorni nei quali le concentrazioni di particolato atmosferico sono più basse, si ha un contributo dell'effetto delle condizioni meteorologiche alla dispersione degli inquinanti. Nel caso specifico la diminuzione è dovuta al fenomeno di dilavamento che avviene durante le precipitazioni, all'inibizione del risolleamento delle polveri a causa del terreno bagnato e alla dispersione delle particelle nell'atmosfera dovuta alla presenza di fenomeni ventosi.

Confrontando i dati di PM10 e PM2.5 registrati nelle stazioni fisse con i valori stimati di PM10 e PM2.5 misurati nelle medesime due stazioni, si rileva che gli andamenti sono tra di loro coerenti.

La campagna di monitoraggio effettuata ha permesso di valutare la distribuzione delle varie frazioni di PM. Nel sito urbano (Togliatti) le concentrazioni stimate di particolato aumentano in modo proporzionale rispetto alle diverse frazioni granulometriche, quindi le concentrazioni stimate di PM10 risultano maggiori di quelle di PM4, che sono superiori a quelle di PM2.5 che a loro volta sono maggiori di quelle del PM1 (PM10 > PM4 > PM2.5 > PM1)

Analizzando i dati sulla modulazione oraria giornaliera, si ha che nei due siti monitorati l'andamento orario giornaliero è simile. A Civitavecchia Porto la variazione oraria distribuita nelle diverse fasi della giornata (mattina, pomeriggio, sera, notte) è meno evidente rispetto a quella che si registra a Civitavecchia Togliatti. Nel sito urbano nelle ore serali (dalle ore 19 alle 22) si registrano concentrazioni stimate di tutte le diverse frazioni granulometriche più alte rispetto alle altre ore del giorno. L'andamento orario del giorno tipo mostra un picco intorno alle ore 20.

Valutando l'andamento settimanale del PM10 e PM2.5 stimato sia a Porto che a Togliatti, si ha che il giorno registrato di minima concentrazione è il lunedì, mentre quello di massima concentrazione è il giovedì.

Il numero molto limitato delle navi in arrivo nel porto di Civitavecchia nel periodo considerato, non permette di verificare l'eventuale presenza di una correlazione tra la concentrazione delle diverse frazioni del PM rilevate e il numero di navi approdate.

La situazione emergenziale da COVID-19 in corso dall'inizio del 2020 ha portato a una drastica riduzione del trasporto portuale. Nei mesi di marzo ed aprile dell'anno 2020 (periodo di lockdown) nel porto di Civitavecchia si è registrata una diminuzione degli approdi navali considerevole rispetto all'anno precedente (2019), nello specifico del 27% e del 51%. La situazione emergenziale ha inciso sul traffico portuale anche nel 2021 dove si è avuta una ripresa è molto lenta. Rispetto al 2020 a marzo ed aprile del 2021 la ripresa è stata rispettivamente del 11% e 21%.

L'Agenzia procederà ad ulteriori campagne dell'inquinamento dell'area urbana e portuale di Civitavecchia approfondendo l'analisi della frazione fine del PM.

I dati raccolti nell'ambito di questo studio, potranno essere utilizzati per evidenziare eventuali variazioni legate sia ad un incremento del numero di navi in transito presso il porto, sia a condizioni meteo climatiche differenti connesse alla stagionalità.



## 9 RIFERIMENTI

- [1] Osservatorio Ambientale, «Centrale Termoelettrica ENEL Civitavecchia Torrevaldaliga Nord - Rapporto 2012,» 2012.
- [2] ISPRA, «Qualità Ambiente Urbano - Focus su Porti, Aeroporti ed Interporti,» 2012.
- [3] A. -. P. o. Genoa, «Reducing atmospheric pollution in the Mediterranean port cities - The results of APICE project,» 2013.
- [4] IDPA-CNR, «Misurazione degli effetti del traffico portuale sulla qualità dell'aria per la città di Venezia, stagione 2009,» 2009.