



Monitoraggio ambientale presso il Porto di Civitavecchia / aria

Per la realizzazione del:

Primo Lotto Funzionale Opere Strategiche (Il Stralcio): Pontile II darsena traghetti

Fasi: ante operam, corso d'opera

Anni 2019-2020

Marzo 2021

Indice

1	Introduzione	3
2	Il decreto legislativo 155/2010.....	6
3	Fase ante operam	7
3.1	Dati qualità dell'aria – 2017, 2018, 2019	7
3.2	Valutazione della concentrazione degli inquinanti	9
3.3	Campagna di monitoraggio PM10, IPA, metalli.....	12
3.3.1	Risultati campagna di monitoraggio - analisi di IPA.....	15
3.3.2	Risultati campagna di monitoraggio - analisi dei metalli.....	15
3.4	Stima dell'andamento giornaliero di PM10 e PM2.5	17
4	Fase corso d'opera	18
4.1	Analisi monitoraggio del PM10 e NO ₂ presso le centraline	18
4.2	Campagna di monitoraggio PM10, IPA, metalli.....	20
4.2.1	Risultati campagna di monitoraggio - analisi di IPA.....	22
4.2.2	Risultati campagna di monitoraggio - analisi dei Metalli	24
4.3	Stima dell'andamento giornaliero di PM10 e PM2.5	26
4.4	Analisi dati traffico stradale	27
4.5	Inquadramento meteorologico	29
5	Conclusioni	32

A cura di:

Dipartimento stato dell'ambiente

Servizio qualità dell'aria e monitoraggio degli agenti fisici, Unità centro regionale della qualità dell'aria

1 Introduzione

Il presente documento descrive le attività di monitoraggio e i risultati ottenuti durante gli anni 2019-2020 previsti per la componente atmosfera dell'intervento "Primo Lotto Funzionale Opere Strategiche (Il Stralcio): Pontile Il darsena traghetti" per il Porto di Civitavecchia. La Figura 1 mostra l'area interessata dal progetto in esame (coordinate geografiche: 42.110778; 11.767611).



Figura 1: Porto di Civitavecchia, area di intervento progettuale e centraline di monitoraggio per la qualità dell'aria.

La realizzazione delle opere previste dal progetto, comporta la movimentazione e la manipolazione di significative quantità di materiali.

Durante l'opera le principali sorgenti di emissioni che possono influenzare la qualità dell'aria possono essere individuate in:

1. **mezzi di trasporto (generalmente a motore a combustione):** questo potrà determinare principalmente una variazione sulle concentrazioni degli ossidi di azoto (NO, NO₂), del particolato atmosferico (PM₁₀, PM_{2.5}), del monossido di carbonio (CO), dei composti organici (Benzene e Benzo(a)pirene) e di alcuni metalli.

2. **operazioni di demolizione, di scavo e riempimento:** questo potrà determinare principalmente una variazione delle concentrazioni del particolato atmosferico (grossolano, e fine) e dei metalli ivi presente.

Tenuto conto dei potenziali inquinanti che possono essere emessi nelle fasi di realizzazione dell'opera e della presenza di numerose centraline che monitorano giornalmente questi inquinanti (di cui due localizzate nelle vicinanze dell'area interessata dai lavori), è stato previsto di integrare i dati delle centraline con misure indicative mediante la realizzazione di campagne finalizzate ad acquisire informazioni in grado di aumentare la risoluzione spaziale e temporale delle misure nell'area più direttamente interessata. Tali campagne di monitoraggio sono realizzate utilizzando campionamenti ausiliari, in modo da:

- **aumentare la risoluzione spaziale:** si effettuano misure con campionatori a basso flusso (0.5 l/min alimentati tramite pannello solare) in posizioni strategiche per monitorare particolari microinquinanti quali IPA, metalli (specifici dell'attività di cantiere).
- **aumentare la risoluzione temporale:** in una delle due centraline vicine all'intervento (Civitavecchia Porto o Fiumaretta) sono analizzate le stime di PM10 (con un contatore ottico di particelle OPC, misure istantanee di PM10 e PM2.5) con risoluzione inferiore alle 24h, in modo da avere informazioni orarie sull'andamento delle polveri per valutare possibili correlazioni con le attività di cantiere.

I dati raccolti dalle centraline e dalle campagne di monitoraggio integrative sono supportati dall'analisi dei dati meteo della stazione collocata sul tetto dell'headquarter dell'Autorità di sistema portuale del Mar Tirreno centro-settentrionale del Porto di Civitavecchia.

Il piano di monitoraggio prevedeva l'installazione all'ingresso del varco nord di un "conta automobili" in transito su strada.

Tale monitoraggio sui potenziali impatti per la qualità dell'aria generati dalla realizzazione dell'opera è articolato in tre fasi temporali: *l'ante operam*, *il corso d'opera* e *il post operam*.

In questo modo è possibile descrivere rispettivamente la situazione ambientale precedente alla realizzazione dell'infrastruttura, la situazione ambientale durante i lavori e quella presente nella fase di esercizio.

Per quanto riguarda la qualità dell'aria, l'ARPA Lazio nella zona limitrofa al Porto di Civitavecchia gestisce 14 stazioni di monitoraggio (vedi Tabella 1), tra le quali quelle della Figura 1 di Civitavecchia Porto e Fiumaretta.

Tabella 1: Stazioni di monitoraggio (attive) della qualità dell'aria gestite da ARPA Lazio nel comprensorio di Civitavecchia.

LOCALITÀ	NOME STAZIONE	LAT.	LONG.	S.L.M. (M)	DISTANZA DAL PUNTO INTERVENTO (KM)
Civitavecchia	Fiumaretta	42.102158	11.784358	1	1,5
Civitavecchia	Porto	42.097053	11.788354	6	2
Civitavecchia	Villa Albani	42.099363	11.798061	34	2,6
Civitavecchia	Via Roma	42.094147	11.795509	21	2,7
Civitavecchia	Via Togliatti	42.091629	11.802466	26	3,3
Civitavecchia	Aurelia	42.137344	11.793163	72	3,5
Civitavecchia	Faro	42.098903	11.817692	174	4,2
Civitavecchia	Campo dell'Oro	42.081825	11.809336	74	4,5
Civitavecchia	S. Gordiano	42.073608	11.815916	87	5,5
Civitavecchia	S. Agostino	42.159947	11.742631	16	6
Allumiere	Allumiere Moro	42.160.972	11.900022	467	12
Allumiere	Allumiere	42.157741	11.908744	542	12,5
Tolfa	Tolfa	42.152227	11.935830	576	18,6
Monte Romano	Monte Romano	42.268561	11.910914	286	21

La centralina Porto è stata installata nel mese di maggio 2012 in ottemperanza alle prescrizioni del decreto VIA n.680/2003, mentre la centralina di monitoraggio Fiumaretta (ex-ENEL) è gestita dall'ARPA Lazio a partire dal mese di maggio 2016 alla luce di una convenzione stipulata dall'Agenzia con il comune di Civitavecchia e la Regione Lazio.

Si riporta di seguito l'evoluzione temporale della realizzazione del progetto e delle attività di monitoraggio.

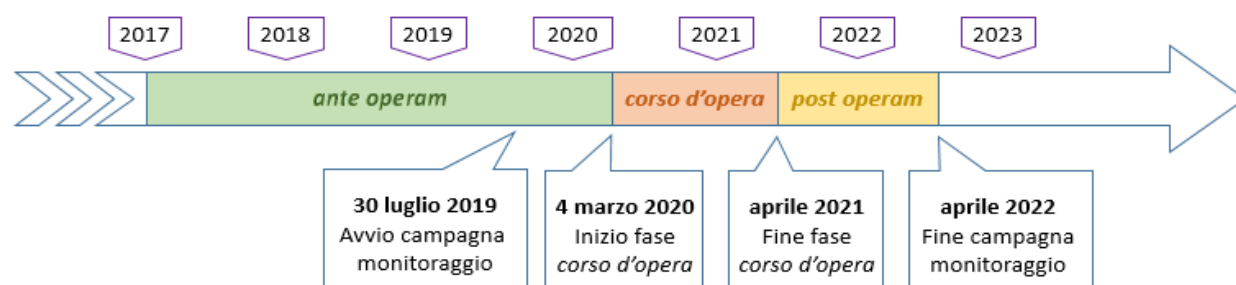


Figura 2: Schema rappresentativo dell'evoluzione temporale sulla realizzazione dell'opera strategica e sulle attività di monitoraggio

2 Il decreto legislativo 155/2010

Nell'ambito del piano di monitoraggio saranno utilizzati come valori e metodologie di riferimento quelli previsti dalla d.lgs. n.155/2010 (recepimento della Direttiva 2008/50/CE). La normativa prevede dei limiti ai livelli di concentrazione di alcune specie inquinanti rilevate in ogni punto del territorio.

Vengono riportati i valori limiti per la protezione della salute umana imposti dalla normativa. Va comunque evidenziato che tutti i valori limite introdotti dalla norma si riferiscono sempre ad un arco temporale pari ad 1 anno civile.

Tabella 2: Valori limite per d.lgs.155/2010.

Limiti per la protezione della salute umana d.lgs. 155/2010	
PM10	Valore limite di 50 µg/m ³ sui livelli medi giornalieri da non superare più di 35 volte per anno civile
	Valore limite 40 µg/m ³ sulla media annuale
PM2.5	Valore limite 25 µg/m ³ sulla media annuale
NO₂	Valore limite di 200 µg/m ³ sui livelli orari di concentrazione da non superare più di 18 volte per anno civile
	Valore limite 40 µg/m ³ sulla media annuale
O₃	Valore limite di 180 µg/m ³ e 240 µg/m ³ sui livelli orari di concentrazione rispettivamente soglia di informazione e di allarme
	Valore limite di 120 µg/m ³ come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore da non superare più di 25 volte nell'anno civile
SO₂	Valore limite 350 µg/m ³ sui livelli orari
	Valore limite 125 µg/m ³ sulla media giornaliera da non superare più di 3 volte per anno civile
CO	Valore limite di 10 mg/m ³ come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore
C₆H₆	Valore limite di 5 µg/m ³ per la concentrazione media annuale

Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155 definisce i limiti di legge per diversi inquinanti quali NO₂, SO₂, PM10, O₃ e alcune sostanze presenti nel particolato quali IPA e metalli. Tra questi, possono essere di particolare interesse, vista anche la loro persistenza in aria e la ricaduta al suolo, il PM10 (media giornaliera - 50 µg/m³), la concentrazione del benzo(a)pirene a livello di media annua (1 ng/m³) oltre ad alcuni metalli presenti nel particolato atmosferico, anch'essi come media annua. In generale, i metalli pesanti sono presenti in atmosfera sotto forma di particolato aerotrasportato; le dimensioni delle particelle a cui sono associati e la loro composizione chimica dipende fortemente dalla tipologia della sorgente di emissione; per questo motivo vengono generalmente misurati nelle polveri sospese. Infatti, il valore obiettivo è riferito al tenore dell'inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato. I valori obiettivo sono: As 6 ng/m³, Cd 5 ng/m³, Ni 20 ng/m³, Pb 0,5 µg/m³. Per quanto riguarda i VOC il solo limite di legge applicabile è quello previsto dal d.lgs. 155/2010 per il benzene (media annua 5 µg/m³).

3 Fase ante operam

In merito alle attività di monitoraggio relative alla componente atmosfera dell'intervento "Primo Lotto Funzionale Opere Strategiche (Il Stralcio): Pontile Il darsena traghetti" per il Porto di Civitavecchia, l'ARPA Lazio il **30 luglio 2019** ha avviato il piano di monitoraggio previsto per la fase *ante operam*.

La fase *ante operam* si è conclusa in data **4 marzo 2020**.

Il monitoraggio previsto per la costruzione della nuova darsena per la fase *ante operam* è stato strutturato in questo modo:

1. Analisi statistica dei dati di qualità dell'aria delle due centraline limitrofe (Fiumaretta e Porto) per gli anni 2017, 2018 e 2019;
2. Studio modellistico delle concentrazioni degli inquinanti nella zona dell'intervento per l'anno 2018 attraverso l'utilizzo della catena modellistica in uso presso il Centro regionale della qualità dell'aria;
3. Campagna di monitoraggio nell'area interessata all'intervento attraverso misure di PM10, metalli ed IPA.

3.1 Dati qualità dell'aria – 2017, 2018, 2019

Le centraline della rete di monitoraggio più vicine all'area interessata dagli interventi progettuali sono Fiumaretta e Civitavecchia Porto.

La dotazione strumentale delle centraline coinvolte nel monitoraggio è riportata nella tabella sottostante.

Tabella 3: Centraline fisse di monitoraggio nell'area di indagine ambientale.

COMUNE	PROV.	NOME STAZIONE	NRO STAZ.	LAT.	LONG.	S.L.M. (M)	PM10	PM2.5	NO _x	BENZ.	SO ₂	CO	O ₃	IPA	METALLI
CIVITAVECCHIA	RM	FIUMARETTA	103	42,102158	11,784358	1	X	X	X	X	X	X	-	X	X
CIVITAVECCHIA	RM	PORTO	60	42,097053	11,788354	6	X	-	X	-	X	-	-	-	-

Nella stazione di Fiumaretta vengono inoltre (da fine 2017) eseguite le analisi chimiche sul particolato atmosferico di IPA (benzo(a)pirene) e metalli (As, Cd, Ni, Pb).

Nel 2017 la dotazione strumentale della stazione di Fiumaretta è stata implementata con un misuratore di composti organici aromatici tra cui il benzene (inquinante normato dal d.lgs. 155/2010 e s.m.i.).

Nella Tabella 5 sono riportati i valori puntuali rilevati negli anni 2017, 2018 e 2019 nelle suddette stazioni ai fini della verifica dei valori limite imposti dal d.lgs. 155/2010.

Tabella 4: Verifica del rispetto dei valori limite (d.lgs. 155/2010 e s.m.i.) delle misure nelle stazioni di Fiumaretta e Civitavecchia Porto.

STAZIONE	INQUINANTE	INDICATORE NORMATIVO	2017	2018	2019	VALORE LIMITE PREVISTO DALLA NORMATIVA
FIUMARETTA	PM10	NUMERO DI SUPERAMENTI GIORNALIERI DI 50 µG/M ³	0	1	3	35
		MEDIA ANNUA (µG/M ³)	18	19	19	40 µG/M ³
	PM2,5	MEDIA ANNUA (µG/M ³)	10	10	9	25 µG/M ³
	NO ₂	NUMERO DI SUPERAMENTI ORARI DI 200 µG/M ³	0	0	0	18
		MEDIA ANNUA (µG/M ³)	17	18	16	40 µG/M ³
	SO ₂	NUMERO DI SUPERAMENTI GIORNALIERI DI 125 µG/M ³	0	0	0	3
		NUMERO DI SUPERAMENTI ORARI DI 350 µG/M ³	0	0	0	24
	CO	NUMERO DI SUPERAMENTI DI 10 MG/M ³ (MAX DELLA MEDIA MOBILE SU 8 ORE)	0	0	0	0
	BENZENE	MEDIA ANNUA (µG/M ³)	-	0,3	0,3	5 µG/M ³
CIVITAVECCHIA PORTO	PM10	NUMERO DI SUPERAMENTI GIORNALIERI DI 50 µG/M ³	2	3	3	35
		MEDIA ANNUA (µG/M ³)	22	23	20	40 µG/M ³
	NO ₂	NUMERO DI SUPERAMENTI ORARI DI 200 µG/M ³	0	0	0	18
		MEDIA ANNUA (µG/M ³)	26	25	24	40 µG/M ³
	SO ₂	NUMERO DI SUPERAMENTI GIORNALIERI DI 125 µG/M ³	0	0	0	3
		NUMERO DI SUPERAMENTI ORARI DI 350 µG/M ³	0	0	0	24

Il d.lgs. 155/2010 prevede un limite normativo espresso come media annuale per alcuni metalli (Nichel, Cadmio, Arsenico, Piombo) oltre al benzo(a)pirene che è un idrocarburo policiclico aromatico per il quale viene individuato un valore obiettivo. Le determinazioni sia dei metalli che del benzo(a)pirene vengono eseguite sul filtro di PM10 dopo la determinazione di tipo gravimetrico.

Nella Tabella 5 sono riportati i valori medi annuali per il 2018 e il 2019.

Tabella 5: Concentrazione media annuale del 2018 e 2019 dei metalli normati e del benzo(a)pirene.

STAZIONE	INQUINANTE	INDICATORE NORMATIVO	2018	2019	VALORE LIMITE PREVISTO DALLA NORMATIVA
FIUMARETTA	ARSENICO	MEDIA ANNUA (NG/M ³)	0,6	0,4	6 NG/M ³
	NICHEL	MEDIA ANNUA (NG/M ³)	3,3	1,9	5 NG/M ³
	CADMIO	MEDIA ANNUA (NG/M ³)	0,2	0,2	20 NG/M ³
	PIOMBO	MEDIA ANNUA (µG/M ³)	0,004	0,004	0,5 µG/M ³
	BENZO(A)PIRENE	MEDIA ANNUA (NG/M ³)	0,1	0,1	1 NG/M ³

3.2 Valutazione della concentrazione degli inquinanti

Di seguito viene riportata la valutazione della stima annuale delle concentrazioni degli inquinanti nella zona dell'intervento effettuata attraverso l'utilizzo della catena modellistica in uso presso il centro regionale della qualità dell'aria dell'ARPA Lazio.

Il sistema modellistico, la cui architettura è illustrata nella figura seguente, è costituito dai seguenti moduli:

- Modello meteorologico prognostico RAMS/WRF per il downscaling delle previsioni meteorologiche dalla scala sinottica (previsioni realizzate dalla US-NOAA) alla scala locale;
- Modulo di interfaccia per l'adattamento dei campi meteorologici prodotti da RAMS/WRF ai domini di calcolo innestati di FARM (codice GAP);
- Processore meteorologico per la descrizione della turbolenza atmosferica e per la definizione dei parametri dispersivi (codice SURFPRO);
- Processore per il trattamento delle emissioni (codice EMMA) da fornire come input al modello Euleriano, a partire dai dati dell'inventario nazionale delle emissioni CORINAIR (APAT) e dal modello di traffico per l'area urbana di Roma;
- Modello Euleriano per la dispersione e le reazioni chimiche degli inquinanti in atmosfera (codice FARM);
- Modulo di post-processing per il calcolo dei parametri necessari alla verifica del rispetto dei limiti di legge (medie giornaliere, medie su 8 ore).

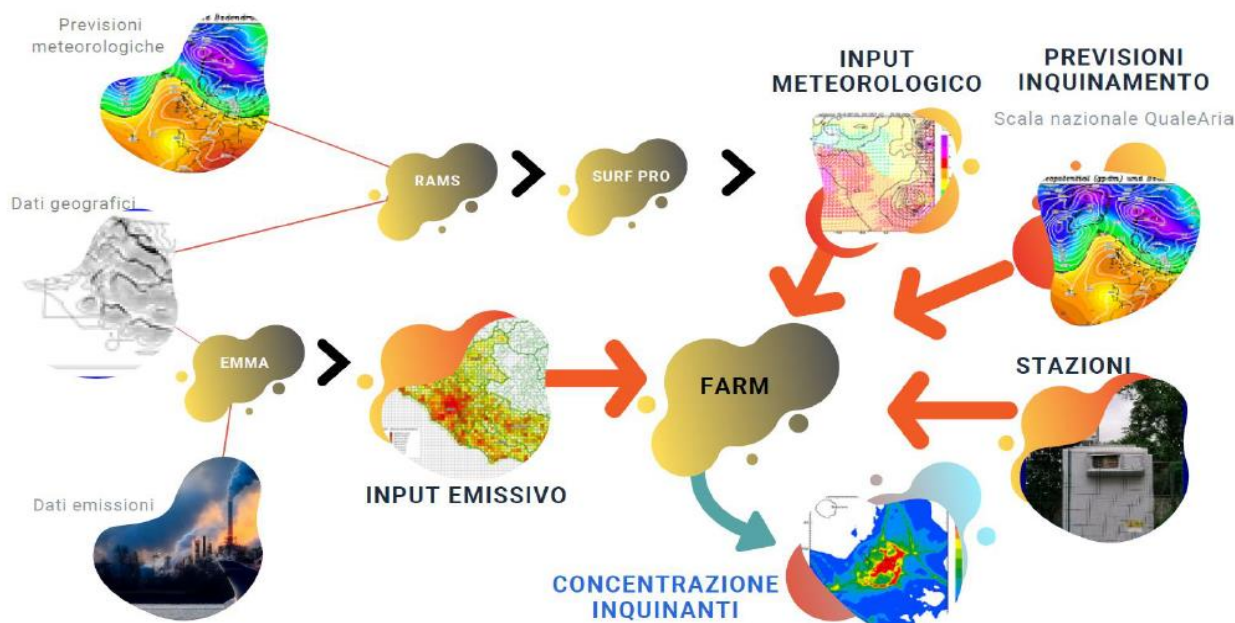


Figura 3: Schema del sistema modellistico.

Si riportano di seguito i dati 2017, 2018 e 2019 del:

- Particolato (PM10) - numero di superamenti giornalieri di 50 µg/m³ e media annua
- Particolato (PM2,5) - media annua
- Biossido di azoto (NO₂) - media annua e numero di superamenti orari di 200 µg/m³
- Benzene (C₆H₆) - media annua
- Monossido di carbonio (CO) - numero di superamenti di 10 mg/m³ (massimo della media mobile su 8 ore)
- Biossido di zolfo (SO₂) - numero di superamenti giornalieri di 125 µg/m³

I dati sono relativi al punto che identifica il centroide dell'area di intervento (Lat. 42.112044, Lon. 11.775075) ed il calcolo è stato effettuato a partire dai campi di concentrazione orari (degli anni 2017, 2018 e 2019) forniti dal sistema modellistico di qualità dell'aria dell'Agenzia.

Al fine di ottenere una stima il più realistica possibile, come richiesto dalla normativa vigente (d.lgs. n.155/2010 e s.m.i.), i campi di concentrazione sono stati combinati con le misure dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria mediante assimilazione dati (SCM, Successive Corrections Method).

Tabella 6: Valori di qualità dell'aria forniti dal sistema modellistico relativi al centroide dell'area in oggetto.

CENTROIDE DELL'AREA IN ESAME (LAT.: 42.112044; LON.: 11.775075)					
INQUINANTE	INDICATORE NORMATIVO	2017	2018	2019	VALORE LIMITE PREVISTO DALLA NORMATIVA
PM10	NUMERO DI SUPERAMENTI GIORNALIERI DI 50 µg/m ³	0	0	2	35
	MEDIA ANNUA (µg/m ³)	18	18	18	40 µg/M ³
PM2,5	MEDIA ANNUA (µg/m ³)	10	10	9	25 µg/M ³
NO ₂	NUMERO DI SUPERAMENTI ORARI DI 200 µg/m ³	0	0	0	18
	MEDIA ANNUA (µg/m ³)	21	19	18	40 µg/M ³
SO ₂	NUMERO DI SUPERAMENTI GIORNALIERI DI 125 µg/m ³	0	0	0	3
CO	NUMERO DI SUPERAMENTI DI 10 µg/m ³ (MAX DELLA MEDIA MOBILE SU 8 ORE)	0	0	0	0
BENZENE	MEDIA ANNUA (µg/m ³)	0,4	0,4	0,3	5 µg/M ³

Di seguito sono riportate le distribuzioni spaziali delle concentrazioni medie annuali, relative al 2019, di NO₂ e PM10 nell'area in esame.

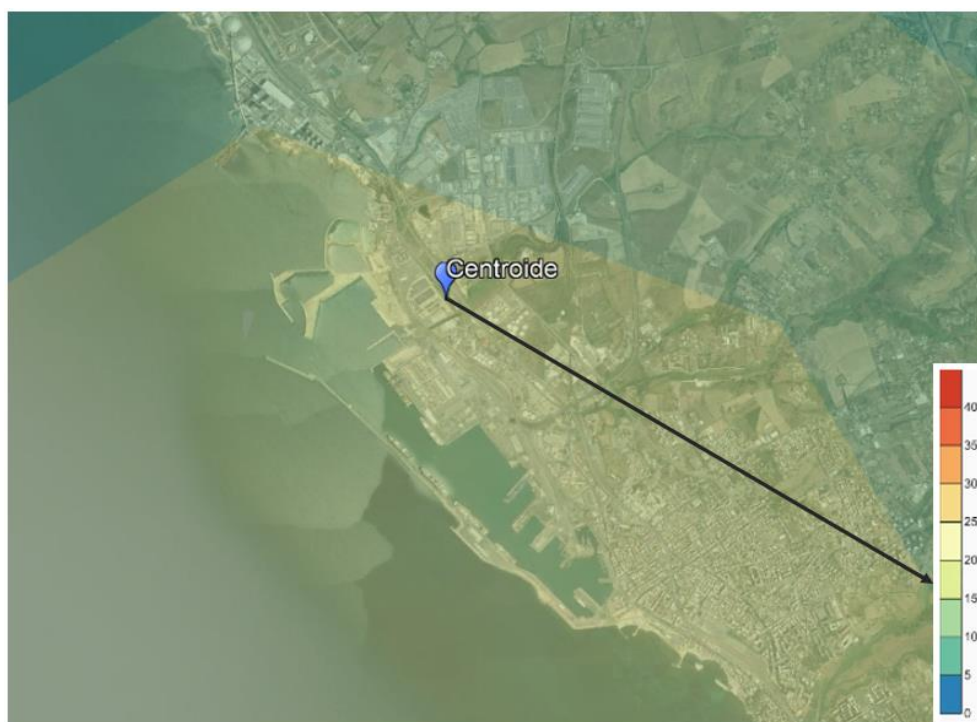


Figura 4: Distribuzione spaziale della concentrazione media annua di NO₂ del 2019 nell'area in oggetto.

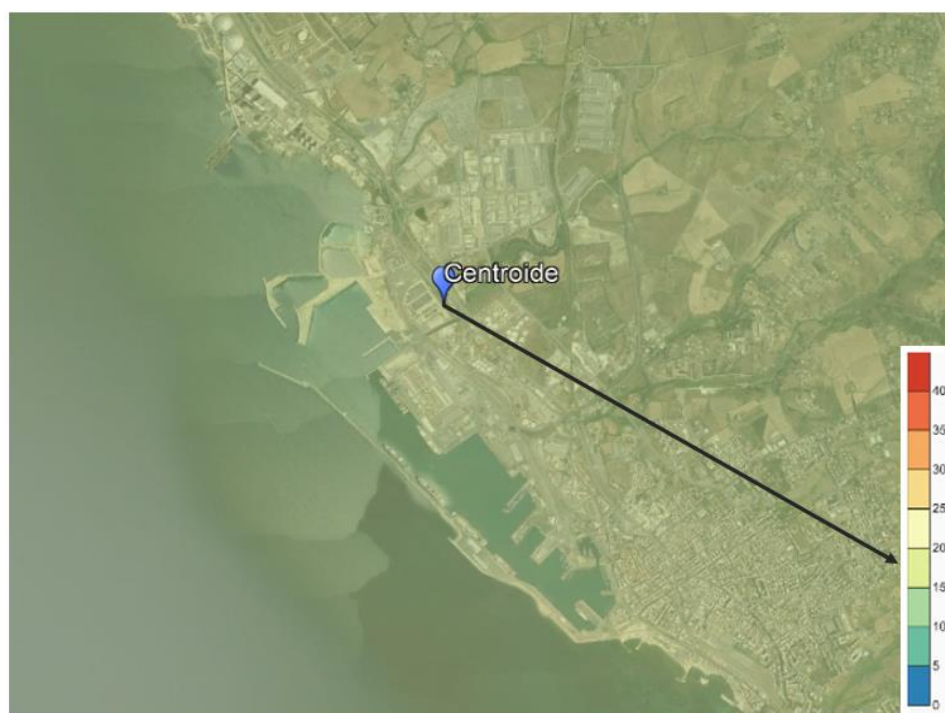


Figura 5: Distribuzione spaziale della concentrazione media annua di PM10 del 2019 nell'area in oggetto.

3.3 Campagna di monitoraggio PM10, IPA, metalli

In data 30 luglio 2019 l'ARPA Lazio ha installato e attivato 5 campionatori a basso flusso (0,5 l/min).

La Figura 6 mostra l'area interessata dal progetto in esame (linea tratteggiata rossa), la posizione (pallino rosso) delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria appartenenti alla rete gestita dall'ARPA Lazio e già operative e il posizionamento dei campionatori.

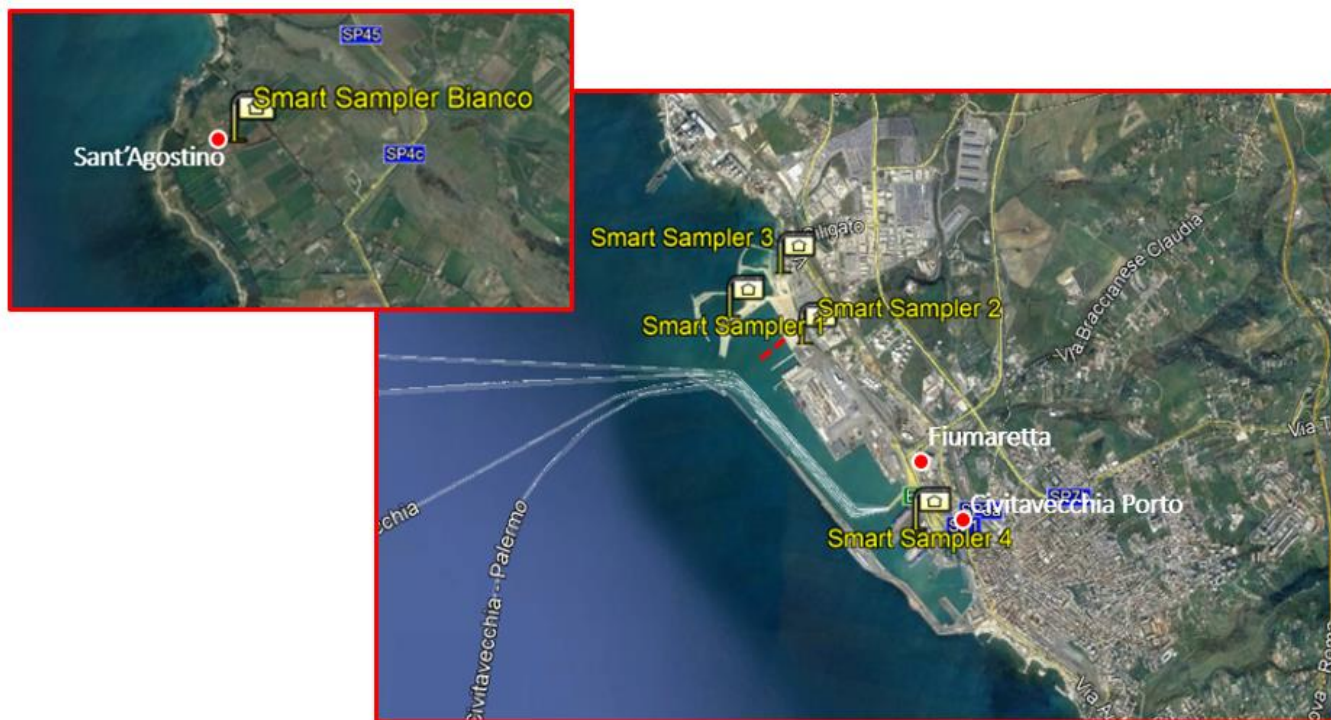


Figura 6: Porto di Civitavecchia, area di intervento progettuale, centraline di monitoraggio per la qualità dell'aria e posizionamento dei campionatori.

Nel mese di febbraio 2020 l'ARPA Lazio ha sostituito, in 4 postazioni su 5, i campionatori a basso flusso (0.5 l/min), con campionatori Smart Sampler a flusso più elevato (2 l/min). Questi campionatori, a differenza dei precedenti, necessitano di allaccio alla corrente elettrica; la postazione "darsena/cedonio" (Sampler 1) è priva di un punto di collegamento con la rete di distribuzione dell'energia elettrica e quindi non è stato possibile sostituirlo con quello a flusso più alto. In Tabella 7 viene riportato il posizionamento dei campionatori a flussi diversi.

Tabella 7: Posizionamento campionatori nel comprensorio di Civitavecchia.

CAMPIONATORI	LOCALIZZAZIONE	COORDINATE	
		LAT.	LON.
SAMPLER 1	CIVITAVECCHIA PORTO — DARSENA	42,112156	11,763953
SAMPLER 2	CIVITAVECCHIA PORTO — BANCHINA 28	42,110244	11,771083
SAMPLER 3	CIVITAVECCHIA PORTO — VARCO NORD	42,115608	11,769539
SAMPLER 4	CIVITAVECCHIA PORTO — TETTO SEDE CENTRALE	42,096519	11,785408
SAMPLER BIANCO	CENTRALINA S.AGOSTINO	42,159947	11,742631

In Figura 7 sono riportate le foto di un campionatore a flusso 0.5 l/min ed uno a flusso di 2 l/min installato in prossimità della zona portuale.



Figura 7: Campionatore a flusso 0.5 l/min (in alto) e a flusso 2 l/min (in basso) installati nella zona portuale di Civitavecchia.

Questa campagna di misura nella fase *ante operam* ha previsto la determinazione sul materiale particellare (PM₁₀) degli IPA e dei metalli pesanti (normati e non) sui filtri.

Queste misure costituiscono il background *ante operam*. In questo modo sono state acquisite informazioni sulla concentrazione di specifici inquinanti prima della fase di cantiere.

Il campionamento con Smart Sampler a flusso 0.5 l/min è stato effettuato su membrane filtranti di teflon di diametro pari a 37 millimetri su cui si sono depositate le polveri di PM10. La durata del campionamento è stata di circa un mese.

Mentre per quello effettuato con campionatori a flusso 2 l/min sono state utilizzate membrane filtranti di teflon di diametro pari a 47 millimetri e la durata di ciascun campionamento è stata di circa 20 giorni. Sono state determinate le concentrazioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici e Metalli (normati e non) contenuti sul particolato atmosferico "catturato" sul filtro.

Nella Tabella 8 si riporta uno schema sintetico sui campioni raccolti ed analizzati.

Tabella 8: Campioni di PM10 e caratterizzazione chimica effettuata negli 8 periodi di campionamento per ciascun campionatore Smart Sampler installato nella fase ante operam (in azzurro, utilizzati campionatori a flusso 0.5 l/min; in giallo, utilizzati campionatori a flusso 2 l/min).

CAMPIONATORI	LOCALIZZAZIONE	1° PERIODO	2° PERIODO	3° PERIODO	4° PERIODO	5° PERIODO	6° PERIODO	7° PERIODO	8° PERIODO
		CAMPION.:	CAMPION.:	CAMPION.:	CAMPION.:	CAMPION.:	CAMPION.:	CAMPION.:	CAMPION.:
		DAL 30/07/19 AL 06/09/19	DAL 06/09/19 AL 08/10/19	DAL 08/10/19 AL 06/11/19	DAL 06/11/19 AL 11/12/19	DAL 11/12/19 AL 15/01/20	DAL 15/01/20 AL 13/02/20	DAL 13/02/20 AL 04/03/20	DAL 13/02/20 AL 31/03/20
SAMPLER 1	CIVITAVECCHIA PORTO CEDONIO	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	-	-	-	-	ANALISI IPA
SAMPLER 2	CIVITAVECCHIA PORTO BANCHINA 28	ANALISI IPA	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	-	ANALISI METALLI	-
SAMPLER 3	CIVITAVECCHIA PORTO VARCO NORD	ANALISI IPA	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	-	ANALISI METALLI	-
SAMPLER 4	CIVITAVECCHIA PORTO TETTO SEDE CENTRALE	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	-	ANALISI METALLI	-
SAMPLER BIANCO	CENTRALINA S. AGOSTINO	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI METALLI	-

In Tabella 9 vengono riportate le concentrazioni di PM10 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dei filtri raccolti su cui è stata successivamente effettuata la determinazione analitica di IPA e metalli.

Tabella 9: Filtri di PM10 raccolti durante la campagna di monitoraggio svolta con Smart Sampler nell'area di interesse nella fase ante operam.

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1° PERIODO CAMPION.:	2° PERIODO CAMPION.:	3° PERIODO CAMPION.:	4° PERIODO CAMPION.:	5° PERIODO CAMPION.:	6° PERIODO CAMPION.:	7° PERIODO CAMPION.:	8° PERIODO CAMPION.:
SAMPLER 1	22	9	-	-	-	-	-	-
SAMPLER 2	31	-	26	18	20	-	25	-
SAMPLER 3	-	-	32	23	-	-	25	-
SAMPLER 4	32	25	30	-	-	-	24	-
SAMPLER BIANCO	29	16	19	13	19	18	19	-

3.3.1 Risultati campagna di monitoraggio - analisi di IPA

I filtri di PM10 raccolti dai campionatori sono stati caratterizzati chimicamente. La determinazione degli IPA è stata effettuata secondo metodo UNI EN 15549:2008 o metodo equivalente. Gli IPA indagati sono stati 12.

Nella Tabella 10 vengono riportati i risultati dei filtri raccolti durante i seguenti periodi:

- 1° campionamento: dal 30 luglio al 06 settembre 2019 (38 giorni)
- 3° campionamento: dal 08 ottobre al 06 novembre 2019 (29 giorni)
- 5° campionamento: dall'11 dicembre 2019 al 15 gennaio 2020 (35 giorni)
- 8° campionamento: dal 13 febbraio al 31 marzo 2020 (47 giorni)

Tabella 10: Risultati di ciascun IPA indagato (ng/m³) con i campionatori basso flusso nei 4 periodi specifici di campionamento presso il porto di Civitavecchia durante la fase ante operam.

IPA (NG/M ³)	SAMPLER 1				SAMPLER 2				SAMPLER 3				SAMPLER 4				SAMPLER BIANCO			
	1° CAMP.	3° CAMP.	5° CAMP.	8° CAMP.	1° CAMP.	3° CAMP.	5° CAMP.	8° CAMP.	1° CAMP.	3° CAMP.	5° CAMP.	8° CAMP.	1° CAMP.	3° CAMP.	5° CAMP.	8° CAMP.	1° CAMP.	3° CAMP.	5° CAMP.	8° CAMP.
BENZO(A)PIRENE	<0,01	-	-	<0,02	<0,01	<0,03	0,03	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	0,09	-
FENANTRENE	<0,01	-	-	<0,02	<0,01	<0,03	0,08	-	<0,01	<0,03	-	-	0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	0,11	-
ANTRACENE	<0,01	-	-	<0,02	<0,01	<0,03	<0,02	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	<0,02	-
FLUORANTENE	<0,01	-	-	<0,02	<0,01	<0,03	0,06	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	0,15	-
PIRENE	<0,01	-	-	<0,02	<0,01	<0,03	0,11	-	<0,01	<0,03	-	-	0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	0,15	-
BENZO(A)ANTRACENE	<0,01	-	-	<0,02	<0,01	<0,03	<0,02	-	0,02	<0,03	-	-	0,02	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	0,02	-
CRISENE	<0,01	-	-	<0,02	<0,01	<0,03	0,03	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	0,11	-
BENZO(B)FLUORANTENE	<0,01	-	-	<0,02	<0,01	<0,03	0,11	-	0,03	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	0,30	-
BENZO(K)FLUORANTENE	<0,01	-	-	<0,02	<0,01	<0,03	<0,02	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	0,06	-
DIBENZO(A,H)ANTRACENE	<0,01	-	-	<0,02	<0,01	<0,03	<0,02	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	<0,02	-
BENZO(G,H,I)PERILENE	<0,01	-	-	<0,02	<0,01	<0,03	<0,02	-	0,02	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	<0,02	-
INDENO(1,2,3-C,D)PIRENE	<0,01	-	-	<0,02	<0,01	<0,03	<0,02	-	0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	-	-	<0,01	<0,03	<0,02	-

Durante la fase *ante operam* i risultati degli IPA non hanno evidenziato criticità.

3.3.2 Risultati campagna di monitoraggio - analisi dei metalli

La determinazione dei metalli effettuata sui filtri di PM10 raccolti è stata effettuata dal laboratorio dell'ARPA Lazio secondo il metodo UNI EN 14902:2005 o metodo equivalente.

I metalli indagati sono 13, oltre i 4 metalli normati (arsenico, cadmio, nichel e piombo) sono stati determinati antimonio, argento, cobalto, manganese, rame, selenio, tallio, uranio, e vanadio.

I campionamenti coinvolti da questa determinazione sono quattro:

- 2° campionamento: dal 06 settembre al 08 ottobre 2019 (33 giorni)
- 4° campionamento: dal 06 novembre al 11 dicembre 2019 (36 giorni)
- 6° campionamento: dal 15 gennaio al 13 febbraio 2020 (29 giorni)
- 7° campionamento: dal 13 febbraio al 4 marzo 2020 (20 giorni)

Tabella 11: Risultati di ciascun metallo indagato (ng/m³) con i campionatori Smart nei 4 periodi di campionamento presso il porto di Civitavecchia nella fase ante operam.

METALLI (NG/M ³)	SAMPLER 1				SAMPLER 2				SAMPLER 3				SAMPLER 4				SAMPLER BIANCO			
	2° CAMP.	4° CAMP.	6° CAMP.	7° CAMP.	2° CAMP.	4° CAMP.	6° CAMP.	7° CAMP.	2° CAMP.	4° CAMP.	6° CAMP.	7° CAMP.	2° CAMP.	4° CAMP.	6° CAMP.	7° CAMP.	2° CAMP.	4° CAMP.	6° CAMP.	7° CAMP.
ARSENICO	<0,5	-	-	-	-	0,6	-	0,73	-	0,75	-	0,59	0,6	0,6	-	0,52	0,6	0,5	0,3	0,51
CADMI	<0,5	-	-	-	-	<0,5	-	0	-	<0,5	-	0	<0,5	<0,4	-	0,21	<0,5	<0,4	<2	<0,2
NICHEL	<2,5	-	-	-	-	6,9	-	4,9	-	592	-	4,4	10,4	6,1	-	4,2	3,4	2,4	<1	2,0
PIOMBO	<2,5	-	-	-	-	3,1	-	4,7	-	3,8	-	4,6	4,2	4,4	-	3,7	3	2,5	2,5	4,2
ANTIMONIO	5,4	-	-	-	-	6,1	-	4,0	-	7,3	-	5,2	5,7	4,9	-	2,8	5	5,4	3,3	3,9
ARGENTO	<2,5	-	-	-	-	<2,3	-	54	-	<2,3	-	0,9	<2,3	<2,1	-	532	<2,4	<2,1	<1	7,3
COBALTO	<2,5	-	-	-	-	<2,3	-	0,3	-	<2,3	-	0,4	<2,3	<2,1	-	0,3	<2,4	<2,1	<1	<0,2
MANGANESE	3,1	-	-	-	-	4,9	-	9,0	-	6,5	-	11	7,4	5,6	-	7,8	5,6	4	3	6,1
RAME	6,3	-	-	-	-	13,6	-	14	-	17,5	-	23	14,7	13,8	-	14	8,7	8,5	5,2	9,1
SELENIO	<2,3	-	-	-	-	<2,3	-	<1	-	<2,3	-	<1	<2,3	<2,1	-	<1	<2,4	<2,1	<1	<1
TALLIO	<2,3	-	-	-	-	<2,3	-	<1	-	<2,3	-	<1	<2,3	<2,1	-	<1	<2,4	<2,1	<1	<1
URANIO	<2,3	-	-	-	-	<2,3	-	<0,2	-	<2,3	-	<0,2	<2,3	<2,1	-	<0,2	<2,4	<2,1	<1	<0,2
VANADIO	<2,3	-	-	-	-	4,8	-	6,6	-	3,2	-	5,3	11,3	8	-	3,2	<2,4	<2,1	<1	1,3

Dai risultati ottenuti nella fase *ante operam* due campioni analizzati presentano un dato anomalo.

Un campione analizzato sul filtro ritirato dal Sampler 3 (varco Nord di Civitavecchia) riferito al 4° periodo di campionamento il nichel determinato è stato pari a 592 ng/m³.

Il filtro analizzato e campionato durante il 7° periodo sul tetto dell'headquarter presenta una concentrazione di argento pari a 532 ng/m³. Ad oggi non si hanno elementi utili per spiegare le cause di questi risultati anomali.

3.4 Stima dell'andamento giornaliero di PM₁₀ e PM_{2.5}

Presso la stazione di monitoraggio di Civitavecchia Porto, è presente un campionatore ottico che determina in continuo le stime di PM₁₀ e PM_{2.5}.

In Tabella 12, sono messi a confronto 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) e le stime ottenute mediante monitoraggio continuo di polveri (CPM) con campionatore ottico "Light Scattering". Dai dati si evidenzia una sottostima del contatore ottico (CPM) rispetto al valore misurato dall'analizzatore che utilizza il principio di misura dei raggi beta.

Tabella 12: confronto tra PM₁₀ secondo d.lgs. 155/2010 con stima del contatore ottico in continuo CPM₁₀ per il 2018 e 2019.

	PM₁₀ ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)	STIMA CPM₁₀ ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)
2018	23	18
2019	20	18

I valori stimati dal contatore ottico (CPM) forniscono elementi di valutazione sulla modulazione oraria giornaliera delle concentrazioni di particolato.

Nella figura 7 si riportano le stime del valore di concentrazione di massa medio orario del PM₁₀ e PM_{2.5} per il 3° e 4° trimestre del 2018.

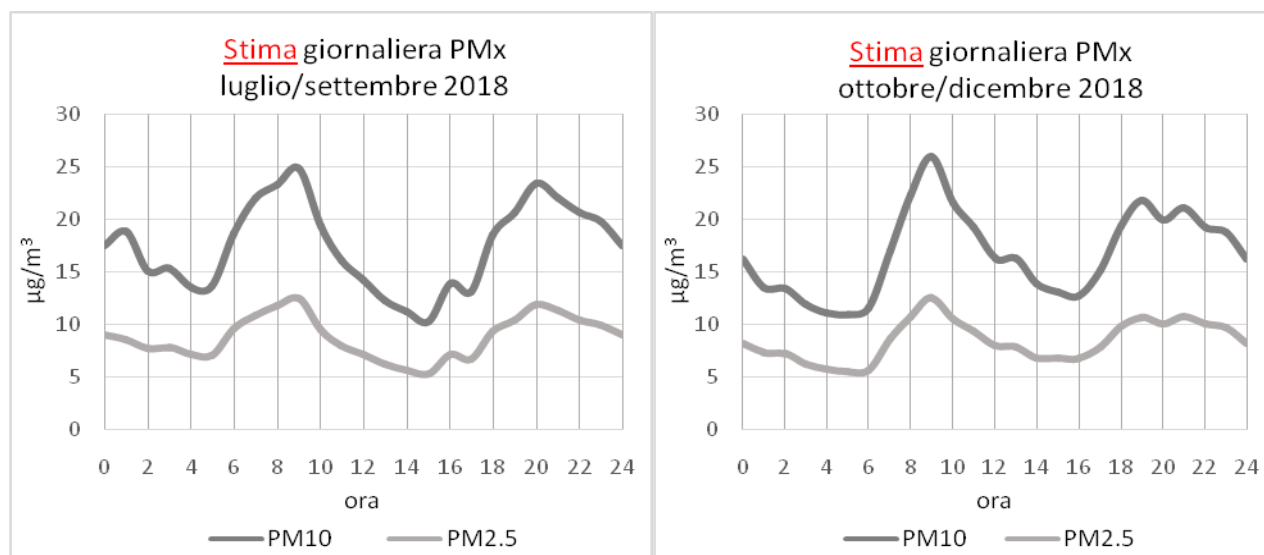


Figura 8: Stima giornaliera dell'andamento del PM₁₀ e PM_{2.5} per il 3° e 4° trimestre del 2018.

4 Fase corso d'opera

In data **04 marzo 2020** è stato avviato il cantiere per la realizzazione dell'opera strategica "Primo Lotto Funzionale Opere Strategiche (Il Stralcio): Pontile Il darsena traghetti" e contestualmente l'ARPA Lazio ha avviato il piano di monitoraggio relativo alla componente atmosfera previsto per la fase *corso d'opera*.

In data 16 marzo 2020 i lavori sono stati sospesi in seguito ai provvedimenti governativi emanati per l'emergenza sanitaria legata alla propagazione del COVID-19 e sono stati riavviati in data 20 aprile 2020. Anche la campagna di monitoraggio nell'area interessata all'intervento è stata sospesa durante il periodo di lockdown fino al 5 maggio 2020, data nella quale i campionatori Smart Sampler sono stati riattivati (le stazioni fisse di monitoraggio hanno invece funzionato anche durante il periodo di lockdown).

Il monitoraggio previsto per la costruzione della nuova darsena per la fase *corso d'opera* è stato strutturato nel seguente modo:

1. Analisi dei dati di qualità dell'aria per gli inquinanti PM10 e NO₂ delle tre centraline coinvolte nel monitoraggio (Fiumaretta, Civitavecchia Porto e S'Agostino).
2. Campagna di monitoraggio nell'area interessata all'intervento attraverso misure di PM10, metalli ed IPA.
3. Valutazione delle misure istantanee registrate con OPC di PM10 e PM2.5 presso la centralina fissa di Civitavecchia Porto.
4. Analisi dei dati di un "conta automobili" in transito su strada installato presso il varco nord;
5. Analisi dei dati meteo della stazione collocata sul tetto dell'headquarter.

4.1 Analisi monitoraggio del PM10 e NO₂ presso le centraline

Le centraline della rete di monitoraggio coinvolte nel monitoraggio ambientale relativo alla realizzazione dei degli interventi progettuali sono Fiumaretta e Civitavecchia Porto, nelle vicinanze dell'area portuale, e S'Agostino, centralina individuata come "bianco" per il monitoraggio.

La dotazione strumentale delle centraline coinvolte è riportata nella tabella sottostante.

Tabella 13: Centraline fisse di monitoraggio nell'area di indagine ambientale.

COMUNE	PROV.	NOME STAZIONE	NRO STAZ.	LAT.	LONG.	S.L.M. (m)	PM10	PM2.5	NO _x	BENZ.	SO ₂	CO	O ₃	IPA	METALLI
CIVITAVECCHIA	RM	FIUMARETTA	103	42,102158	11,784358	1	X	X	X	X	X	X	-	X	X
CIVITAVECCHIA	RM	PORTO	60	42,097053	11,788354	6	X	-	X	-	X	-	-	-	-
CIVITAVECCHIA	RM	S.AGOSTINO	102	42,159947	11,742631	16	X	-	X	-	-	-	X	-	-

Nella Figura 9 sono riportati le concentrazioni di PM₁₀ in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (campionamento e analisi mediante UNI EN 12341:2014 o metodo equivalente) nella fase *corso d'opera* presso le 3 centraline della rete fissa di monitoraggio della qualità dell'area prescelte.

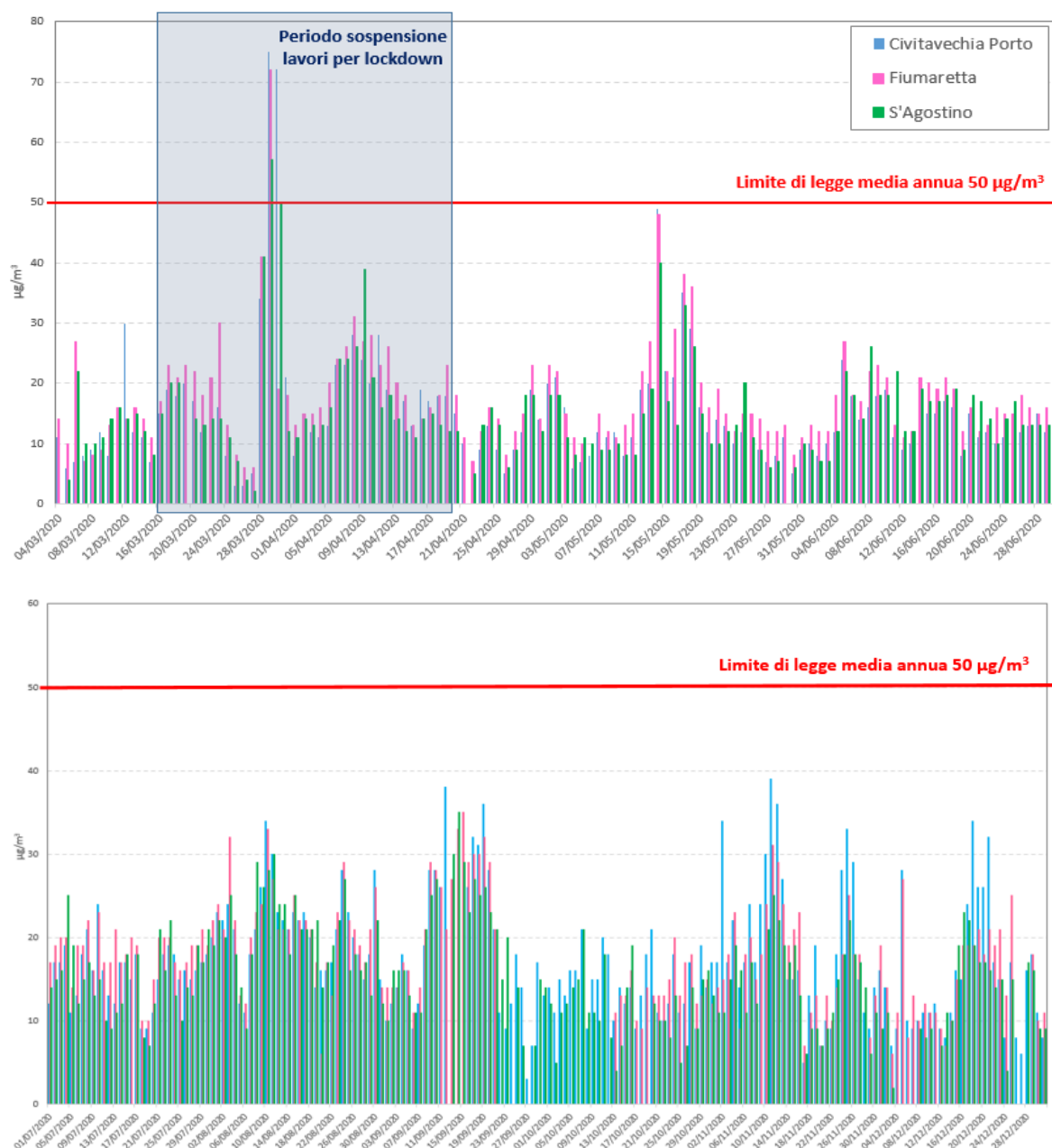


Figura 9: Andamento delle concentrazioni giornaliere del particolato atmosferico PM₁₀ presso le tre centraline fisse denominate Civitavecchia Porto, Fiumaretta e S'Agostino dal 4 marzo al 31 dicembre 2020.

Nel periodo in cui si sono svolti i lavori per la realizzazione della nuova darsena non si sono mai riscontrate criticità. Nel periodo di sospensione lavori per emergenza sanitaria COVID-19 nelle giornate del 29 e 30 marzo 2020 si sono registrate due giornate di superamento di concentrazione giornaliero di PM₁₀ (superiori a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, limite definito dal d. lgs. 155/2010). Questi superamenti sono stati dovuti a sorgenti di tipo naturali (depressione ciclonica rilevata in mezzo al Mediterraneo, che ha portato sabbia dalla regione Caucasica e/o dal deserto del Sahara).

In Figura 10 si riporta l'andamento orario dell' NO_2 registrato nelle 3 centraline fisse della rete di qualità dell'aria coinvolte nell'indagine ambientale.

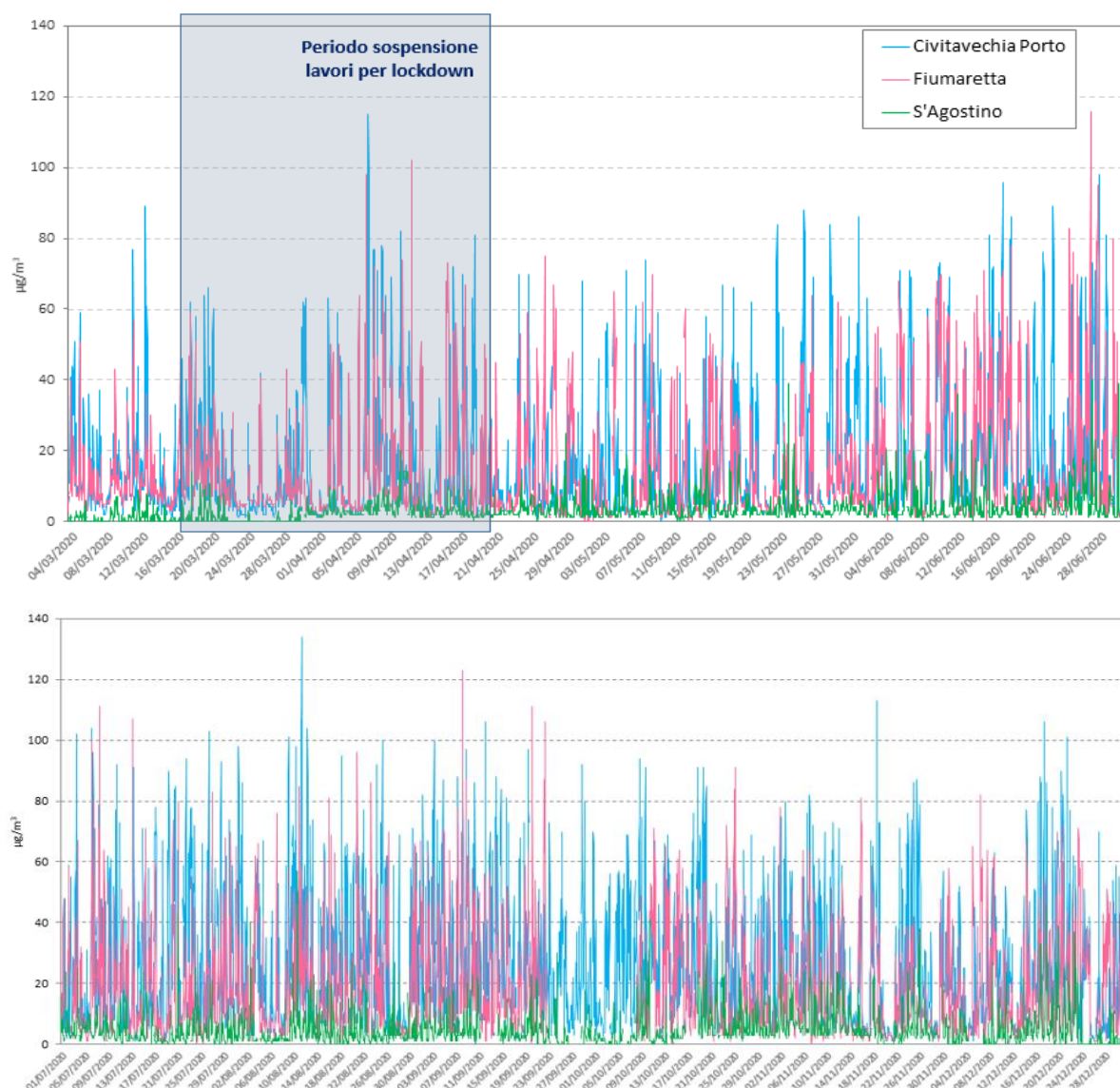


Figura 10: Andamento orario delle concentrazioni di NO_2 rilevato presso le tre centraline fisse denominate Civitavecchia Porto, Fiumaretta e S'Agostino dal 4 marzo al 31 dicembre 2020.

Dagli andamenti riportati non si evidenziano criticità nel periodo della fase *corso d'opera*.

4.2 Campagna di monitoraggio PM10, IPA, metalli

In data 4 marzo 2020 l'ARPA Lazio ha avviato il monitoraggio ambientale previsto nella fase *in corso d'opera* utilizzando i 5 campionatori installati e localizzati come indicato in Figura 6 e Tabella 7.

Nella Tabella 14 si riporta uno schema sintetico sui campioni raccolti ed analizzati durante la fase *corso d'opera*.

Tabella 14: Campioni di PM10 e caratterizzazione chimica effettuata nei 3 periodi di campionamento per ciascun campionatore Smart Sampler installato nella fase corso d'opera (in azzurro, utilizzati campionatori a flusso 0.5 l/min; in giallo, utilizzati campionatori a flusso 2 l/min).

CAMPIONATORI	LOCALIZZAZIONE	1° PERIODO	2° PERIODO	3° PERIODO	4° PERIODO	5° PERIODO	6° PERIODO	7° PERIODO	8° PERIODO
		CAMP.:	CAMP.:	CAMP.:	CAMP.:	CAMP.:	CAMP.:	CAMP.:	CAMP.:
		DAL 04/03/20 AL 24/03/20	DAL 05/05/20 AL 25/05/20	DAL 25/05/20 AL 15/06/20	DAL 15/06/20 AL 08/07/20	DAL 09/06/20 AL 20/07/20	DAL 08/07/20 AL 27/07/20	DAL 20/07/20 AL 08/09/20	DAL 27/07/20 AL 14/08/20
SAMPLER 1	CIVITAVECCHIA PORTO CEDONIO	-	-	-	-	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	-
SAMPLER 2	CIVITAVECCHIA PORTO BANCHINA 28	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	-	ANALISI METALLI
SAMPLER 3	CIVITAVECCHIA PORTO VARCO NORD	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	-	ANALISI METALLI
SAMPLER 4	CIVITAVECCHIA PORTO TETTO SEDE CENTRALE	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	-	ANALISI METALLI
SAMPLER BIANCO	CENTRALINA S. AGOSTINO	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	-	ANALISI METALLI

CAMPIONATORI	LOCALIZZAZIONE	9° PERIODO	10° PERIODO	11° PERIODO	12° PERIODO	13° PERIODO	14° PERIODO	15° PERIODO	16° PERIODO
		CAMP.:	CAMP.:	CAMP.:	CAMP.:	CAMP.:	CAMP.:	CAMP.:	CAMP.:
		DAL 14/08/20 AL 03/09/20	DAL 03/09/20 AL 23/09/20	DAL 08/09/20 AL 16/10/20	DAL 23/09/20 AL 16/10/20	DAL 16/10/20 AL 06/11/20	DAL 16/10/20 AL 26/11/20	DAL 06/11/20 AL 26/11/20	DAL 26/11/20 AL 16/12/20
SAMPLER 1	CIVITAVECCHIA PORTO CEDONIO	-	-	ANALISI METALLI	-	-	ANALISI IPA	-	-
SAMPLER 2	CIVITAVECCHIA PORTO BANCHINA 28	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI
SAMPLER 3	CIVITAVECCHIA PORTO VARCO NORD	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI
SAMPLER 4	CIVITAVECCHIA PORTO TETTO SEDE CENTRALE	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI
SAMPLER BIANCO	CENTRALINA S. AGOSTINO	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI

La fase di cantiere è stata sospesa dal 16 marzo al 20 aprile 2020. Il monitoraggio dell'ARPA Lazio è stato interrotto in data 24 marzo 2020, data necessaria per concludere il campionamento dell'intero arco temporale di circa 20 giorni previsto per il 1° periodo (numero di giorni necessari per poter determinare e caratterizzare gli inquinanti indagati). Il monitoraggio è stato riavviato in data 5 maggio 2020, prima data utile da parte dei tecnici dell'ARPA Lazio per il ripristino dei sensori, dopo l'allentamento delle misure restrittive previste durante il lockdown.

Come per la fase *ante operam* la campagna di misura prevede la determinazione sul materiale particolato (PM10) gli IPA e i metalli pesanti (normati e non) sui filtri.

La campagna di monitoraggio è ancora in corso.

In Tabella 15 vengono riportate le concentrazioni di PM10 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dei filtri raccolti su cui è stata successivamente effettuata la determinazione analitica di IPA e metalli nella fase di cantiere.

Tabella 15: Filtri di PM10 raccolti durante la campagna di monitoraggio svolta con Smart Sampler nell'area di interesse nella fase in corso d'opera.

PM10 ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)	PERIODO DI CAMPIONAMENTO															
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°
SAMPLER 1	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-	-
SAMPLER 2	18	21	13	16	-	40	-	24	22	25	-	14	17	-	-	18
SAMPLER 3	20	22	17	18	-	18	-	23	19	25	-	19	19	-	22	19
SAMPLER 4	19	23	18	18	-	-	-	-	20	25	-	20	-	-	22	15
SAMPLER BIANCO	25	19	14	15	-	17	-	20	19	19	-	16	12	-	13	11

Nei paragrafi successivi si riportano i risultati ottenuti per la determinazione di IPA e metalli.

4.2.1 Risultati campagna di monitoraggio - analisi di IPA

I filtri di PM10 raccolti dai campionatori sono stati caratterizzati chimicamente. La determinazione degli IPA è stata effettuata secondo metodo UNI EN 15549:2008 o metodo equivalente. Gli IPA indagati sono stati 12.

Nella

Tabella 16 vengono riportati i risultati dei filtri raccolti durante i seguenti periodi:

- 1° campionamento: dal 4 al 24 marzo 2020 (20 giorni)
- 3° campionamento: dal 25 maggio al 15 giugno 2020 (21 giorni)
- 6° campionamento: dal 8 luglio al 27 luglio 2020 (20 giorni)
- 7° campionamento: dal 20 luglio all'8 settembre 2020 (51 giorni)
- 9° campionamento: dal 14 agosto al 3 settembre 2020 (21 giorni)
- 12° campionamento: dal 23 settembre al 16 ottobre 2020 (25 giorni)
- 14° campionamento: dal 16 ottobre al 26 novembre 2020 (42 giorni)
- 15° campionamento: dal 6 novembre al 26 novembre 2020 (21 giorni)

Tabella 16: Risultati di ciascun IPA indagato (ng/m³) con i campionatori Smart Sampler nei 2 periodi specifici di campionamento presso il porto di Civitavecchia durante la fase di cantiere.

IPA (NG/M³)	SAMPLER 1								SAMPLER 2								SAMPLER 3							
	1° CAMP.	3° CAMP.	6° CAMP.	7° CAMP.	9° CAMP.	12° CAMP.	14° CAMP.	15° CAMP.	1° CAMP.	3° CAMP.	6° CAMP.	7° CAMP.	9° CAMP.	12° CAMP.	14° CAMP.	15° CAMP.	1° CAMP.	3° CAMP.	6° CAMP.	7° CAMP.	9° CAMP.	12° CAMP.	14° CAMP.	15° CAMP.
BENZO(A)PIRENE	-	-	-	<0.01	-	-	<0.02	-	0.03	0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.05	0.03	0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.04
FENANTRENE	-	-	-	0.07	-	-	0.08	-	0.06	0.03	0.02	-	<0.01	<0.01	-	0.04	0.04	0.04	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.04
ANTRACENE	-	-	-	<0.01	-	-	<0.02	-	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	<0.01
FLUORANTENE	-	-	-	0.03	-	-	0.09	-	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.06
PIRENE	-	-	-	0.12	-	-	0.11	-	<0.01	<0.01	0.03	-	<0.01	<0.01	-	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.06
BENZO(A)ANTRACENE	-	-	-	0.01	-	-	0.03	-	<0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	-	0.04	<0.01	0.01	<0.01	-	0.01	0.02	-	0.04
CRISENE	-	-	-	0.02	-	-	0.05	-	<0.01	0.01	0.02	-	0.01	0.02	-	0.06	<0.01	0.02	<0.01	-	0.01	0.02	-	0.06
BENZO(B)FLUORANTENE	-	-	-	<0.01	-	-	0.08	-	0.07	0.03	0.03	-	0.02	0.06	-	0.14	0.07	0.03	<0.01	-	0.01	0.04	-	0.11
BENZO(K)FLUORANTENE	-	-	-	<0.01	-	-	0.02	-	0.03	0.01	0.01	-	0.01	0.01	-	0.06	0.03	0.01	<0.01	-	0.01	0.01	-	0.05
DIBENZO(A,H)ANTRACENE	-	-	-	<0.01	-	-	<0.02	-	0.03	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.07	0.03	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.05
BENZO(G,H,I)PERILENE	-	-	-	<0.01	-	-	0.06	-	0.07	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.10	0.14	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.10
INDENO(1,2,3-C,D)PIRENE	-	-	-	<0.01	-	-	0.09	-	0.15	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.12	0.15	0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.13

IPA (NG/M³)	SAMPLER 4								SAMPLER BIANCO							
	1° CAMP.	3° CAMP.	6° CAMP.	7° CAMP.	9° CAMP.	12° CAMP.	14° CAMP.	15° CAMP.	1° CAMP.	3° CAMP.	6° CAMP.	7° CAMP.	9° CAMP.	12° CAMP.	14° CAMP.	15° CAMP.
BENZO(A)PIRENE	0.03	0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.14	0.11	0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.08
FENANTRENE	<0.01	0.03	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.06	0.07	0.03	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.05
ANTRACENE	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	<0.01
FLUORANTENE	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.05
PIRENE	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.05
BENZO(A)ANTRACENE	<0.01	0.01	<0.01	-	0.01	0.02	-	0.11	0.01	0.01	<0.01	-	<0.01	0.01	-	0.04
CRISENE	<0.01	0.01	<0.01	-	0.01	0.03	-	0.10	0.03	0.01	<0.01	-	<0.01	0.01	-	0.06
BENZO(B)FLUORANTENE	0.13	0.03	<0.01	-	0.01	0.03	-	0.26	0.23	0.02	<0.01	-	<0.01	0.01	-	0.16
BENZO(K)FLUORANTENE	0.02	0.01	<0.01	-	0.01	0.01	-	0.11	0.07	0.01	<0.01	-	<0.01	0.01	-	0.08
DIBENZO(A,H)ANTRACENE	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.10	0.06	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.09
BENZO(G,H,I)PERILENE	0.06	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.24	0.43	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.15
INDENO(1,2,3-C,D)PIRENE	0.09	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.20	0.44	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	0.16

Durante il periodo analizzato della fase *corso d'opera*, i risultati degli IPA non hanno evidenziato criticità.

4.2.2 Risultati campagna di monitoraggio - analisi dei Metalli

La determinazione dei metalli effettuata sui filtri di PM10 raccolti è stata effettuata dal laboratorio di ARPA Lazio secondo metodo UNI EN 14902:2005 o metodo equivalente.

I metalli indagati sono 13, oltre i 4 metalli normati (arsenico, cadmio, nichel e piombo) sono stati determinati antimonio, argento, cobalto, manganese, rame, selenio, tallio, uranio, e vanadio.

Il campionamento coinvolto da questa determinazione è di seguito riportato:

- 2° campionamento: dal 5 al 25 maggio 2020 (20 giorni)
- 4° campionamento: dal 15 giugno all'8 luglio 2020 (24 giorni)
- 5° campionamento: dal 9 giugno al 20 luglio 2020 (47 giorni)
- 8° campionamento: dal 27 luglio al 14 agosto 2020 (19 giorni)
- 10° campionamento: dal 3 al 23 settembre 2020 (21 giorni)
- 11° campionamento: dal 8 settembre al 16 ottobre 2020 (49 giorni)
- 13° campionamento: dal 16 ottobre al 6 novembre 2020 (22 giorni)
- 15° campionamento: dal 26 novembre al 16 dicembre 2020 (21 giorni)

Nella tabella seguente si riportano i risultati ottenuti per la concentrazione dei metalli indagati.

Tabella 17: Risultati di ciascun metallo indagato (ng/m³) con i campionatori Smart nel periodo di campionamento specifica presso il porto di Civitavecchia nella fase di cantiere.

METALLI (NG/M³)	SAMPLER 1								SAMPLER 2								SAMPLER 3							
	2° CAMP.	4° CAMP.	5° CAMP.	8° CAMP.	10° CAMP.	11° CAMP.	13° CAMP.	16° CAMP.	2° CAMP.	4° CAMP.	5° CAMP.	8° CAMP.	10° CAMP.	11° CAMP.	13° CAMP.	16° CAMP.	2° CAMP.	4° CAMP.	5° CAMP.	8° CAMP.	10° CAMP.	11° CAMP.	13° CAMP.	16° CAMP.
ARSENICO	-	-	<0.2	-	-	0.4	-	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	0.4	-	0.3	<0.2	<0.2	<0.2	-	<0.2	0.4	-	0.3	<0.2
CADMIO	-	-	<0.2	-	-	<0.2	-	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2
NICHEL	-	-	2.0	-	-	2.0	-	-	<1	3.0	-	2.1	2.4	-	2.5	2.3	<1.0	1.2	-	1.6	1.8	-	11	1.7
PIOMBO	-	-	<1.0	-	-	3.4	-	-	<1.0	<1.0	-	<1.0	1.8	-	1.4	1.1	<1.0	<1.0	-	<1.0	2.0	-	1.6	1.7
ANTIMONIO	-	-	<0.2	-	-	4.4	-	-	<0.2	0.2	-	0.2	2.6	-	2.2	0.4	0.2	0.3	-	<0.2	2.7	-	2.3	0.9
ARGENTO	-	-	0.6	-	-	0.4	-	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	0.4	-	<0.2	<0.2	<0.2	0.5	-	<0.2	<0.2	-	0.3	<0.2
COBALTO	-	-	<0.2	-	-	<0.2	-	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2
MANGANESE	-	-	2.5	-	-	2.7	-	-	1.7	2.4	-	2.4	4.1	-	2.3	3.0	2.1	2.2	-	2.9	4.4	-	2.8	5.9
RAME	-	-	3.7	-	-	2.1	-	-	1.6	3.9	-	4.4	4.2	-	3.3	4.4	2.1	2.7	-	3.1	5.6	-	6.2	8.1
SELENIO	-	-	<1.0	-	-	<1.0	-	-	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0
TALLIO	-	-	<1.0	-	-	<1.0	-	-	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0
URANIO	-	-	<1.0	-	-	<0.2	-	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2
VANADIO	-	-	<1.0	-	-	2.8	-	-	2.4	4.2	-	3.7	5.1	-	4.5	3.9	<0.2	<0.2	-	2.5	3.6	-	3.0	2.2

METALLI (NG/M³)	SAMPLER 4									SAMPLER BIANCO								
	2° CAMP.	4° CAMP.	5° CAMP.	8° CAMP.	10° CAMP.	11° CAMP.	13° CAMP.	16° CAMP.		2° CAMP.	4° CAMP.	5° CAMP.	8° CAMP.	10° CAMP.	11° CAMP.	13° CAMP.	16° CAMP.	
ARSENICO	<0.2	<0.2	-	<0.2	0.4	-	<0.2	<0.2		<0.2	<0.2	-	<0.2	0.4	-	0.2	<0.2	
CADMIO	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2		<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	
NICHEL	<1.0	2.9	-	4.7	5.2	-	<1.0	2.6		<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0	
PIOMBO	<1.0	< 1	-	1.3	2.7	-	<1.0	1.8		<1.0	<1.0	-	<1.0	2.7	-	1.1	1.4	
ANTIMONIO	1.6	<0.2	-	0.4	2.3	-	1.7	0.5		<0.2	<0.2	-	<0.2	2.8	-	2.0	0.3	
ARGENTO	<0.2	0.3	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2		<0.2	<0.2	-	<0.2	0.3	-	<0.2	<0.2	
COBALTO	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2		<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	
MANGANESE	2.4	1.6	-	4.2	6.5	-	0.6	3.2		1.3	1.5	-	3.3	3.4	-	1.1	1.9	
RAME	1.8	2.2	-	4.0	4.1	-	1.0	5.2		1.2	1.5	-	1.5	3.6	-	1.9	2.8	
SELENIO	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0	
TALLIO	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0	-	<1.0	<1.0	
URANIO	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2		<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	-	<0.2	<0.2	
VANADIO	<0.2	4.0	-	8.7	8.9	-	0.2	3.4		<0.2	<0.2	-	0.3	0.8	-	0.6	0.2	

Nessun campione analizzato presenta delle criticità.

4.3 Stima dell'andamento giornaliero di PM10 e PM2.5

Per la fase *corso d'opera*, cioè nel quadrimestre marzo/giugno, sono messi a confronto 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) e le stime ottenute mediante monitoraggio continuo di polveri (CPM) con campionatore ottico "Light Scattering" installato presso la stazione di monitoraggio di Civitavecchia Porto. Quest'ultimo è un campionatore ottico che determina in continuo le stime di PM10 e PM2.5.

Dai dati si evidenzia una sottostima del contatore ottico (CPM) rispetto al valore misurato dall'analizzatore che utilizza il principio di misura dei raggi beta.

Tabella 18: confronto tra PM10 secondo d.lgs. 155/2010 con stima del contatore ottico in continuo CPM10 per gli anni 2018, 2019 e 2020 per i mesi marzo/dicembre.

PERIODO: MARZO/DICEMBRE	PM10 ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)	STIMA CPM10 ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)
2018	23	18
2019	20	17
2020	17	13

I valori stimati dal contatore ottico (CPM) forniscono elementi di valutazione sulla modulazione oraria giornaliera delle concentrazioni di particolato.

Nella Figura 11 si riportano a confronto le stime del valore di concentrazione di massa medio orario del PM10 e PM2.5 per il quadrimestre marzo/giugno degli anni 2018, 2019 e 2020.

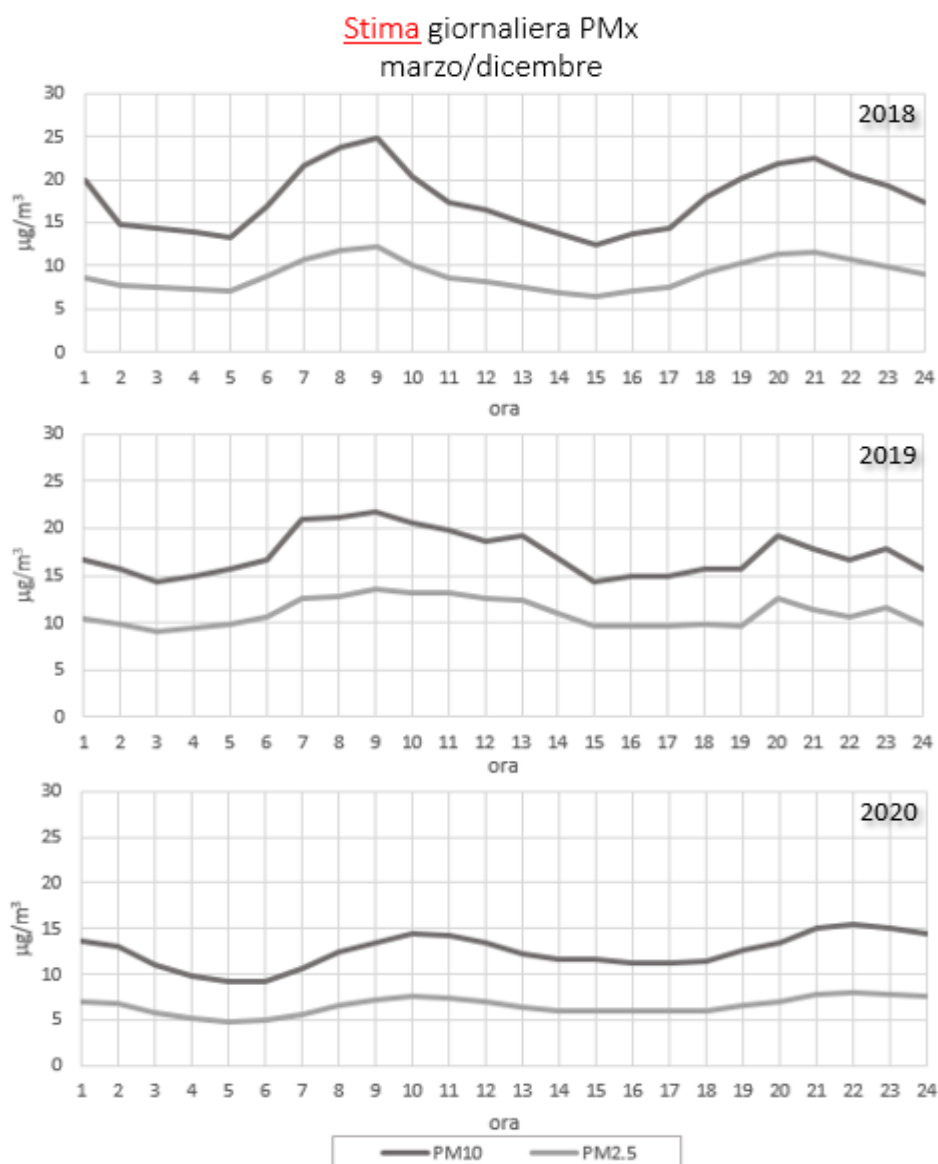


Figura 11: Stima giornaliera dell'andamento del PM10 e PM2.5 per marzo/dicembre degli anni 2018, 2019 e 2020.

4.4 Analisi dati traffico stradale

A supporto dell'analisi dell'andamento delle concentrazioni degli inquinanti misurati, si ritiene utile presentare i dati inerenti al trasporto su strada all'interno dell'area oggetto del monitoraggio.

I dati dei flussi di traffico sono stati acquisiti attraverso un "conta traffico" installato in prossimità del varco nord nel periodo estivo, dal 9 luglio al 5 agosto 2020.

In Figura 12 è riportata la mappa con la localizzazione del conta traffico e in Tabella 19 la distanza con i campionatori Smart Sampler installati nell'area.



Figura 12: Area di intervento progettuale presso il varco nord del porto di Civitavecchia; localizzazione di 3 campionatori Smart Sampler e conta traffico.

Tabella 19: Distanza tra conta traffico e campionatori installati in prossimità del varco nord.

CONTA TRAFFICO (LAT.: 42.114911; LON.: 11.769550)		
CAMPIONATORI	LOCALIZZAZIONE	DISTANZA DAL CONTA TRAFFICO
SAMPLER 1	CIVITAVECCHIA PORTO – DARSENA	570 m
SAMPLER 2	CIVITAVECCHIA PORTO – BANCHINA 28	570 m
SAMPLER 3	CIVITAVECCHIA PORTO – VARCO NORD	70 m

Dal 9 luglio al 5 agosto 2020 (28 giorni) il numero di passaggi registrati sono stati circa 56.000.

Di seguito viene riportato un andamento giornaliero dei flussi registrati relativo ai mezzi leggeri e pesanti.

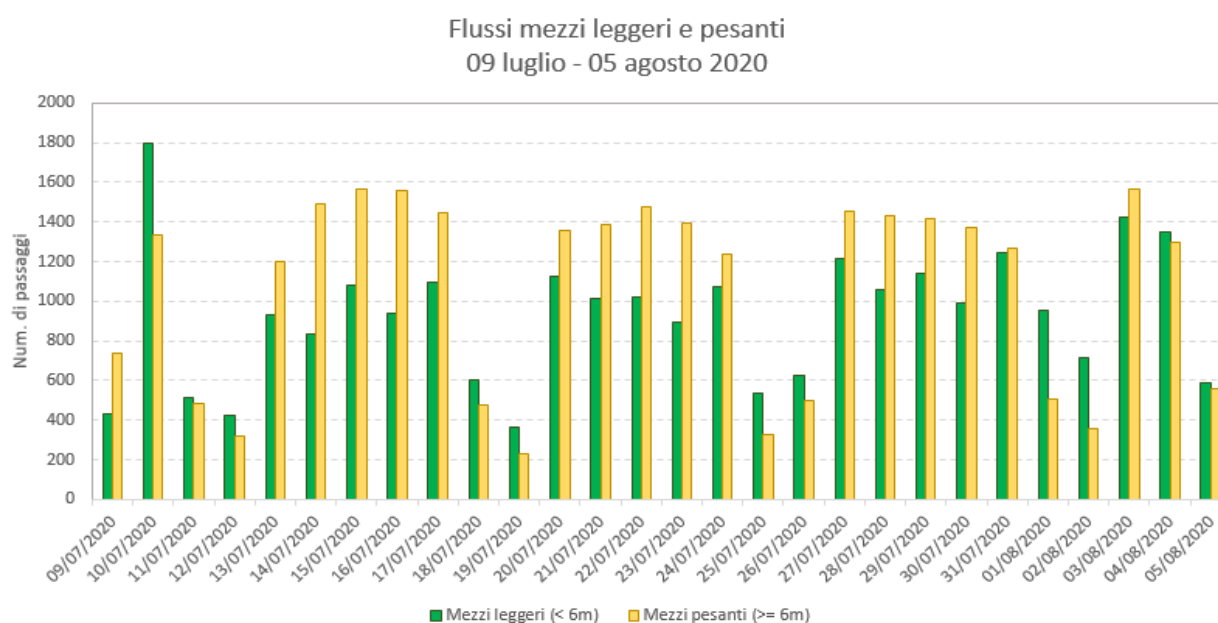


Figura 13: Andamento giornaliero dei flussi di mezzi leggeri e pesanti registrati dal 9 luglio al 5 agosto 2020.

I dati ricavati dal “conta traffico” mostrano il decremento di mezzi pesanti rispetto ai mezzi leggeri durante i giorni del fine settimana (11 e 12/07; 18 e 19/07; 25 e 26/07; 1 e 2/08), in media il 59% di mezzi leggeri registrati giornalmente rispetto al totale. Invece l’andamento è opposto nei giorni infrasettimanali, in media il 44% di mezzi leggeri rispetto a circa il 56% di mezzi pesanti.

Tabella 20: Confronto tra i giorni infrasettimanali e non della media settimanale (a partire da giovedì) dei flussi dei mezzi leggeri e pesanti registrati dal 9 luglio al 5 agosto 2020.

Settimane	9-15 luglio 2020		16-22 luglio 2020		23-29 luglio 2020		30 luglio-5 agosto 2020	
	lun-ven	sab-dom	lun-ven	sab-dom	lun-ven	sab-dom	lun-ven	sab-dom
Mezzi leggeri	43%	54%	42%	58%	44%	59%	48%	66%
Mezzi pesanti	57%	46%	58%	42%	56%	41%	52%	34%

4.5 Inquadramento meteorologico

A supporto dell’analisi dei dati degli inquinanti misurati è stata effettuata per la fase *corso d’opera* 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 04.03.20 – 31.12.20.

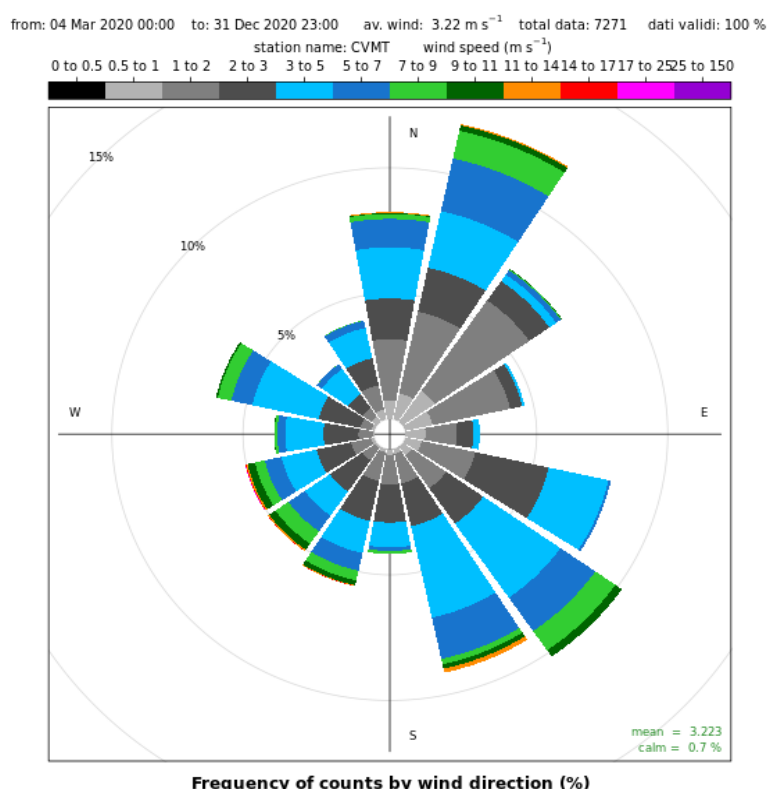


Figura 14: Rosa dei venti della stazione dell’headquarter del porto di Civitavecchia

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. I venti occidentali si dividono in due componenti a causa della presenza dei monti della Tolfa nel suo entroterra, con il risultato di un rafforzamento della componente da sud-est in intensità e frequenza. Le brezze di mare, attive soprattutto nel periodo estivo, si sovrappongono nel II quadrante ai venti sinottici e sono invece più evidenti nel III quadrante. I venti da est, schermati dai rilievi orografici sono poco frequenti e deboli.

Nella tabella successiva si riportano i parametri meteorologici relativi alla precipitazione e vento registrati dal 4 marzo al 31 dicembre 2020.

Tabella 21: Parametri meteorologici di precipitazione e vento registrati dalla stazione sita sul tetto dell'headquarter dal 4 marzo al 31 dicembre 2020.

	PERIODO: DAL 4 MARZO AL 31 DICEMBRE 2020					
	N° GIORNI DI MONITORAGGIO: 303					
	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	286.6	23 SETTEMBRE 2020 (38.2 mm)	37	266	12.2%	0.6

In Figura 15 si evidenzia come l'intensità del vento medio aumenta notevolmente con il transito delle perturbazioni autunnali. Il vento medio più intenso si è registrato nella giornata del 23 settembre 2020 (38.2 m/s).

Da aprile, comunque, l'intensità media del vento aumenta anche a causa l'attivarsi delle brezze di mare.

La campagna mostra la tipica variabilità stagionale (pochi giorni piovosi, ma carattere di rovescio temporale in estate, maggiori e più continue precipitazioni in autunno), che ha portato ad avere numerose giornate con deboli precipitazioni, seppur il numero di giorni piovosi (giorni con precipitazione cumulata maggiore di > 1 mm) rappresenti solo il 12% dell'intera campagna.

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 97% e il 19% (Figura 16) con mediana attorno al 70%, quindi abbastanza elevata. Temperatura mai scesa sotto lo 0°C (assenza di gelate) e mediana attorno a 20°C a causa dell'influenza mitigatrice del mare nei mesi autunnali/invernali.

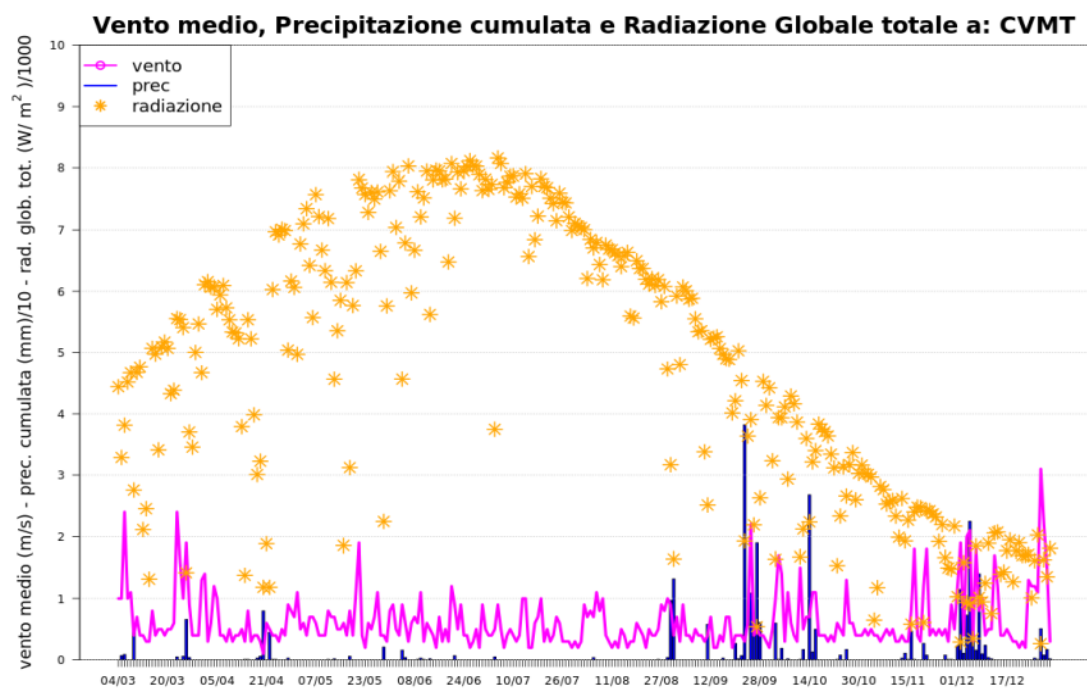


Figura 15: Andamento giornaliero del vento medio, della precipitazione cumulata e della radiazione globale per il periodo 4 marzo al 31 dicembre 2020 registrato dalla stazione dell'headquarter del porto di Civitavecchia.

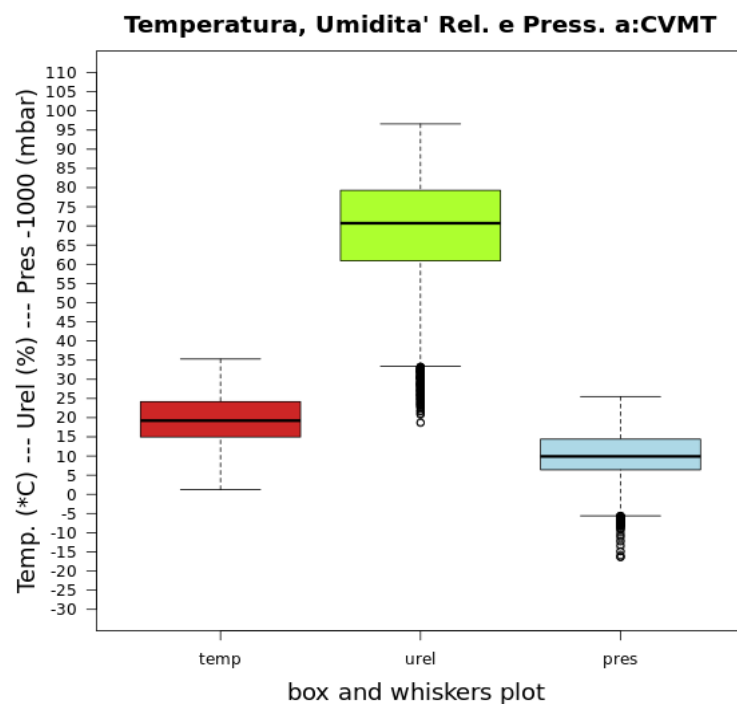


Figura 16: Box plot di umidità relativa, temperatura e pressione registrata dal 4 marzo al 31 dicembre 2020 dalla stazione dell'headquarter del porto di Civitavecchia.

5 Conclusioni

I risultati dei monitoraggi effettuati nella fase *ante operam* e in *corso d'opera* non hanno evidenziato criticità per quanto riguarda la matrice aria.

Confrontando l'analisi dati effettuata durante la fase *ante operam* e quella in *corso d'opera*, si evince che la realizzazione delle opere previste dal progetto non ha determinato impatti significativi negativi per la qualità dell'aria nell'area dell'intervento. Anche il confronto dei risultati ottenuti negli anni 2019 e 2020 delle determinazioni di IPA e metalli sui filtri PM10 raccolti nelle varie postazioni oggetto di monitoraggio localizzate all'interno del porto di Civitavecchia, rispetto ai risultati misurati presso la postazione di "bianco" situata in località S. Agostino conferma l'assenza di criticità relative all'inquinamento atmosferico.

Le attività di monitoraggio della fase in *corso d'opera* proseguiranno fino a aprile 2021, data prevista per la fine della realizzazione dell'opera strategica.

Successivamente sarà attivato il monitoraggio per la fase *post operam*. In questa fase (che avrà la durata di un anno) saranno analizzati e caratterizzati i filtri raccolti dai 5 campionatori Smart Sampler già installati, attraverso campagne analoghe a quella effettuate nelle due fasi precedenti.

Inoltre saranno analizzati i dati della qualità dell'aria delle due centraline fisse appartenenti alla rete di monitoraggio gestita da ARPA Lazio (Civitavecchia Porto e Fiumaretta) al fine di monitorare eventuali variazioni sulla qualità dell'aria generate dall'esercizio della nuova infrastruttura.