

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. AMBIENTE, ARCHITETTURA E ARCHEOLOGIA

MONITORAGGIO AMBIENTALE FASE CORSO D'OPERA

INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST

COMPONENTE AMBIENTALE ATMOSFERA
CAMPAGNA DI MISURE CORSO D'OPERA

REPORT DI FINE MISURA-Estate 2019

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA / DISCIPLINA Progr. REV.
I N 4 6 0 0 E 2 2 R H A R 0 0 C 1 1 9 G A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autore	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	ADRIA Società Consortile s.r.l. <i>F. P. ...</i>		G. MULAS <i>G. Mulas</i>		<i>[Signature]</i>		ITALFERR S.p.A. Dott. Ing. Danilo Lugovici Ordine degli Ingegneri di Roma n. Al/6.319	

File: IN4600E22RHAR00C119GA

n. Elab.

Sommario

1	PREMESSA	4
2	RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI	5
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
2.1.1	<i>Normativa Unione Europea</i>	5
2.1.2	<i>Normativa Nazionale</i>	5
3	LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	7
3.1	PUNTO ATM-01	8
3.2	PUNTO ATM-02.....	9
3.3	PUNTO ATM-03.....	10
3.4	I PARAMETRI RILEVATI.....	11
3.5	STRUMENTAZIONE E ANALISI DI LABORATORIO.....	12
3.5.1	<i>Modulo sequenziale gravimetrico per polveri PTS, PM10 e PM2,5</i>	12
3.5.2	<i>Contaparticelle</i>	14
3.5.3	<i>Stazione meteorologica</i>	15
3.5.4	<i>Analisi di laboratorio</i>	15
3.6	PERIODO DI MONITORAGGIO	16
4	ELABORAZIONE DEI DATI	17
4.1	CONCENTRAZIONE POLVERI	17
4.1.1	<i>Stazione ATM-01</i>	17
4.1.2	<i>Stazione ATM-02</i>	19
4.1.3	<i>Stazione ATM-03</i>	21
4.1.4	<i>Centraline ARPA</i>	23
4.1.5	<i>Commenti ai risultati</i>	24
4.2	CONCENTRAZIONE METALLI	27
4.2.1	<i>Stazione ATM-01</i>	27
4.2.2	<i>Stazione ATM-02</i>	27
4.2.3	<i>Stazione ATM-03</i>	28
4.2.4	<i>Commenti ai risultati</i>	29
4.3	ELEMENTI TERRIGENI.....	30
4.3.1	<i>Stazione ATM-01</i>	30
4.3.2	<i>Stazione ATM-02</i>	31
4.3.3	<i>Stazione ATM-03</i>	32
	<i>Commenti ai risultati</i>	34
4.4	CONTATORE OTTICO DI PARTICELLE.....	36
4.4.1	<i>Stazione ATM-01</i>	36
4.4.2	<i>Stazione ATM-02</i>	40
4.4.3	<i>Stazione ATM-03</i>	44
4.4.4	<i>Commenti ai risultati</i>	47
4.5	PARAMETRI METEO.....	48
4.5.1	<i>Stazione ATM-01</i>	48
4.5.2	<i>Stazione ATM-02</i>	52
4.5.3	<i>Stazione ATM-03</i>	55
4.5.4	<i>Commenti ai risultati</i>	58
5	CONCLUSIONI	59

1 PREMESSA

Il presente report illustra gli esiti della XXI campagna di Monitoraggio Corso d'Opera (estiva) relativa alla Componente Atmosfera, prevista dal Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) nell'ambito del Progetto dell'“Ingresso Urbano dell'Interconnessione di Brescia Ovest”, che si inquadra tra gli interventi per la realizzazione della Linea AV/AC Milano-Verona.

Il suddetto Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) individua le principali componenti ambientali da indagare e le modalità e le tempistiche connesse alle attività di monitoraggio.

Il PMA indica gli obiettivi, i requisiti ed i criteri metodologici decisi per il Monitoraggio Ante Operam (A.O.), il Monitoraggio in Corso d'Opera (C.O.) ed il Monitoraggio Post Operam o in esercizio (P.O.), tenendo conto della realtà territoriale ed ambientale in cui il progetto dell'opera si inserisce e dei potenziali impatti che esso determina sia in termini positivi che negativi.

Il presente elaborato riporta i risultati relativi alla XXI campagna di monitoraggio in Corso d'Opera, eseguiti nella stagione estiva per la componente Atmosfera nel periodo compreso fra il 19 luglio e il 02 agosto 2019.

	MONITORAGGIO AMBIENTALE FASE CORSO D'OPERA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST					
	COMPONENTE MONITORAGGIO ATMOSFERA – RELAZIONE C.O. XXI	PROGETTO IN46	LOTTO 00 E 22	CODIFICA RH	DOCUMENTO AR00C1 19G	REV. A

2 RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI

2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1.1 Normativa Unione Europea

Attualmente le direttive di riferimento sugli standard di qualità dell'aria a livello europeo sono le seguenti:

- Dir 96/62/CE (“Direttiva madre”) – In materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente;
- Dir 99/30/CE – Concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido d'azoto, gli ossidi d'azoto, le particelle e il piombo;
- Dir 2000/69/CE – Concernente i valori limite per il benzene e il monossido di carbonio nell'aria ambiente;
- Dir 2002/03/CE – Concernente i valori limite per l'ozono (non ancora recepita dalla normativa nazionale);
- Dir 2004/107/CE - concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.
- Dir 2008/50/CE – Concernente la qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

2.1.2 Normativa Nazionale

La norma quadro in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico è rappresentata dal Decreto Legislativo n. 155/2010 che ha abrogato il Decreto Legislativo n. 351/99 e i rispettivi decreti attuativi (il DM 60/02, il Decreto Legislativo n.183/2004 e il DM 261/2002). Il Decreto Legislativo n.155/2010 contiene le definizioni di valore limite, valore obiettivo, soglia di informazione e di allarme, livelli critici, obiettivi a lungo termine e valori obiettivo. Il Decreto individua l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio (NO₂, NO_x, SO₂, CO, O₃, PM₁₀, PM_{2.5}, Benzene, Benzo(a)pirene, Piombo, Arsenico, Cadmio, Nichel, Mercurio, precursori dell'ozono) e stabilisce le modalità della trasmissione e i contenuti delle informazioni sullo stato della qualità dell'aria, da inviare al Ministero dell'Ambiente.

Il provvedimento individua nelle Regioni le autorità competenti per effettuare la valutazione della qualità dell'aria e per la redazione dei Piani di Risanamento della qualità dell'aria nelle aree nelle quali sono stati superati i valori limite. Sono stabilite anche le modalità per la realizzazione o l'adeguamento delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria (Allegato V e IX).

L'allegato VI del decreto contiene i metodi di riferimento per la determinazione degli inquinanti. Gli allegati VII e XI, XII, XIII e XIV riportano i valori limite, i livelli critici, gli obiettivi a lungo termine e i valori obiettivo rispetto ai quali effettuare la valutazione dello stato della qualità dell'aria.

Successivamente sono stati emanati il DM Ambiente 29 novembre 2012 che, in attuazione del Decreto Legislativo n.155/2010, individua le stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria, il Decreto Legislativo n.250/2012 che modifica ed integra il Decreto Legislativo n.155/2010 definendo anche il metodo di riferimento per la misurazione dei composti organici volatili, il DM Ambiente 22 febbraio 2013 che stabilisce il formato per la trasmissione del progetto di adeguamento della rete di monitoraggio e il DM Ambiente 13 marzo 2013 che individua le stazioni per le quali deve essere

calcolato l'indice di esposizione media per il PM_{2,5}. Il DM 5 maggio 2015 definisce i metodi di valutazione delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria di cui all'articolo 6 del Decreto Legislativo n.155/2010. In particolare, in allegato I, è descritto il metodo di campionamento e di analisi da applicare in relazione alle concentrazioni di massa totale e per speciazione chimica del materiale particolato PM₁₀ e PM_{2,5}, mentre in allegato II è riportato il metodo di campionamento e di analisi da applicare per gli idrocarburi policiclici aromatici diversi dal benzo(a)pirene. Il DM 26 gennaio 2017 modifica ulteriormente il Decreto Legislativo n.155/2010, recependo i contenuti della Direttiva 1480/2015 in materia di metodi di riferimento per la determinazione degli inquinanti, procedure per la garanzia di qualità per le reti e la comunicazione dei dati rilevati e in materia di scelta e documentazione dei siti di monitoraggio.

TABELLA 1: OBIETTIVI DI QUALITÀ PREVISTI DAL D. LGS. 13 AGOSTO 2010, N.155 E SS.MM.II

Misurazioni in siti fissi	SO ₂ , NO ₂ , NO, NO _x , CO	PM ₁₀ , PM _{2,5} , Pb	O ₃ , e relativi NO e NO ₂
Incertezza	15%	25%	15%
Raccolta minima dei dati	90%	90%	90% in ESTATE
Periodo minimo di copertura	-	-	-
Stazioni di fondo in siti urbani e stazioni traffico	-	-	-
Stazioni industriali	-	-	-
Misurazioni indicative			
Incertezza	25%	50%	30%
Raccolta minima dei dati	90%	90%	90%
Periodo minimo di copertura	14%	14%	>10% in ESTATE
Incertezza della modellizzazione	-	-	-
Medie orarie	50%	-	50%
Medie su otto ore	50%	-	50%
Medie giornaliere	50%	Da definire	-
Medie annuali	30%	50%	-
Stima obiettiva	-	-	-
Incertezza	75%	100%	75%

Tab.1. Obiettivi di qualità previsti dal D.Lgs 155/2010.
TABELLA 2: OBIETTIVI DI QUALITÀ PREVISTI DAL D. LGS. 13 AGOSTO 2010, N.155 E SS.MM.II

	B(a)P
Incertezza	-
Misurazioni in siti fissi e indicative	50%
Tecniche di modellizzazione	60%
Tecniche di stima obiettiva	100%
Raccolta minima di dati validi	
Misurazioni in siti fissi e indicative	90%
Periodo minimo di copertura	-
Misurazioni in siti fissi e indicative	33%
Misurazioni indicative	14%

Tab.2. Obiettivi di qualità previsti dal D.Lgs 155/2010.
Allegato XI: Valori limite e livelli critici

Elemento	Periodo di Mediazione	Valore limite
PM ₁₀	1 giorno	50 µg/m ³ , da non superare più di 35 volte per anno civile
	Anno civile	40 g/m ³

Tab.3. Valori limite sul parametro PM₁₀ previsti dal D.Lgs 155/2010.

	MONITORAGGIO AMBIENTALE FASE CORSO D'OPERA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST					
	COMPONENTE MONITORAGGIO ATMOSFERA – RELAZIONE C.O. XXI	PROGETTO IN46	LOTTO 00 E 22	CODIFICA RH	DOCUMENTO AR00C1 19G	REV. A

3 LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio è stato effettuato in alcuni punti significativi, definiti dal Piano di Monitoraggio Ambientale e denominati sezioni di monitoraggio.

Per sezione si intende una zona definita in cui si ritiene necessario prevedere la determinazione del potenziale contributo della cantierizzazione in termini di inquinanti atmosferici.

In particolare, si definiscono almeno tre differenti tipologie di sezione di monitoraggio:

- 1) Aree di cantiere presenti per tutta la durata dei lavori;
- 2) Aree di cantiere presenti per una durata limitata dei lavori (fronte avanzamento lavori);
- 3) Viabilità interessate dal transito dei mezzi di cantiere.

Per ciascun punto di monitoraggio, sempre secondo le finalità definite sopra, sono state previste le seguenti tipologie di punti di monitoraggio:

- **Sezione ATM-01**
 - 1 punto di monitoraggio ubicato in una postazione di misura assolutamente equivalente alla terza ma in termini di condizioni ambientali al contorno ma influenzate dal cantiere e, ovviamente, da altri cantieri o punti di immissione singolare.
- **Sezione ATM-02**
 - 1 punto di monitoraggio ubicato in una postazione di misura assolutamente equivalente alla terza in termini di condizioni ambientali al contorno ma influenzate dal cantiere e, ovviamente, da altri cantieri o punti di immissione singolare.
- **Sezione ATM-03**
 - 1 punto di monitoraggio ubicato in una postazione di misura, in termini di condizioni ambientali al contorno, non influenzata dal cantiere e, ovviamente, non influenzata da altri cantieri o punti di immissione singolare.
Pertanto, tale postazione di monitoraggio è rappresentativa del fondo urbano e costituisce la base di confronto per eventuali variazioni indotte dalla presenza del cantiere. Per questa campagna verranno utilizzate le due centraline fisse di monitoraggio dell'ARPA Lombardia: Villaggio Sereno, Broletto.

Le ubicazioni delle sezioni di monitoraggio e delle centraline ARPA, sono riportate negli stralci cartografici e documentazione fotografica seguenti.

3.1 PUNTO ATM-01

Il punto ATM-01 è stato individuato presso un edificio sito in Via Violino di Sotto 120 a Roncadelle (BS). Di seguito si riporta lo stralcio cartografico con indicazione del punto presso il quale sono state effettuate le misure di monitoraggio.



Fig.1. Stralcio planimetrico riportante l'ubicazione del punto ATM-01.



Fig.2. Foto documentante la strumentazione installata presso il punto ATM-01.

3.2 PUNTO ATM-02

Il punto ATM-02 è stato individuato presso un edificio sito in Via Dalmazia 27 a Brescia (BS). Di seguito si riporta lo stralcio cartografico con indicazione del punto presso il quale sono state effettuate le misure di monitoraggio.

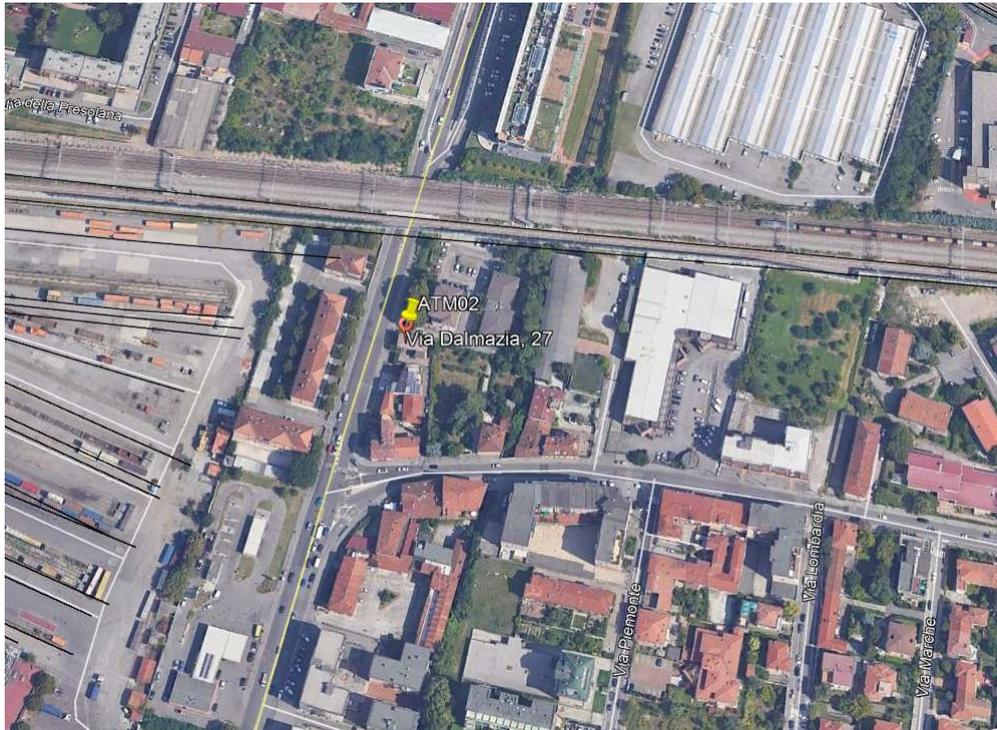


Fig.3. Stralcio planimetrico riportante l'ubicazione del punto ATM-02.



Fig.4. Foto documentante la strumentazione installata presso il punto ATM-02.

3.3 PUNTO ATM-03

Il punto ATM-03 è stato individuato presso un edificio sito in Via Quartiere I Maggio 82 a Brescia (BS). Di seguito si riportano gli stralci cartografici con indicazione dei punti presso i quali sono state effettuate le misure di monitoraggio.

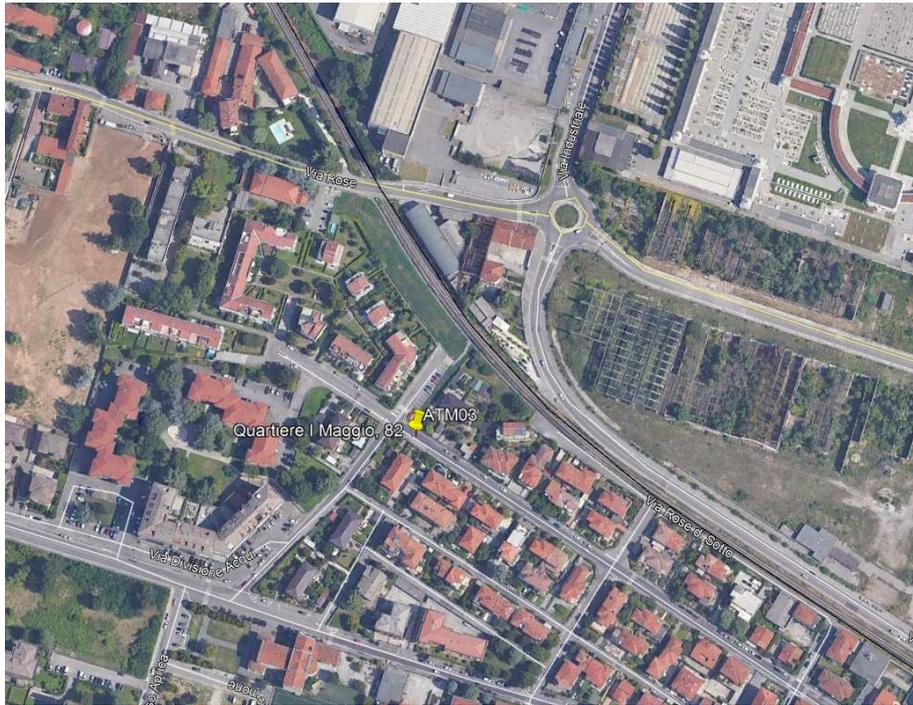


Fig.5. Stralcio planimetrico riportante l'ubicazione del punto ATM-03.



Fig.6. Foto documentante la strumentazione installata presso il punto ATM-03.

	MONITORAGGIO AMBIENTALE FASE CORSO D'OPERA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST					
	COMPONENTE MONITORAGGIO ATMOSFERA – RELAZIONE C.O. XXI	PROGETTO IN46	LOTTO 00 E 22	CODIFICA RH	DOCUMENTO AR00C1 19G	REV. A

3.4 I PARAMETRI RILEVATI

I parametri della qualità dell'aria rilevati, come previsto dal piano di Monitoraggio Ambientale, sono di due tipi. Il primo tipo si riferisce ad inquinanti convenzionali, ovvero quelli inclusi nella legislazione vigente per i quali sono stati stabiliti limiti normativi, mentre il secondo tipo riguarda una serie di parametri ed analisi non convenzionali che non sono previsti dalla vigente legislazione sulla qualità dell'aria, ma che sono necessari per definire il potenziale contributo di inquinanti verosimilmente prodotti durante le fasi di cantierizzazione dell'Opera.

I parametri oggetto di indagine per questa campagna di monitoraggio sono stati:

Parametri convenzionali:

- Determinazione dei valori giornalieri di PTS, PM10 e PM2,5 con metodo gravimetrico;
- Analisi dei metalli (Cu, Zn, Pb, Ni, Cd, Cr, Mn, Hg, As, Al) su PM10.

Parametri non convenzionali:

- Analisi chimica su PM10 e su PM2,5 per la determinazione della concentrazione di elementi terrigeni;
- Analisi della distribuzione granulometrica effettuata con contatori ottici.

E' stata inoltre prevista la misura dei parametri meteorologici necessari a valutare i fenomeni di diffusione e di trasporto a distanza dell'inquinamento atmosferico, e ad avere una base sito specifica dei parametri meteo da utilizzare nelle simulazioni atmosferiche:

- Velocità del vento;
- Direzione del vento;
- Umidità relativa;
- Temperatura;
- Precipitazioni atmosferiche;
- Pressione barometrica;
- Radiazione solare.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	MONITORAGGIO AMBIENTALE FASE CORSO D'OPERA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST					
	COMPONENTE MONITORAGGIO ATMOSFERA – RELAZIONE C.O. XXI	PROGETTO IN46	LOTTO 00 E 22	CODIFICA RH	DOCUMENTO AR00C1 19G	REV. A

3.5 STRUMENTAZIONE E ANALISI DI LABORATORIO

I rilievi sono stati eseguiti mediante la seguente strumentazione:

- Nr.3 sistemi di campionamento gravimetrico sequenziale per successive analisi di laboratorio su PTS, PM10 e PM2,5;
- Nr.3 contatori di particelle;
- Nr.3 stazioni meteo.

Si riporta di seguito la dettagliata descrizione di tutte le apparecchiature analitiche installate ed utilizzate per il rilevamento dei parametri oggetto di monitoraggio.

3.5.1 Modulo sequenziale gravimetrico per polveri PTS, PM10 e PM2,5

La strumentazione consente la raccolta automatica sequenziale del particolato atmosferico su membrane filtranti di diametro 47 mm, contenute in apposite cassette porta filtro.

L'autonomia di 16 filtri e la particolare realizzazione del sistema di movimentazione, permettono di recuperare e rimpiazzare i filtri senza interrompere il campionamento, quindi senza il vincolo di eseguire l'operazione in tempi predeterminati.

Il percorso rettilineo del tubo di aspirazione e la separazione della zona di permanenza dei filtri da fonti di calore interne o radianti, consente di raccogliere e mantenere l'integrità dei campioni.

Il modulo sequenziale è realizzato in un contenitore speciale con efficiente sistema di coibentazione e ventilazione, regolati automaticamente per mantenere la temperatura dei filtri all'interno dell'armadietto ad una temperatura il più possibile non superiore a 5°C rispetto a quella del luogo di installazione.

La modularità delle teste di prelievo consente di scegliere la frazione del particolato da raccogliere sul filtro, nel caso in esame PM10, in accordo al metodo EN 12341:2014 "Aria ambiente - Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM10 o PM2,5".

Il modulo è abbinato ad un campionatore con controllo elettronico del flusso, in grado di corrispondere ai metodi accreditati di campionamento automatico sequenziale delle polveri.

Lo strumento contiene quindici cassettoni in materiale sinterizzato dotate di supporto per i filtri in metallo resistente alla corrosione, con superfici interne levigate. Il flusso volumetrico di aspirazione è programmato a 38.33 l/m, come da metodica ufficiale.

Al termine di ogni campionamento, che in questo caso è di durata pari a 24 ore, lo strumento, dotato di stampante incorporata, produce un "Riepilogo Finale" che riporta tutte le informazioni relative al campionamento effettuato, compreso il volume aspirato standardizzato secondo quanto indicato dalla normativa.



Fig.6. Esempio di strumentazione per campionamento gravimetrico delle polveri.

I filtri, immediatamente prima di essere pesati (pre-campionamento e post-campionamento), vengono condizionati in camera climatica per 48 ore alla temperatura di 20°C con umidità relativa pari al 50%. I filtri vengono pesati con bilancia analitica.

La valutazione della massa del materiale in sospensione viene effettuata per differenza di pesata del filtro campionato e quello nuovo, mentre la valutazione della concentrazione viene effettuata come rapporto fra la massa del materiale in sospensione e la quantità di aria campionata espressa in Nm³.

La portata della pompa aspirante viene regolata per mezzo di flussimetro ai valori richiesti, compresi tra 15 e 20 l/min. Il misuratore volumetrico è tarato dalla casa costruttrice nell'ambito delle portate di prelevamento in modo che l'errore di misura non superi il 2%. Le fasi successive al campionamento, consistenti nella determinazione gravimetrica del campione con l'impiego di bilancia analitica condizionamento da laboratorio, sono state svolte dallo stesso laboratorio certificato che fornisce i filtri a membrana.

Il livello medio giornaliero di polveri è stato determinato dalla massa gravimetrica, ricavata dalla differenza tra il peso iniziale del filtro bianco e quello dopo il campionamento, divisa per il volume normalizzato.

La procedura per l'effettuazione dei rilievi può essere dettagliata come segue:

- prima dell'uscita in campagna l'operatore deve richiedere al laboratorio certificato la fornitura di un numero di filtri a membrana di circa il 20% eccedente rispetto al numero minimo richiesto di punti di misura (al fine di avere sufficienti margini di sicurezza in caso di danneggiamento accidentale) e controllare la strumentazione;
- sopralluogo all'area di monitoraggio, verifica delle sorgenti di emissione presenti all'interno dell'ambito spaziale di dispersione delle polveri, selezione della posizione di installazione più idonea, anche in relazione a possibili interferenze con le attività svolte dai residenti e all'obiettivo del monitoraggio (ante operam, corso d'opera, post operam);
- Installazione del campionatore in corrispondenza del punto di misura georeferenziato in modo che lo stesso risulti in piano e, quando possibile, sufficientemente protetto in caso di pioggia. Verifica che la testa aspirante venga a trovarsi a 1.5-2.0 m di altezza dal piano campagna;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	MONITORAGGIO AMBIENTALE FASE CORSO D'OPERA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST					
	COMPONENTE MONITORAGGIO ATMOSFERA – RELAZIONE C.O. XXI	PROGETTO IN46	LOTTO 00 E 22	CODIFICA RH	DOCUMENTO AR00C1 19G	REV. A

- collocazione dei filtri tarati sull'apposito portafiltro utilizzando una pinzetta e bloccaggio della ghiera di fissaggio;
- allacciamento della pompa aspirante alla rete elettrica;
- accensione della pompa e regolazione della portata al valore di 2.3 m³/h;
- annotazione sulla scheda di campo dei dati di inizio esposizione della membrana (volume iniziale indicato dal contatore volumetrico, giorno, ora, minuti), della temperatura e pressione iniziale. Al termine del periodo di campionamento fissato in 24 ore il campionatore sequenziale procede automaticamente alla sostituzione del filtro;
- annotazione sulla scheda di campo dei dati di fine campionamento (volume finale indicato dal contatore volumetrico, giorno, ora, minuti), della temperatura e pressione finale e delle eventuali anomalie riscontrate;
- conferimento dei filtri al laboratorio accreditato per la pesa.

Per quanto riguarda la metodica di campionamento e di analisi il metodo di riferimento applicato è la norma UNI EN 12341:2014 che prevede il campionamento della frazione di particolato PM10 e su questa la determinazione degli elementi mediante utilizzo della spettrometria di assorbimento atomico o di massa.

3.5.2 Contaparticelle

Durante la campagna è stata utilizzata la seguente tipologia di dispositivo contaparticelle. Esso è un sistema portatile compatto, il cui principio di funzionamento consiste nella dispersione di luce da parte di singole particelle utilizzando un laser semiconduttore come fonte di luce.

Esso possiede inoltre un filtro gravimetrico su cui il particolato viene raccolto a valle della misura ottica, permettendo così ulteriori analisi sul campione.

L'apparato è dotato di una memoria interna pari a 80kByte. Al fine di accumulare moli superiori di dati, lo strumento è altresì dotato di apposito slot, in cui è possibile inserire un dispositivo di memoria esterna (storage cards del tipo PCMCIA SRAM).



Fig.7. Esempio di strumento contaparticelle.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	MONITORAGGIO AMBIENTALE FASE CORSO D'OPERA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST					
	COMPONENTE MONITORAGGIO ATMOSFERA – RELAZIONE C.O. XXI	PROGETTO IN46	LOTTO 00 E 22	CODIFICA RH	DOCUMENTO AR00C1 19G	REV. A

3.5.3 Stazione meteorologica

La stazione meteo installata, marca Davis, modello Vantage Pro, è idonea al monitoraggio dei più importanti parametri atmosferici grazie a sensori di elevata precisione. La stazione misura la pressione atmosferica, la temperatura e l'umidità dell'aria, la precipitazione, la velocità e la direzione del vento e la radiazione solare.

Il sensore di temperatura e umidità dell'aria è racchiuso all'interno di uno schermo solare. Tale schermo lo protegge dai raggi del sole e da altre fonti di radiazione e riflessione, aumentando la precisione delle rilevazioni.

Il gruppo sensori esterno (ISS) include il pluviometro, il termo igrometro, l'anemometro e il sensore di radiazione solare, in un unico corpo, migliorando la praticità d'installazione e di manutenzione.

I materiali utilizzati per la costruzione della stazione sono molto resistenti agli agenti atmosferici e destinati a durare nel tempo. I sensori Davis sono tutti certificabili NIST (National Institute of Standards & Technology) e rispettano le normative previste dal WMO (Organizzazione Mondiale della Meteorologia) e dalle norme CE (norme della comunità europea).



Fig.8. Esempio di sensori di una centralina meteo.

3.5.4 Analisi di laboratorio

Nel caso in esame, il riferimento tecnico per la corretta determinazione della concentrazione di particolato in atmosfera è rappresentato dal D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. e dalle norme tecniche UNI EN 12341:2001 e UNI EN 14907:2005. La corretta esecuzione delle procedure ivi descritte è garantita dalla Certificazione del Laboratorio e dal sistema di gestione della qualità dell'azienda, ai sensi della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005.

Per il monitoraggio in oggetto il mezzo filtrante utilizzato è in fibra di vetro. I filtri vengono gestiti con pinzette smussate per evitare contaminazione e/o danni. Le caratteristiche del filtro e il materiale di realizzazione sono in conformità alla EN 12341 e EN 14902.

Le attività di laboratorio per la preparazione del filtro bianco sono le seguenti:

	MONITORAGGIO AMBIENTALE FASE CORSO D'OPERA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST					
COMPONENTE MONITORAGGIO ATMOSFERA – RELAZIONE C.O. XXI	PROGETTO IN46	LOTTO 00 E 22	CODIFICA RH	DOCUMENTO AR00C1 19G	REV. A	FOGLIO 16 DI 60

- Tutti i nuovi filtri vengono controllati per rilevare imperfezioni o possibile contaminazione dovuta al trasporto (EN14902);
- I filtri vengono condizionati per 48 ore in speciali piatti forati, protetti dall'eventuale polvere o altro deposito di particolato, a 20°C e 50% di umidità relativa. Per condizionare il campione, il metodo di riferimento è la UNI EN 12341:2014 che prescrive che i filtri siano posizionati per 48 ore su un apposito vassoio forato, protetto dal materiale particellare presente nell'aria, all'interno di una camera di pesata con aria condizionata, ed esposto a condizioni di termo igrometriche di 20±1°C e umidità relativa di 50±5 p rima della pesatura.
- Dopo il condizionamento ciascun filtro viene pesato usando una bilancia con risoluzione di almeno 10 µg, come indicato nella EN 12341:2014. Il laboratorio è dotato di bilancia analitica Mettler Toledo XP6.
- I filtri vengono quindi posti in una cassetta etichettata e sigillata. Per ciascun filtro viene redatto un rapporto di laboratorio nel quale è indicato il peso del filtro.

Dopo il campionamento, i filtri esposti sono accettati in laboratorio e analizzati per la determinazione delle concentrazioni PM10 e PM2.5 con metodo gravimetrico.

I filtri campionati sono esposti nuovamente in una camera condizionata alla temperatura di 20°C e umidità relativa di 50% per almeno 48 ore in modo da raggiungere l'equilibrio. In seguito, i filtri vengono pesati con la stessa bilancia analitica con la quale sono stati pesati i filtri bianchi e le cui caratteristiche sono riportate nella tabella precedente.

3.6 PERIODO DI MONITORAGGIO

La campagna di monitoraggio in Corso d'Opera effettuata sui punti ATM-01, ATM-02 e ATM-03, ciascuna di durata effettiva di 15 giorni, è stata eseguita con le seguenti tempistiche:

- Sezione ATM-01: dal 19 luglio 2019 al 02 agosto 2019;
- Sezione ATM-02: dal 19 luglio 2019 al 02 agosto 2019;
- Sezione ATM-03: dal 19 luglio 2019 al 02 agosto 2019.

4 ELABORAZIONE DEI DATI

Di seguito si riportano i risultati del monitoraggio ambientale effettuato.

4.1 CONCENTRAZIONE POLVERI

4.1.1 Stazione ATM-01

ATM01 - Via Violino di Sotto 120, Roncadelle (BS)						
Giorno	Concentrazione PTS	Concentrazione PM10	Concentrazione PM2.5	Limite normativo PM10 (media giornaliera)	Limite normativo PM10 (media annuo civile)	Limite normativo PM2.5 (media annuo civile)
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
19/07/2019	17,1	10,9	4,7	50	40	25
20/07/2019	39,2	16,3	13,1	50	40	25
21/07/2019	39,2	15,4	13,6	50	40	25
22/07/2019	36,7	18,7	14,1	50	40	25
23/07/2019	38,4	23,9	21,9	50	40	25
24/07/2019	44,2	25,9	24,5	50	40	25
25/07/2019	45,5	26,3	24,5	50	40	25
26/07/2019	42,6	26,8	25,2	50	40	25
27/07/2019	39,6	18,7	14,3	50	40	25
28/07/2019	30,9	19,9	8,9	50	40	25
29/07/2019	28,4	25,4	8,3	50	40	25
30/07/2019	30,9	21,9	10,2	50	40	25
31/07/2019	30,0	25,6	10,5	50	40	25
01/08/2019	39,2	21,4	11,6	50	40	25
02/08/2019	44,2	19,2	13,2	50	40	25

Tab.4. Riepilogo dei dati giornalieri di PTS, PM10 e PM2.5 per la stazione ATM-01.

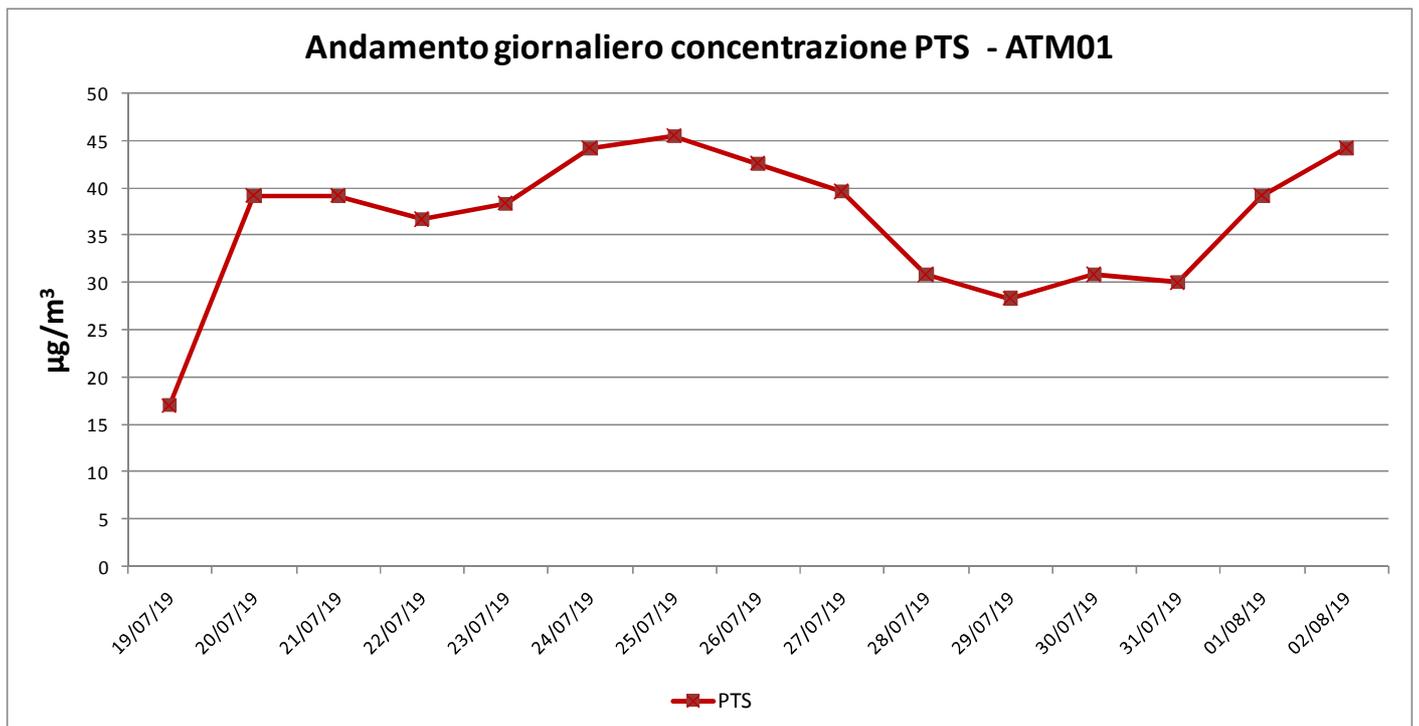


Fig.9. Grafico riportante l'andamento delle concentrazioni di PTS presso il punto ATM-01.

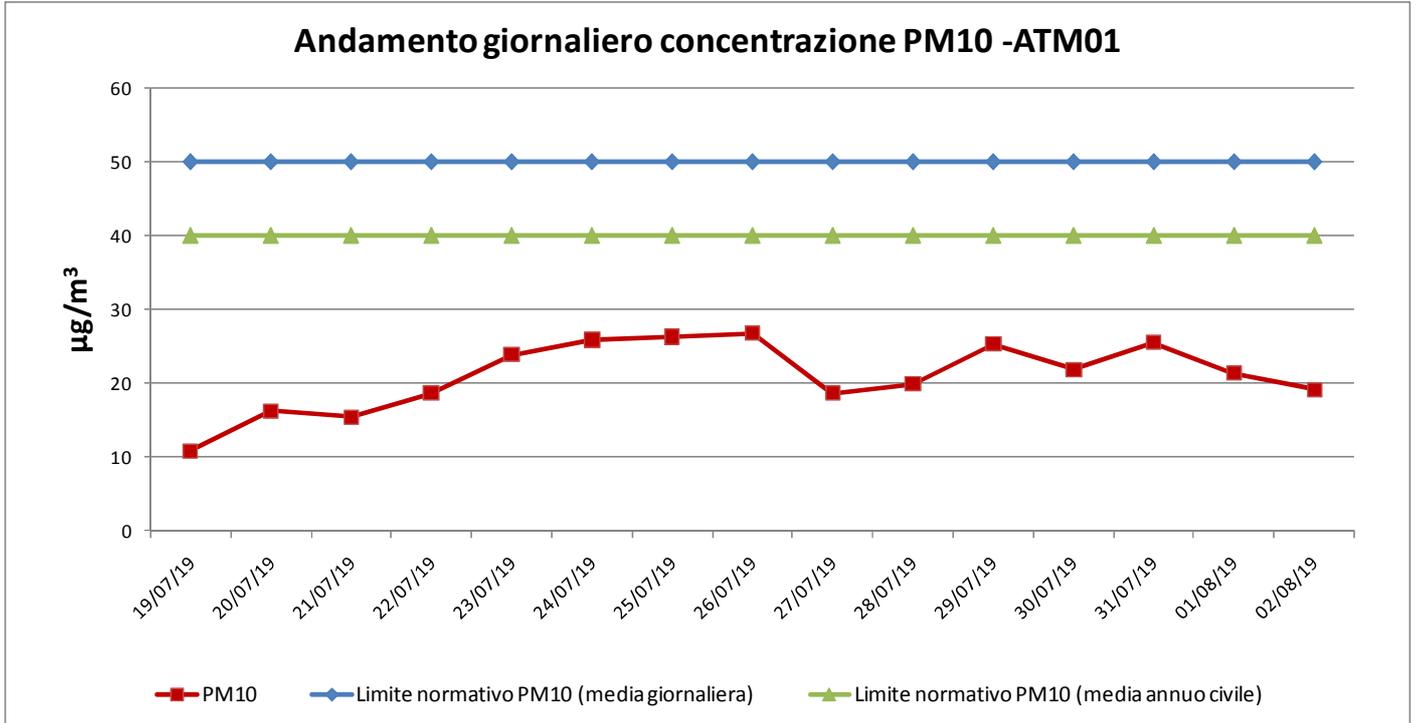


Fig.10. Grafico riportante l'andamento delle concentrazioni di PM10 presso il punto ATM-01.

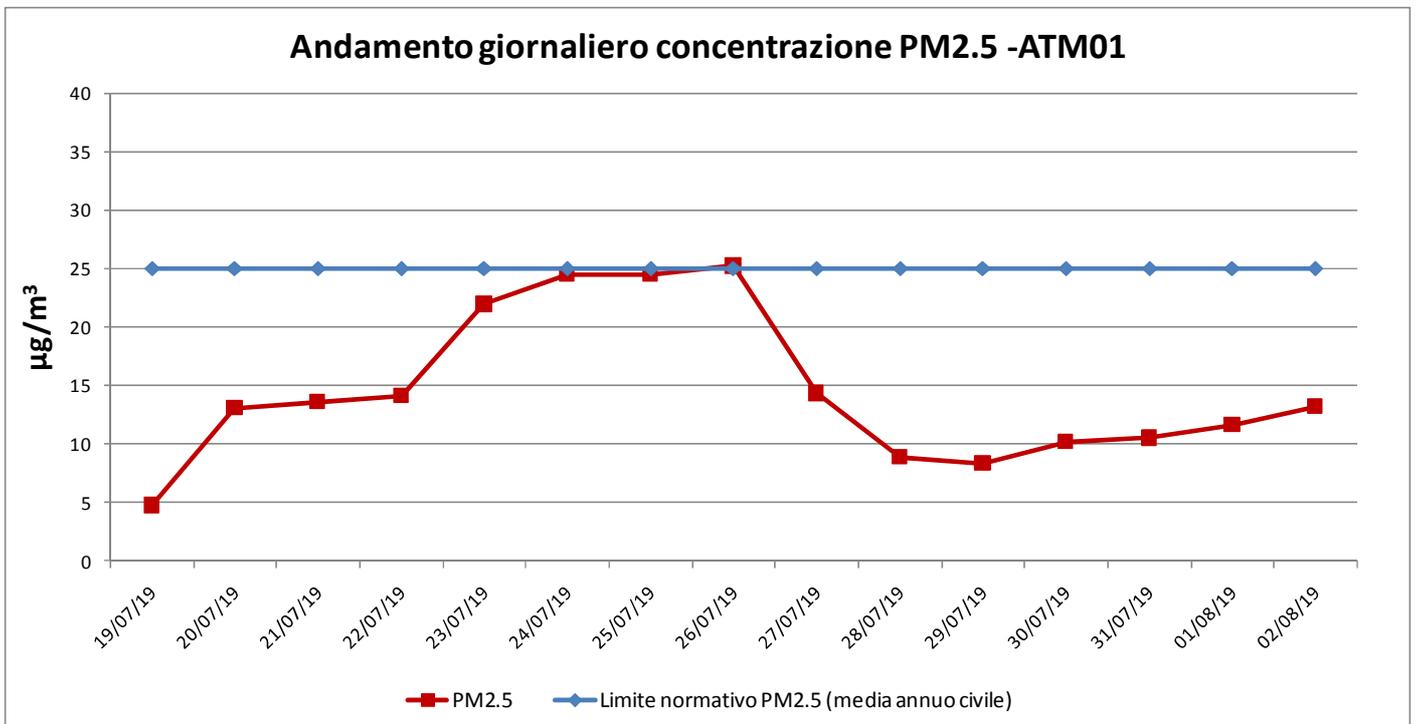


Fig.11. Grafico riportante l'andamento delle concentrazioni di PM2.5 presso il punto ATM-01.

4.1.2 Stazione ATM-02

ATM02 - Via Dalmazia 27, Brescia (BS)						
Giorno	Concentrazione PTS	Concentrazione PM10	Concentrazione PM2.5	Limite normativo PM10 (media giornaliera)	Limite normativo PM10 (media annuo civile)	Limite normativo PM2.5 (media annuo civile)
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
19/07/2019	33,0	28,1	12,3	50	40	25
20/07/2019	34,5	22,1	14,1	50	40	25
21/07/2019	25,8	20,5	9,6	50	40	25
22/07/2019	37,7	29,4	14,1	50	40	25
23/07/2019	37,4	31,6	20,1	50	40	25
24/07/2019	38,6	29,9	19,8	50	40	25
25/07/2019	42,8	35,2	21,8	50	40	25
26/07/2019	28,7	22,5	12,3	50	40	25
27/07/2019	28,5	20,1	8,0	50	40	25
28/07/2019	19,8	14,1	7,1	50	40	25
29/07/2019	20,5	13,2	8,3	50	40	25
30/07/2019	20,5	16,5	7,6	50	40	25
31/07/2019	23,0	21,0	10,9	50	40	25
01/08/2019	22,7	20,3	11,8	50	40	25
02/08/2019	19,0	13,8	7,1	50	40	25

Tab.5. Riepilogo dei dati giornalieri di PTS, PM10 e PM2.5 per la stazione ATM-02.

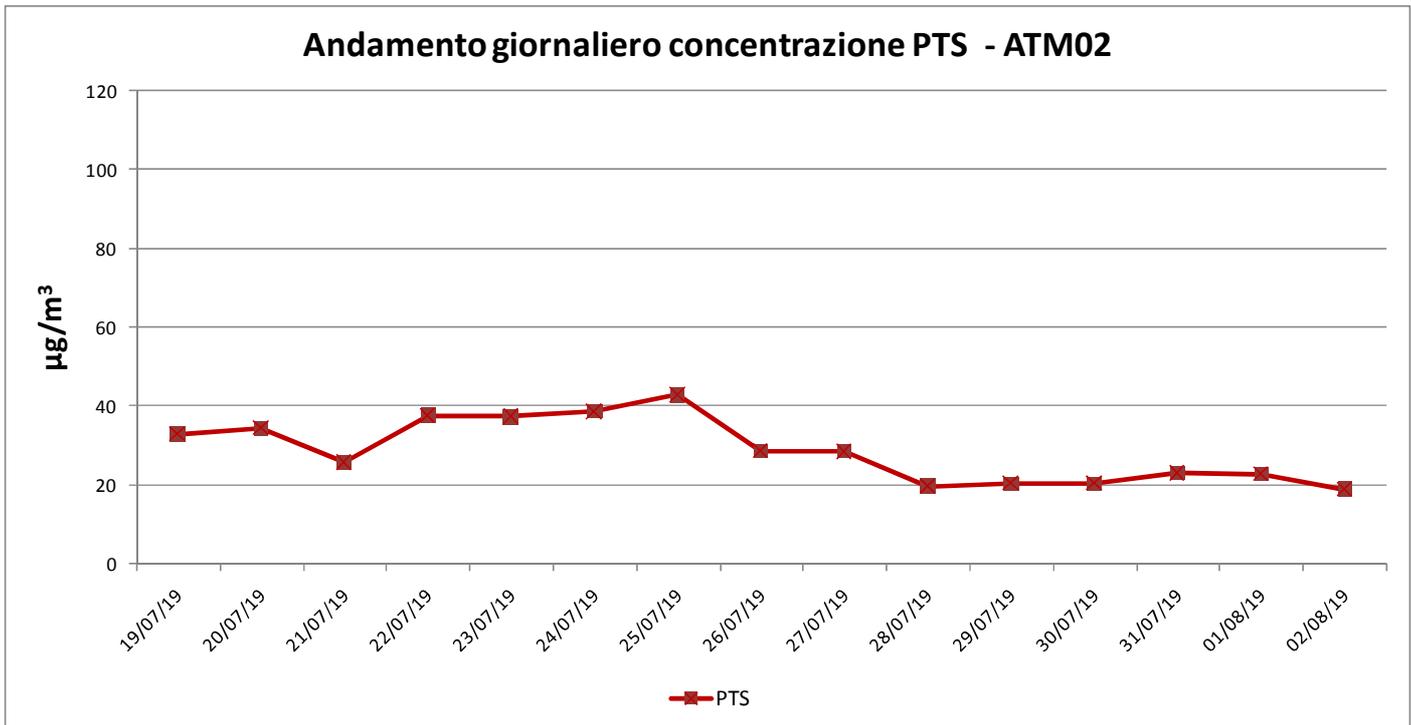


Fig. 12. Grafico riportante l'andamento delle concentrazioni di PTS presso il punto ATM-02.

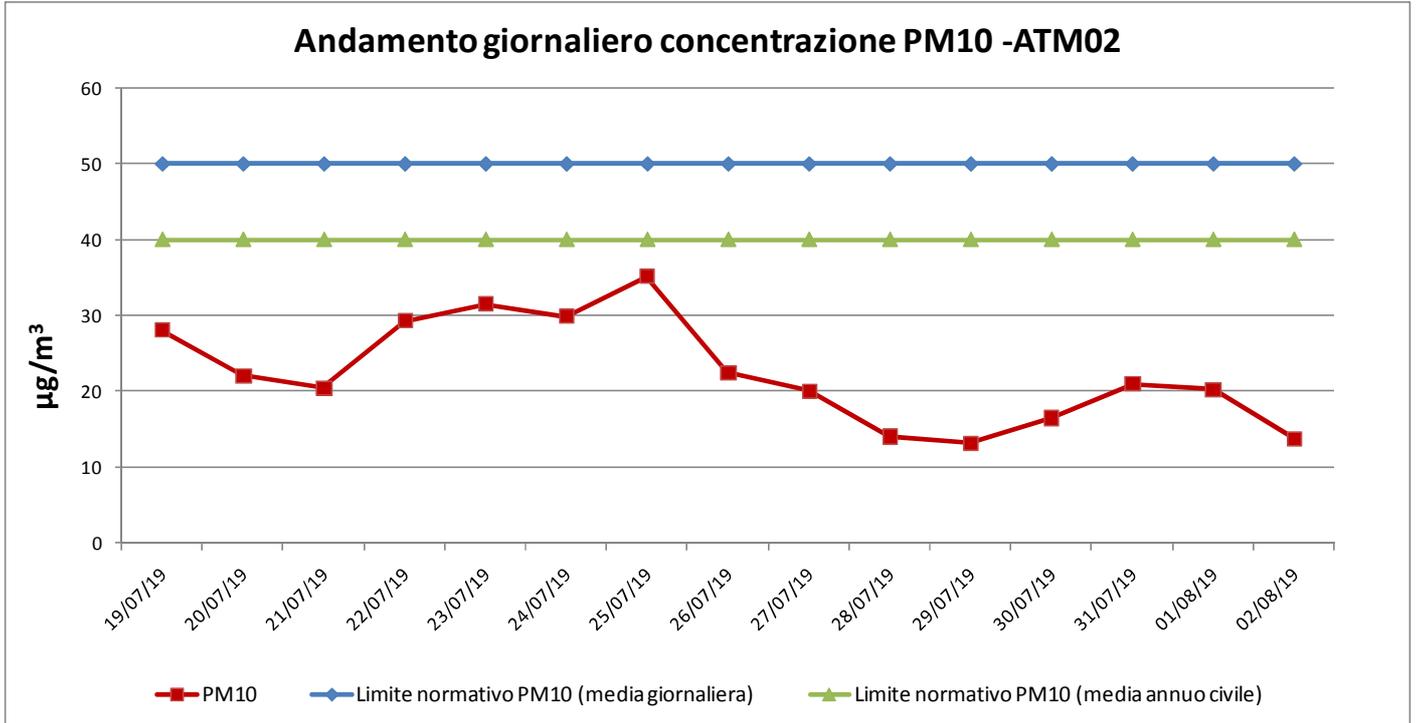


Fig.13. Grafico riportante l'andamento delle concentrazioni di PM10 presso il punto ATM-02.

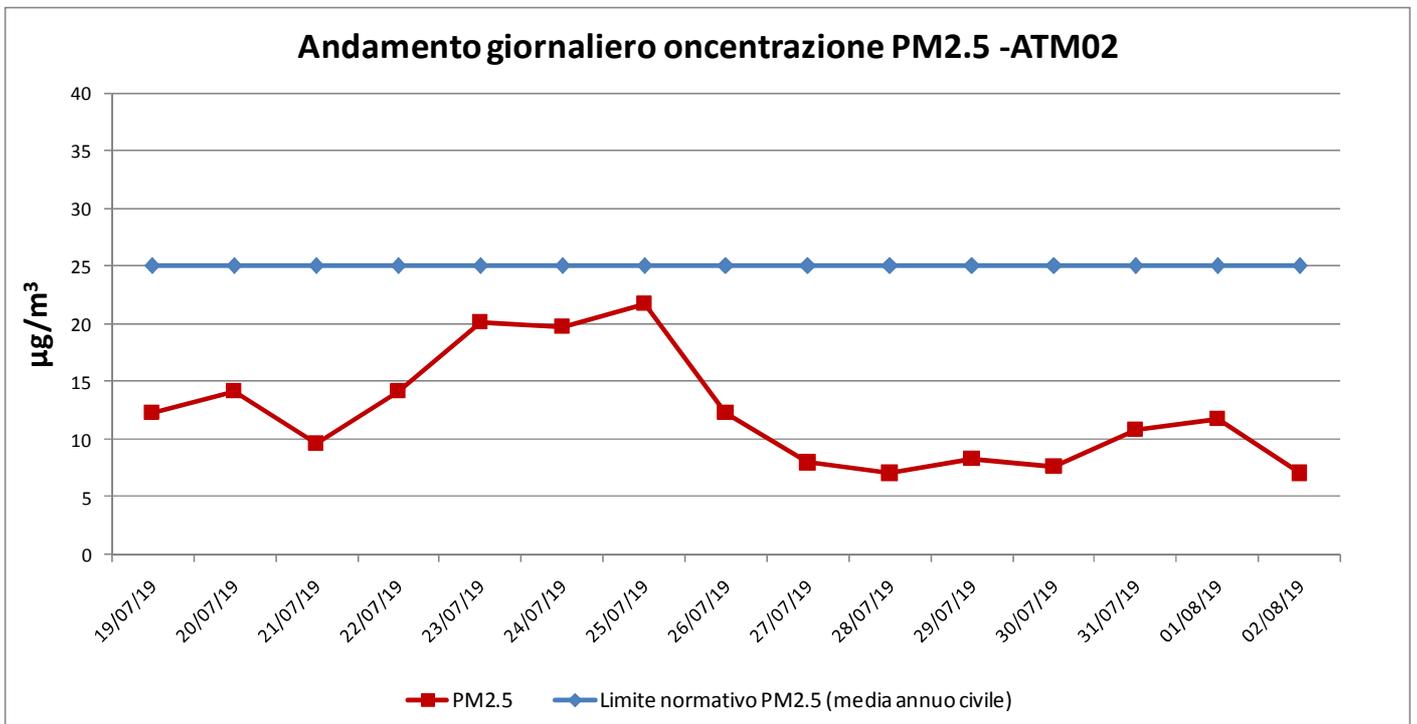


Fig.14. Grafico riportante l'andamento delle concentrazioni di PM2.5 presso il punto ATM-02.

4.1.3 Stazione ATM-03

ATM03 - via Quartiere I Maggio 82, Brescia						
Giorno	Concentrazione PTS	Concentrazione PM10	Concentrazione PM2.5	Limite normativo PM10 (media giornaliera)	Limite normativo PM10 (media annuo civile)	Limite normativo PM2.5 (media annuo civile)
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
19/07/2019	26,7	21,8	3,8	50	40	25
20/07/2019	34,2	24,1	14,0	50	40	25
21/07/2019	37,1	22,1	14,3	50	40	25
22/07/2019	46,7	30,1	13,1	50	40	25
23/07/2019	61,3	37,5	21,9	50	40	25
24/07/2019	60,9	36,3	21,8	50	40	25
25/07/2019	53,8	39,5	21,8	50	40	25
26/07/2019	62,6	22,9	11,8	50	40	25
27/07/2019	31,3	18,9	8,5	50	40	25
28/07/2019	21,7	14,9	7,4	50	40	25
29/07/2019	23,4	18,7	8,0	50	40	25
30/07/2019	33,4	20,5	9,2	50	40	25
31/07/2019	33,0	25,8	10,3	50	40	25
01/08/2019	23,4	21,9	11,6	50	40	25
02/08/2019	22,1	10,3	6,0	50	40	25

Tab.6. Riepilogo dei dati giornalieri di PTS, PM10 e PM2.5 per la stazione ATM-03.

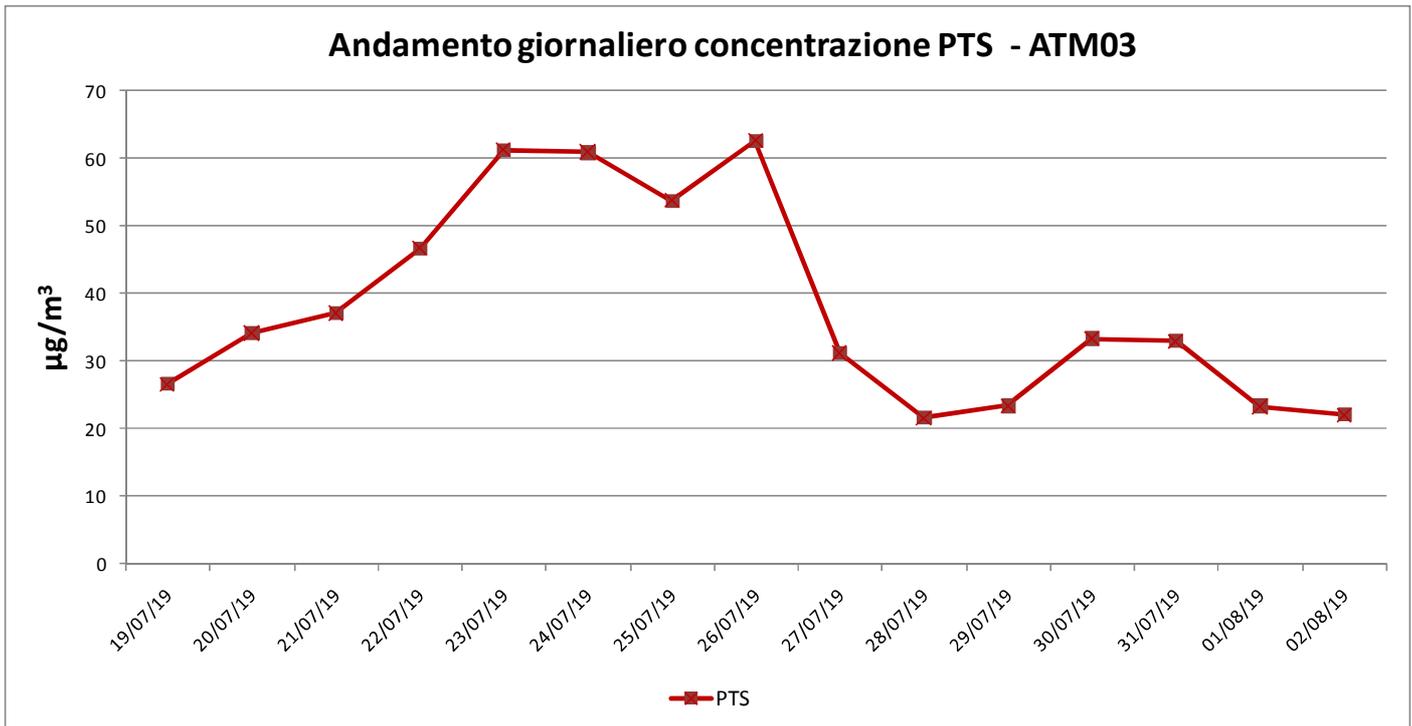


Fig. 16. Grafico riportante l'andamento delle concentrazioni di PTS presso il punto ATM-03.

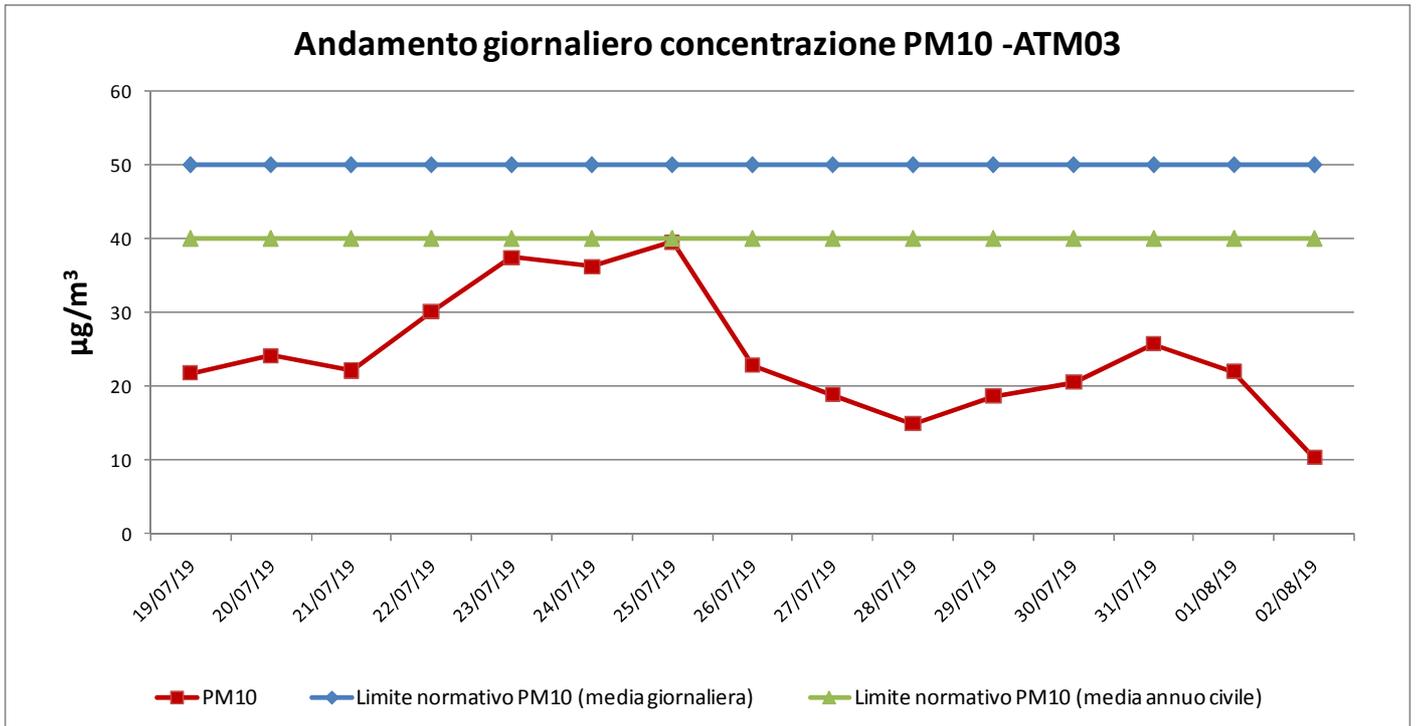


Fig.17. Grafico riportante l'andamento delle concentrazioni di PM10 presso il punto ATM-03.

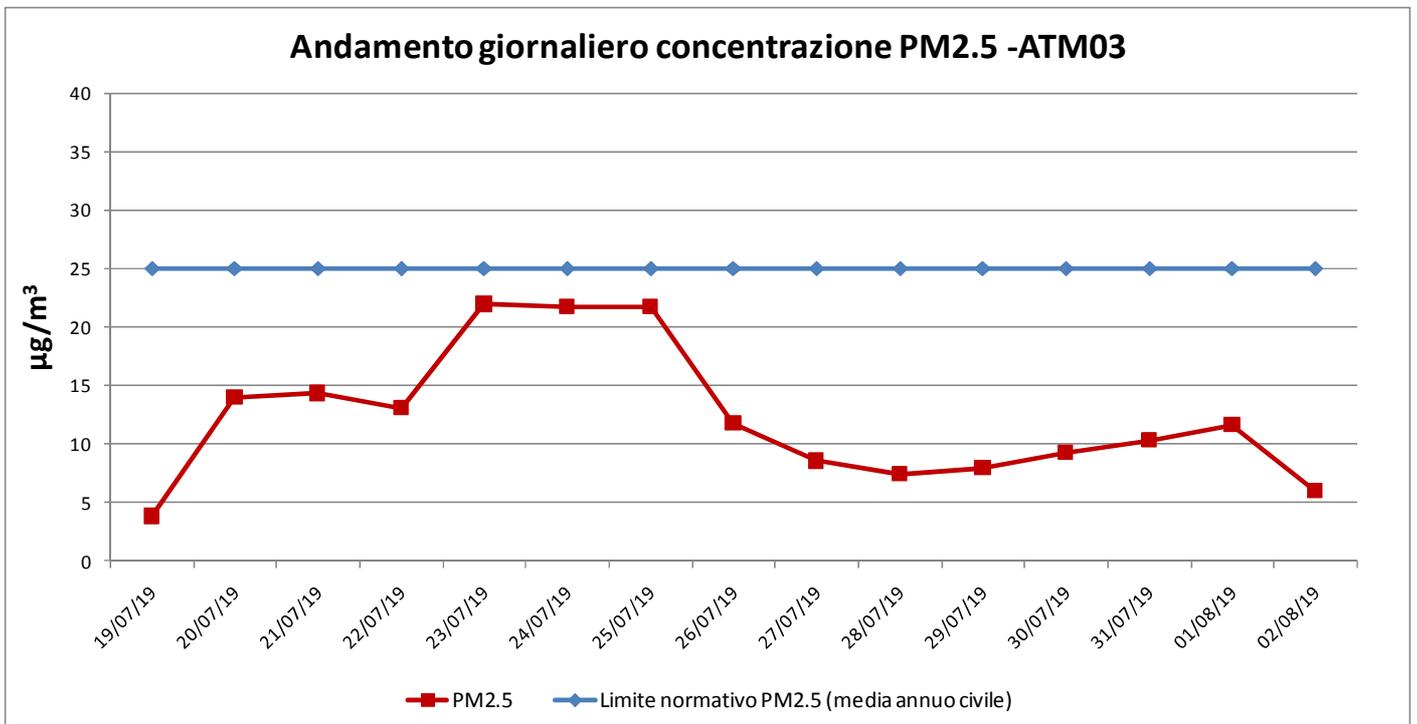


Fig.18. Grafico riportante l'andamento delle concentrazioni di PM2.5 presso il punto ATM-03.

4.1.4 Centraline ARPA

CENTRALINE ARPA				
Giorno	Concentrazione PM10 - Villaggio Sereno	Concentrazione PM10 - Broletto	Limite normativo PM10 (media giornaliera)	Limite normativo PM10 (media annuo civile)
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
19/07/2019	21,0	24,0	50	40
20/07/2019	36,0	27,0	50	40
21/07/2019	29,0	25,0	50	40
22/07/2019	35,0	35,0	50	40
23/07/2019	40,0	33,0	50	40
24/07/2019	38,0	40,0	50	40
25/07/2019	50,0	39,0	50	40
26/07/2019	26,0	24,0	50	40
27/07/2019	24,0		50	40
28/07/2019	22,0		50	40
29/07/2019	20,0		50	40
30/07/2019	19,0	22,0	50	40
31/07/2019	27,0	23,0	50	40
01/08/2019	23,0	23,0	50	40
02/08/2019	34,0	20,0	50	40

Tab.7. Riepilogo dei dati giornalieri di PTS, PM10 e PM2.5 presso le stazioni ARPA.

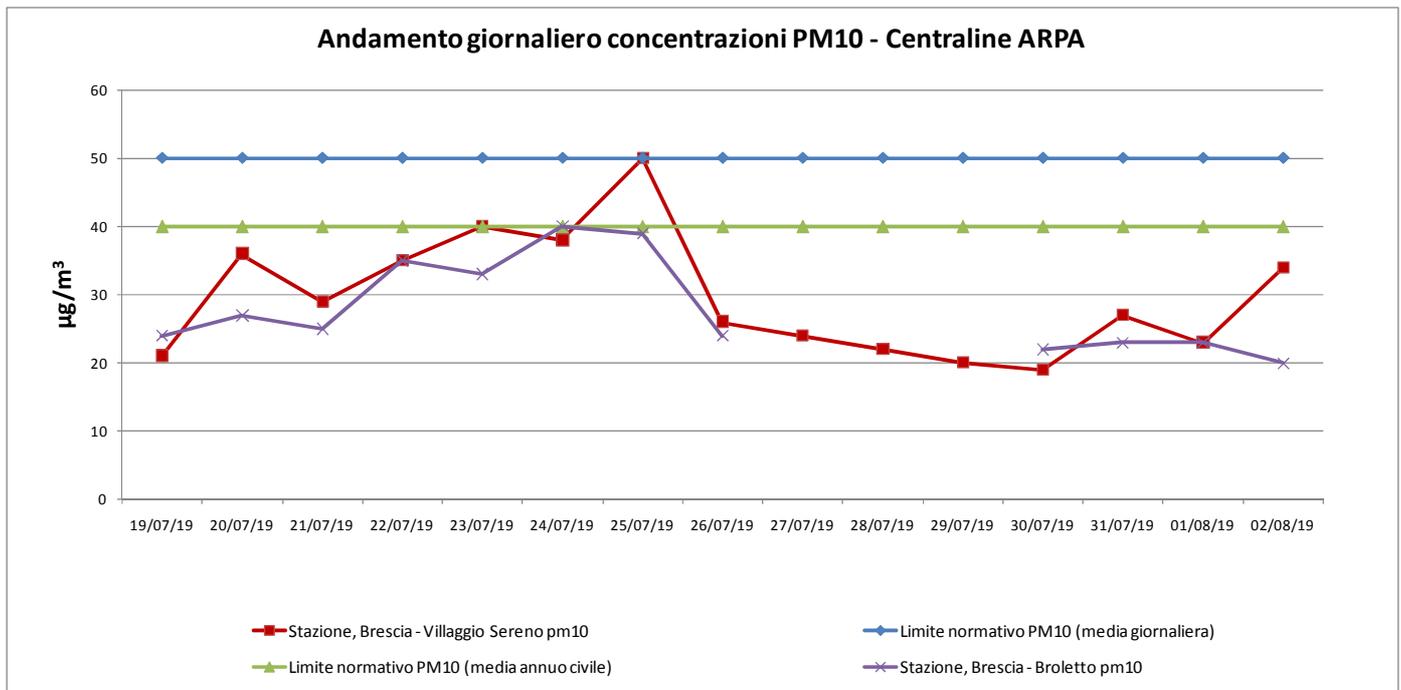


Fig. 19. Grafico riportante l'andamento delle concentrazioni di PM10 presso le stazioni ARPA.

	MONITORAGGIO AMBIENTALE FASE CORSO D'OPERA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST					
	COMPONENTE MONITORAGGIO ATMOSFERA – RELAZIONE C.O. XXI	PROGETTO IN46	LOTTO 00 E 22	CODIFICA RH	DOCUMENTO AR00C1 19G	REV. A

4.1.5 Commenti ai risultati

Nei grafici e tabelle sopra riportati sono stati considerati i dati rilevati durante la campagna di monitoraggio in relazione ai limiti previsti dal riferimento normativo vigente, rappresentato per il parametro PM10 dal D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. Come si evince dall'analisi dei risultati non sono stati riscontrati superamenti del limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) per nessuna delle postazioni di misura (ATM-01, ATM-02, ATM-03 e centraline ARPA).

Presso il punto di misura ATM_01, è stato rilevato un valore medio giornaliero di PM2.5 di $25,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel giorno 26/07/2019; si ricorda che il limite stabilito dalla Normativa vigente è pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ma calcolato come media annua.

In particolare, nel periodo di monitoraggio sono stati rilevati valori medi ampiamente inferiori a suddetto limite; nello specifico si sono registrate concentrazioni medie di PM10 pari a $21,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $22,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $24,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente per le postazioni ATM-01, ATM-02 ed ATM-03 e concentrazioni medie di PM2,5 pari a $14,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $12,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $12,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per quanto riguarda il parametro PM10, i valori massimi rilevati sono stati $26,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il punto di monitoraggio ATM-01 (26/07/2019), $35,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il punto di monitoraggio ATM-02 (25/07/2019) e $39,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il punto ATM-03 (25/07/2019). Per quanto riguarda le centraline della rete di monitoraggio ARPA, si segnalano rilievi di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ presso la stazione Villaggio Sereno (25/07/2019) e $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la stazione Broletto (24/07/2019). Per quanto concerne invece il parametro PM2,5, i valori massimi rilevati sono stati $25,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il punto di monitoraggio ATM-01 (26/07/2019), $21,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il punto di monitoraggio ATM-02 (25/07/2019) ed, infine, $21,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il punto di monitoraggio ATM-03 (23/07/2019).

Nei grafici seguenti si è, invece, proceduto ad un confronto tra le concentrazioni rilevate presso le 3 postazioni di monitoraggio controllate in contemporanea e confrontate con le centraline ARPA (esclusivamente per le PM10). Dall'analisi dei risultati ottenuti si rileva che l'andamento dei livelli di concentrazione registrati presso le postazioni risulta in buona misura allineato per le frazioni granulometriche PM10 e PM2.5, mentre per le PTS vi è una maggior differenza.

Dal grafico di confronto delle 5 postazioni (ATM e ARPA), risulta che i valori delle concentrazioni PM10 riscontrati nelle due centraline ATM sono in linea con la stazione Broletto e hanno valori quasi sempre inferiori alla centralina Villaggio Sereno.

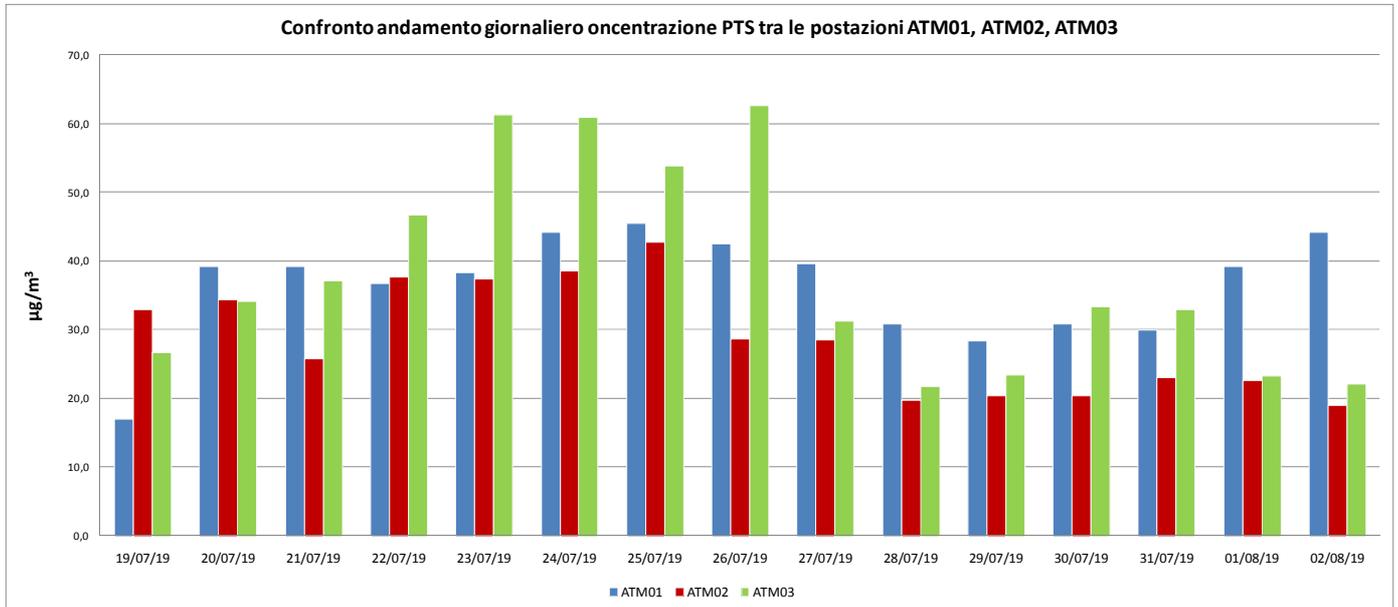


Fig.20. Grafico riportante il confronto fra l'andamento delle concentrazioni di PTS misurato nelle 3 stazioni.

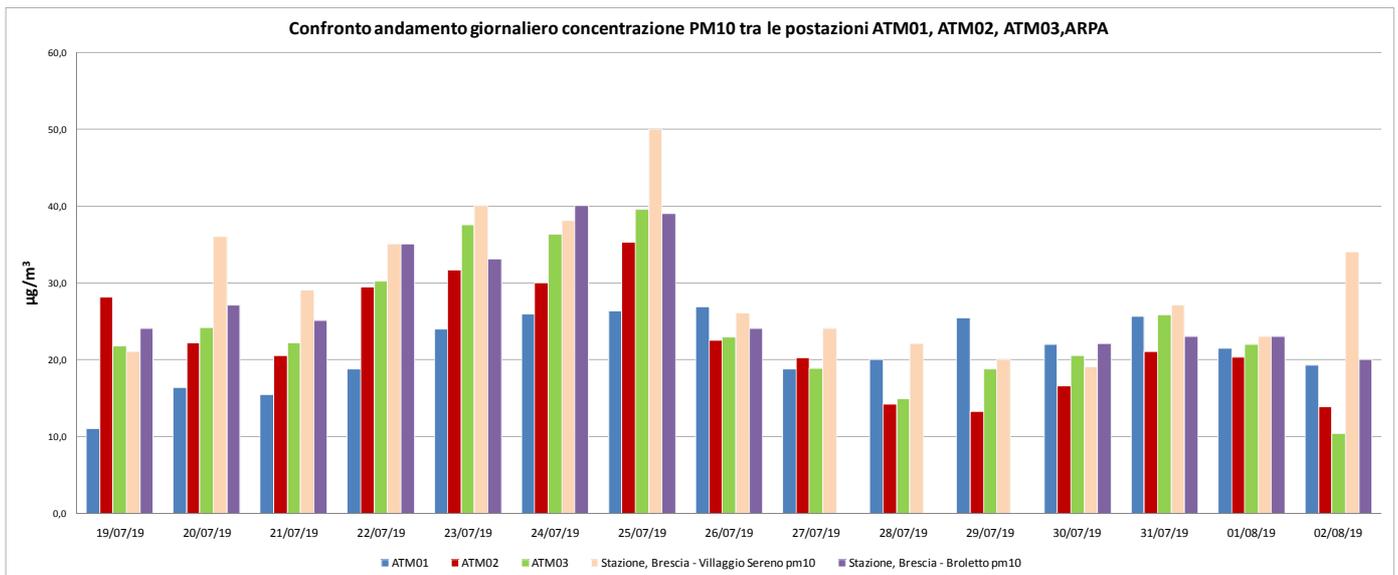


Fig.21. Grafico riportante il confronto fra l'andamento delle concentrazioni di PM10 misurato nelle 5 stazioni.

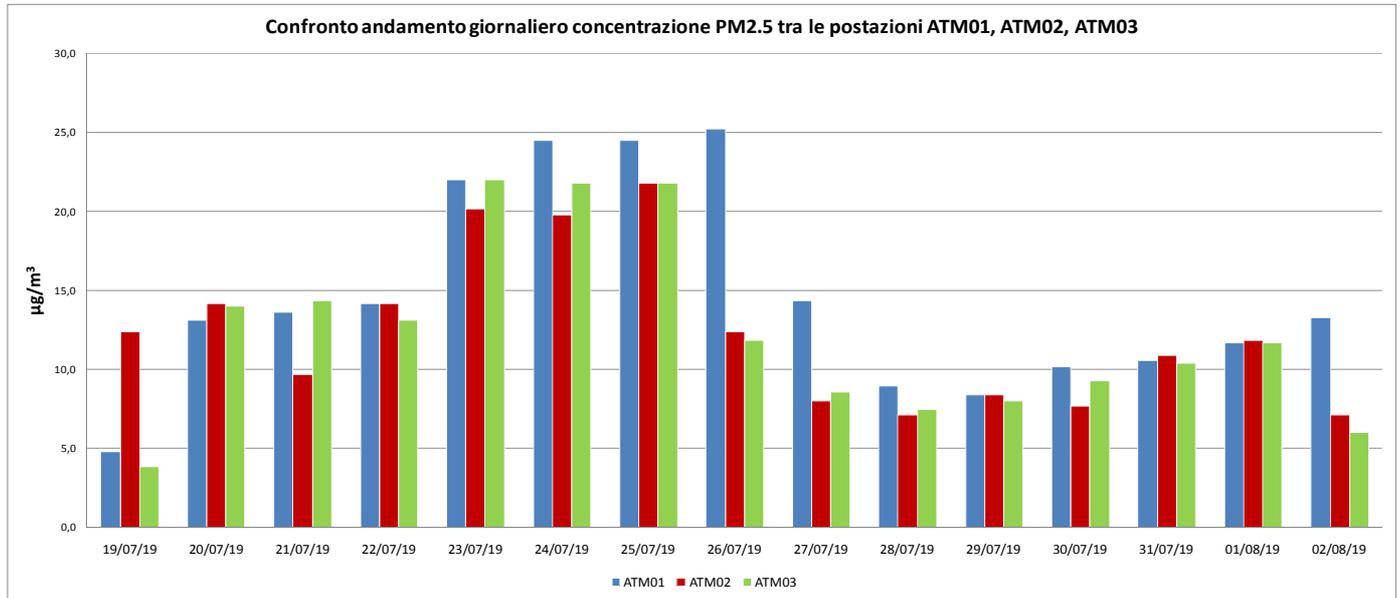


Fig.22. Grafico riportante il confronto fra l'andamento delle concentrazioni di PM2.5 misurato nelle 3 stazioni.

Raffrontando tali dati con quelli ottenuti nelle due campagne precedenti, seppur leggermente superiori a quelli relativi alla campagna di misura svolta nel mese di maggio, sono state registrate concentrazioni largamente inferiori ai valori riscontrati nella campagna di misura invernale, stagione nella quale le concentrazioni di polveri sottili in atmosfera sono generalmente più elevate.

4.2 CONCENTRAZIONE METALLI

Sulle PM10 campionate mediante metodo gravimetrico, si sono eseguite analisi per la determinazione dei metalli. In seguito si richiama, per ciascuna stazione, una tabella riepilogativa di tutti i dati giornalieri dei metalli.

Le misure sono state eseguite nelle seguenti date:

- Sezione ATM-01: 23 e 30 luglio 2019;
- Sezione ATM-02: 23 e 30 luglio 2019.
- Sezione ATM-03: 23 e 30 luglio 2019.

4.2.1 Stazione ATM-01

ATM-01 - Via Violino di Sotto 120, Roncadelle (BS)										
Giorno	Concentrazione Alluminio	Concentrazione Arsenico	Concentrazione Cadmio	Concentrazione Cromo	Concentrazione Manganese	Concentrazione Mercurio	Concentrazione Nichel	Concentrazione Piombo	Concentrazione Rame	Concentrazione Zinco
	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)
23/07/2019	129	3	4	43	35	2	8	26	39	84
30/07/2019	101	3	3	41	31	1	6	55	13	66

Tab.8. Riepilogo dei dati giornalieri dei metalli per la stazione ATM-01.

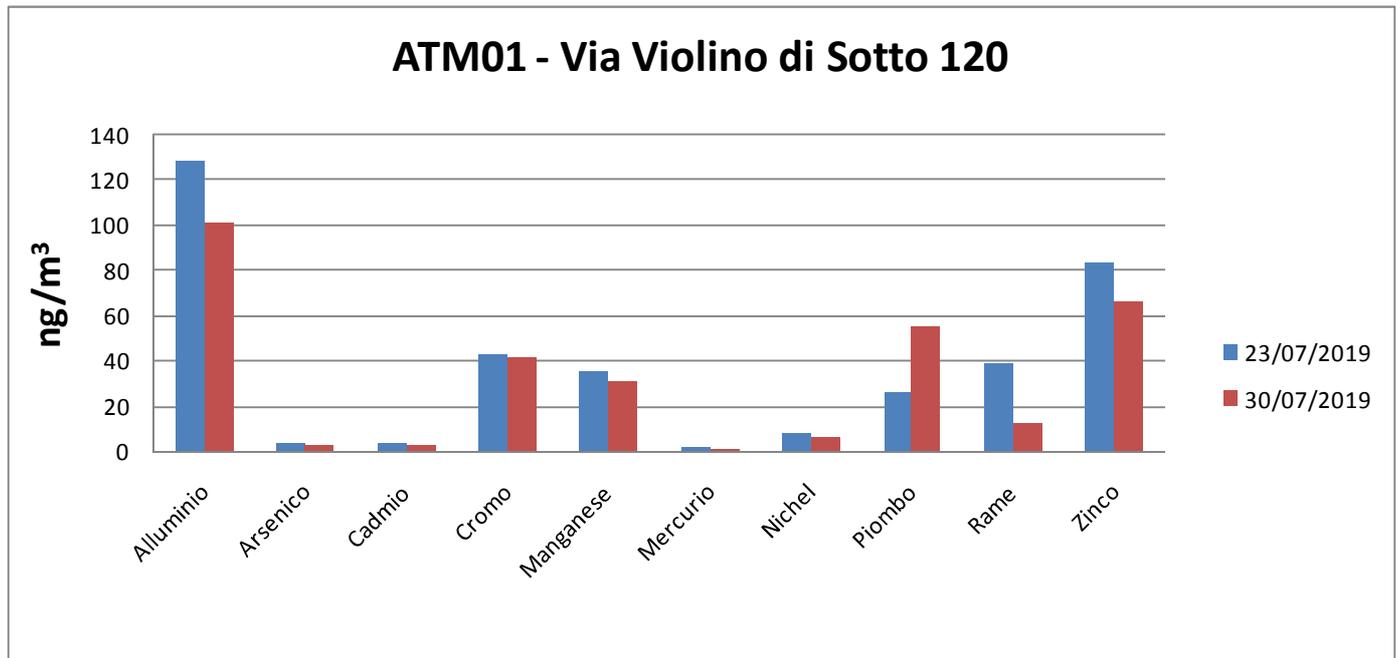


Fig.23. Grafico riportante la concentrazione dei metalli presso il punto ATM-01.

4.2.2 Stazione ATM-02

ATM-02 - Via Dalmazia 27, Brescia (BS)										
Giorno	Concentrazione Alluminio	Concentrazione Arsenico	Concentrazione Cadmio	Concentrazione Cromo	Concentrazione Manganese	Concentrazione Mercurio	Concentrazione Nichel	Concentrazione Piombo	Concentrazione Rame	Concentrazione Zinco
	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)	(ng/m ³)
23/07/2019	198	< 1	< 1	< 4	17	< 2	< 4	13	30	105
30/07/2019	147	< 1	< 1	< 4	15	< 2	< 4	13	27	84

Tab.9. Riepilogo dei dati giornalieri dei metalli per la stazione ATM-02.

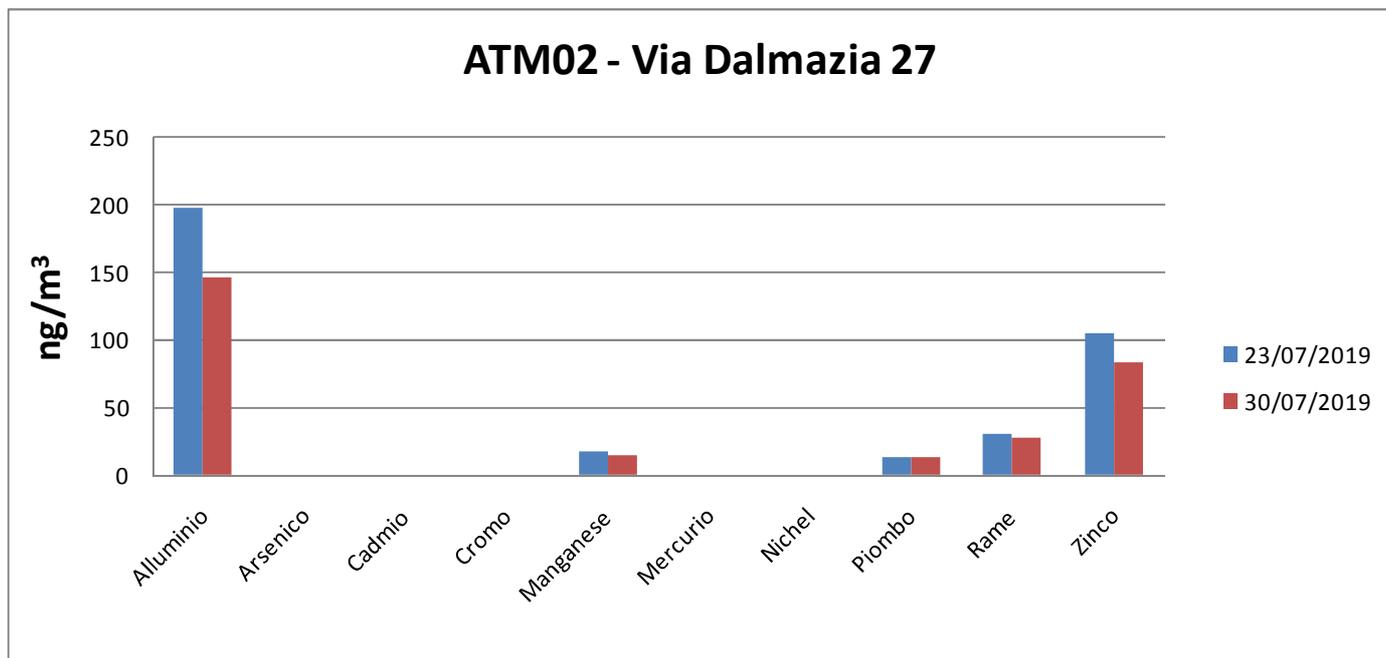


Fig.24. Grafico riportante la concentrazione dei metalli presso il punto ATM-02.

4.2.3 Stazione ATM-03

ATM03 - via Quartiere I Maggio 82, Brescia										
Giorno	Concentrazione Alluminio	Concentrazione Arsenico	Concentrazione Cadmio	Concentrazione Cromo	Concentrazione Manganese	Concentrazione Mercurio	Concentrazione Nichel	Concentrazione Piombo	Concentrazione Rame	Concentrazione Zinco
	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)	(ng/m³)
23/07/2019	272	< 1	< 1	6	22	< 2	< 4	14	30	122
30/07/2019	203	< 1	< 1	< 4	15	< 2	< 4	11	24	88

Tab.10. Riepilogo dei dati giornalieri dei metalli per la stazione ATM-03.

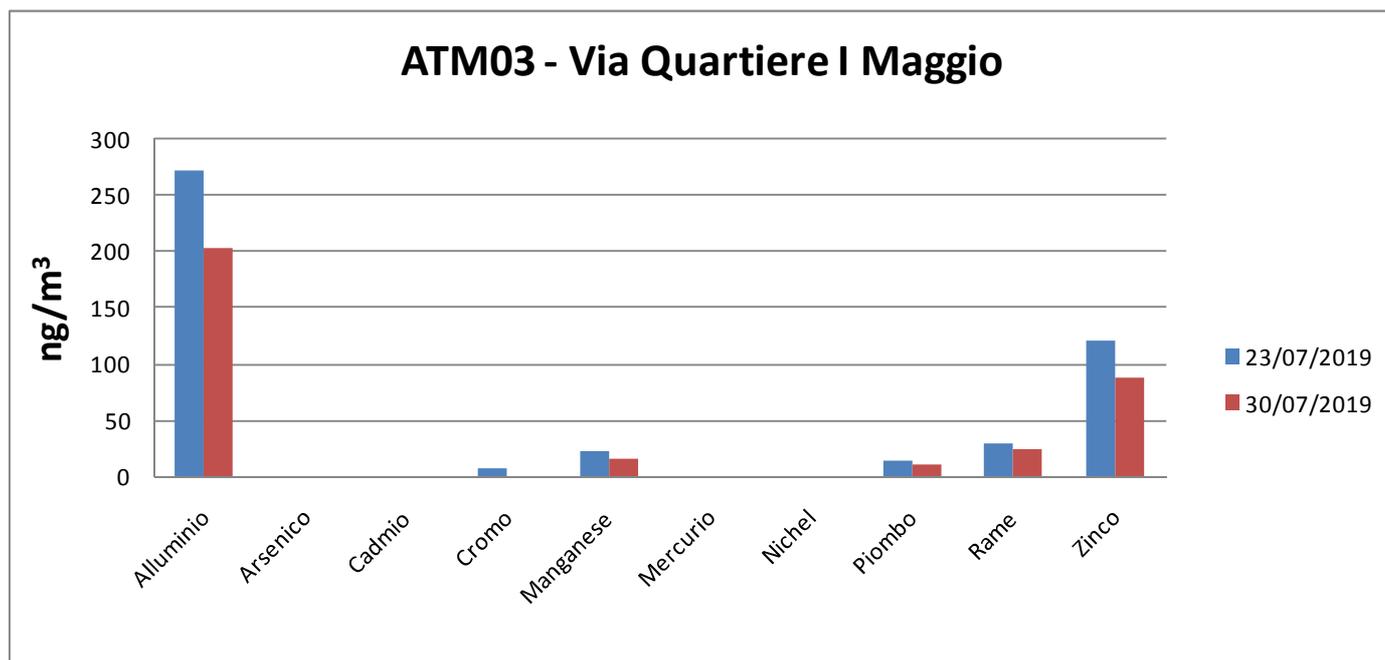


Fig.25. Grafico riportante la concentrazione dei metalli presso il punto ATM-03.

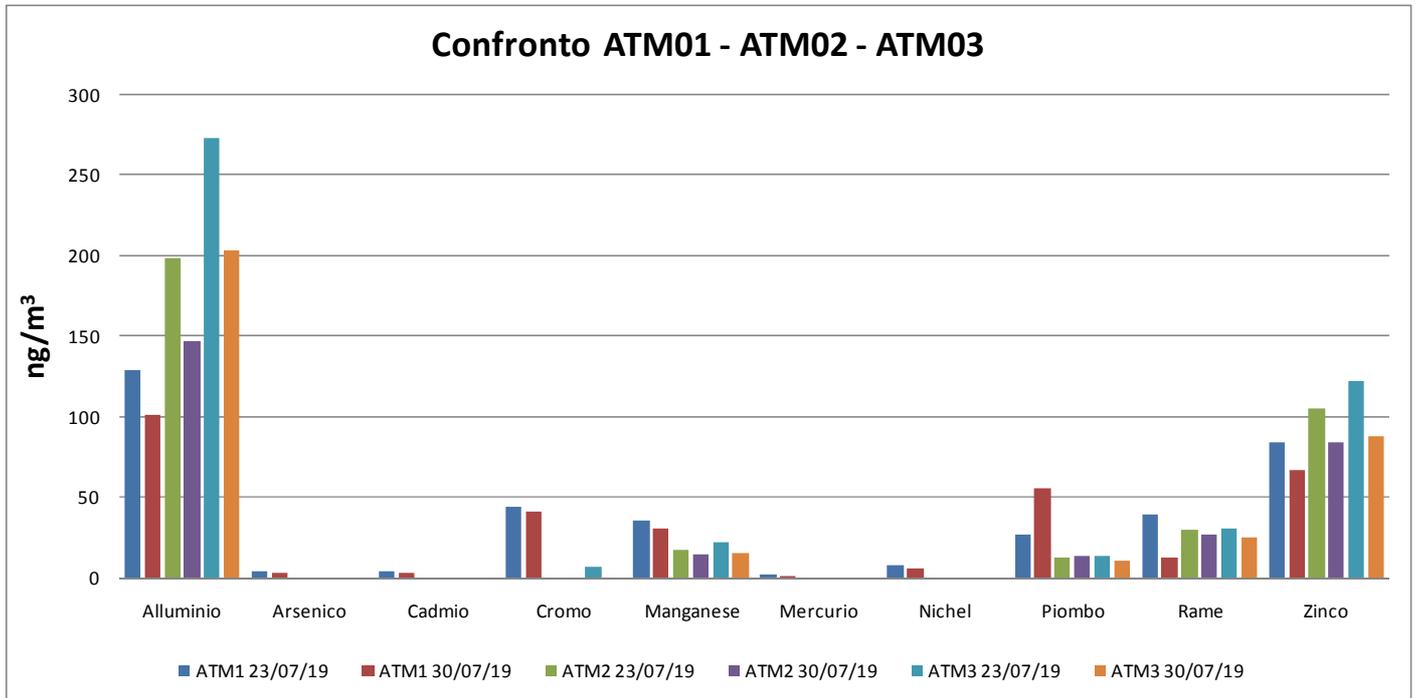


Fig.26. Grafico riportante il confronto fra l'andamento delle concentrazioni dei metalli misurato nelle 2 stazioni.

4.2.4 Commenti ai risultati

Le soglie di concentrazione ammissibili in atmosfera per i metalli pesanti stabiliti dalla Normativa cogente riguardano unicamente Nichel, Arsenico, Cadmio e Piombo; nello specifico, il D.Lgs. 155/2010 stabilisce il Valore Limite (VL) annuale per la protezione della salute umana del Piombo di 500 ng, ed i Valori Obiettivo (VO) annuali per il Nichel di 20 ng, Arsenico 6 ng e Cadmio di 5 ng. Come si evince dalle tabelle di cui sopra, non sono stati rilevati superamenti, ma in diversi casi valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale.

4.3 ELEMENTI TERRIGENI

Si riportano di seguito le elaborazioni tabellari e grafiche relative ai dati estrapolati dalle polveri campionate mediante metodica ED-XRF circa la determinazione degli elementi terrigeni.

Le misure sono state eseguite nelle seguenti date:

- Sezione ATM-01: 25 luglio ed 1 agosto 2019 per entrambe le granulometrie PM10 e PM2.5;
- Sezione ATM-02: 25 luglio ed 1 agosto 2019 per entrambe le granulometrie PM10 e PM2.5;
- Sezione ATM-03: 25 luglio ed 1 agosto 2019 per entrambe le granulometrie PM10 e PM2.5.

4.3.1 Stazione ATM-01

PM10

Parametro	Unità di Misura	Valore	Metodo di Prova	Data	Parametro	Unità di Misura	Valore	Metodo di Prova	Data
SiO ₂	%p/p	35,98	UNI EN 15309:2007	25/07/2019	SiO ₂	%p/p	60,77	UNI EN 15309:2007	01/08/2019
Al ₂ O ₃	%p/p	4,00	UNI EN 15309:2007		Al ₂ O ₃	%p/p	7,74	UNI EN 15309:2007	
FeO	%p/p	2,89	UNI EN 15309:2007		FeO	%p/p	3,84	UNI EN 15309:2007	
CaO	%p/p	13,37	UNI EN 15309:2007		CaO	%p/p	4,83	UNI EN 15309:2007	
MgO	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007		MgO	%p/p	2,84	UNI EN 15309:2007	
K ₂ O	%p/p	2,67	UNI EN 15309:2007		K ₂ O	%p/p	1,76	UNI EN 15309:2007	
Ti ₂ O	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007		Ti ₂ O	%p/p	1,21	UNI EN 15309:2007	
P ₂ O ₅	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007		P ₂ O ₅	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007	

Tab. 11 e 12. Riepilogo dei dati giornalieri degli elementi terrigeni per la stazione ATM-01 – PM10.

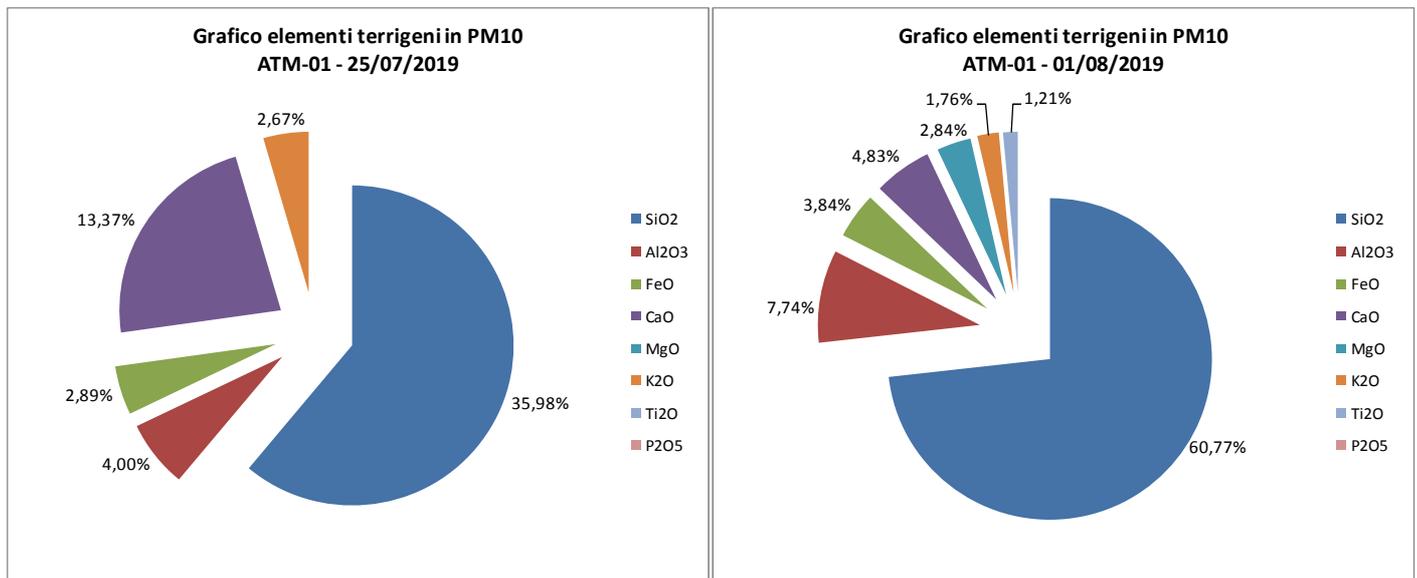


Fig.27 e 28. Grafico riportante la % di elementi terrigeni per la stazione ATM-01 – PM10.

PM2.5

Parametro	Unità di Misura	Valore	Metodo di Prova	Data	Parametro	Unità di Misura	Valore	Metodo di Prova	Data
SiO ₂	%p/p	26,84	UNI EN 15309:2007	25/07/2019	SiO ₂	%p/p	18,44	UNI EN 15309:2007	01/08/2019
Al ₂ O ₃	%p/p	9,17	UNI EN 15309:2007		Al ₂ O ₃	%p/p	4,74	UNI EN 15309:2007	
FeO	%p/p	1,81	UNI EN 15309:2007		FeO	%p/p	19,29	UNI EN 15309:2007	
CaO	%p/p	11,54	UNI EN 15309:2007		CaO	%p/p	6,40	UNI EN 15309:2007	
MgO	%p/p	1,34	UNI EN 15309:2007		MgO	%p/p	4,37	UNI EN 15309:2007	
K ₂ O	%p/p	4,08	UNI EN 15309:2007		K ₂ O	%p/p	1,11	UNI EN 15309:2007	
Ti ₂ O	%p/p	0,62	UNI EN 15309:2007		Ti ₂ O	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007	
P ₂ O ₅	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007		P ₂ O ₅	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007	

Tab.13 e 14. Riepilogo dei dati giornalieri degli elementi terrigeni per la stazione ATM-01 – PM2.5.

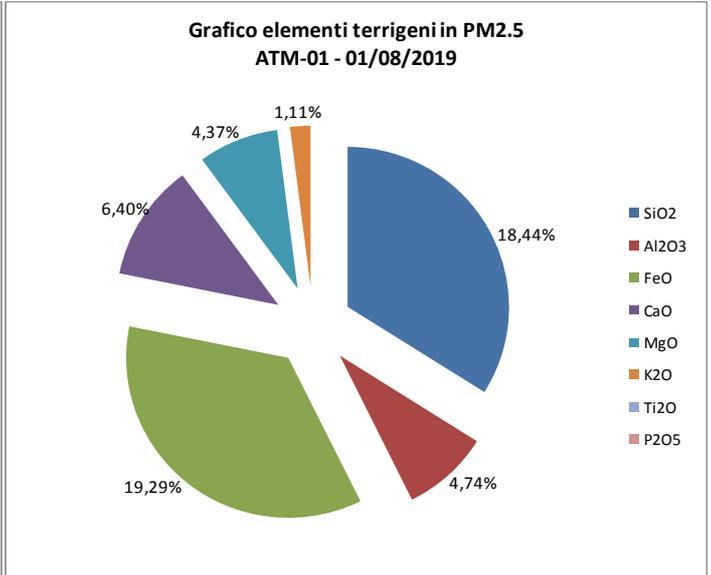
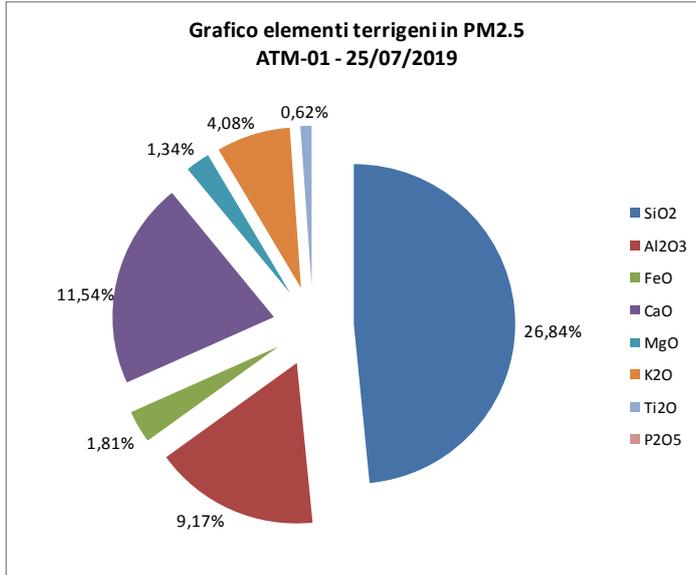


Fig.29 e 30. Grafico riportante la % di elementi terrigeni per la stazione ATM-01 - PM2.5.

4.3.2 Stazione ATM-02

PM10

Parametro	Unità di Misura	Valore	Metodo di Prova	Data	Parametro	Unità di Misura	Valore	Metodo di Prova	Data
SiO ₂	%p/p	37,78	UNI EN 15309:2007	25/07/2019	SiO ₂	%p/p	52,48	UNI EN 15309:2007	01/08/2019
Al ₂ O ₃	%p/p	5,76	UNI EN 15309:2007		Al ₂ O ₃	%p/p	3,55	UNI EN 15309:2007	
FeO	%p/p	3,41	UNI EN 15309:2007		FeO	%p/p	1,69	UNI EN 15309:2007	
CaO	%p/p	3,39	UNI EN 15309:2007		CaO	%p/p	7,78	UNI EN 15309:2007	
MgO	%p/p	2,59	UNI EN 15309:2007		MgO	%p/p	0,70	UNI EN 15309:2007	
K ₂ O	%p/p	1,85	UNI EN 15309:2007		K ₂ O	%p/p	1,08	UNI EN 15309:2007	
Ti ₂ O	%p/p	0,52	UNI EN 15309:2007		Ti ₂ O	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007	
P ₂ O ₅	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007		P ₂ O ₅	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007	

Tab.15 e 16. Riepilogo dei dati giornalieri degli elementi terrigeni per la stazione ATM-02 – PM10.

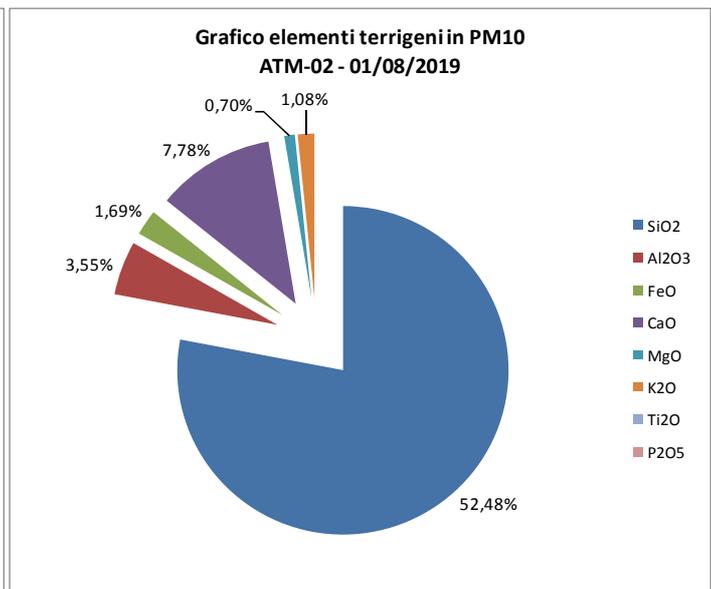
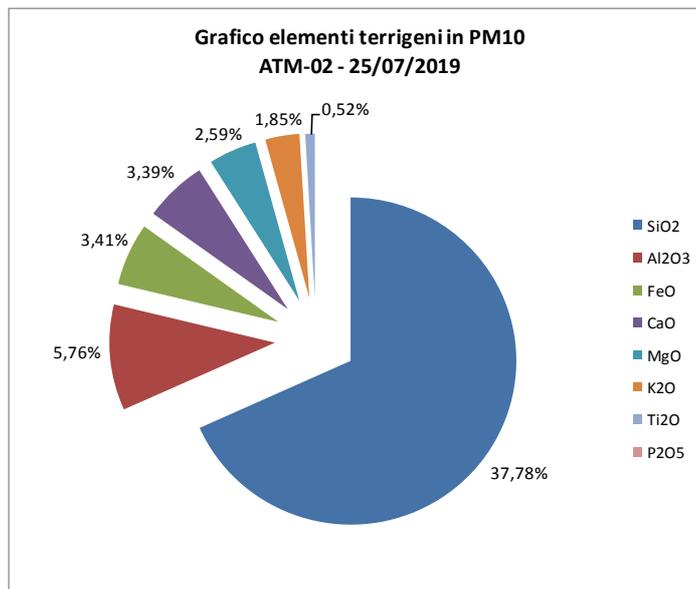


Fig.31 e 32. Grafico riportante la % di elementi terrigeni per la stazione ATM-02 – PM10.

PM2.5

Parametro	Unità di Misura	Valore	Metodo di Prova	Data	Parametro	Unità di Misura	Valore	Metodo di Prova	Data
SiO ₂	%p/p	22,56	UNI EN 15309:2007	25/07/2019	SiO ₂	%p/p	27,66	UNI EN 15309:2007	01/08/2019
Al ₂ O ₃	%p/p	2,15	UNI EN 15309:2007		Al ₂ O ₃	%p/p	3,71	UNI EN 15309:2007	
FeO	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007		FeO	%p/p	10,29	UNI EN 15309:2007	
CaO	%p/p	1,17	UNI EN 15309:2007		CaO	%p/p	1,92	UNI EN 15309:2007	
MgO	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007		MgO	%p/p	1,76	UNI EN 15309:2007	
K ₂ O	%p/p	1,35	UNI EN 15309:2007		K ₂ O	%p/p	1,52	UNI EN 15309:2007	
Ti ₂ O	%p/p	1,11	UNI EN 15309:2007		Ti ₂ O	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007	
P ₂ O ₅	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007		P ₂ O ₅	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007	

Tab.17 e 18. Riepilogo dei dati giornalieri degli elementi terrigeni per la stazione ATM-02 – PM2.5.

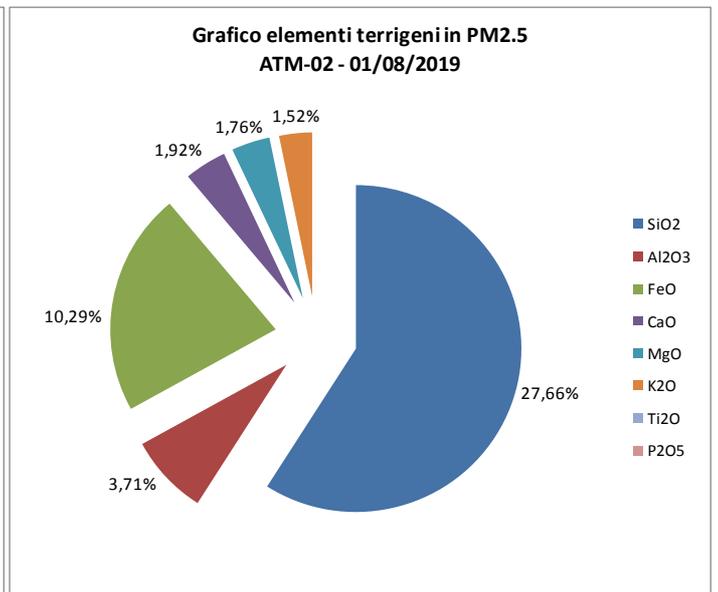
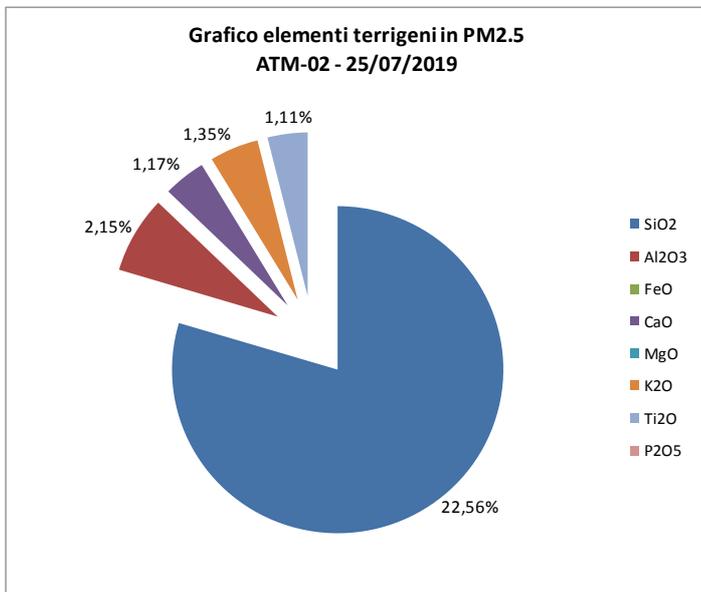


Fig.33 e 34. Grafico riportante la % di elementi terrigeni per la stazione ATM-02 – PM2.5.

4.3.3 Stazione ATM-03

PM10

Parametro	Unità di Misura	Valore	Metodo di Prova	Data	Parametro	Unità di Misura	Valore	Metodo di Prova	Data
SiO ₂	%p/p	43,79	UNI EN 15309:2007	25/07/2019	SiO ₂	%p/p	38,12	UNI EN 15309:2007	01/08/2019
Al ₂ O ₃	%p/p	4,67	UNI EN 15309:2007		Al ₂ O ₃	%p/p	8,65	UNI EN 15309:2007	
FeO	%p/p	2,72	UNI EN 15309:2007		FeO	%p/p	4,24	UNI EN 15309:2007	
CaO	%p/p	5,37	UNI EN 15309:2007		CaO	%p/p	10,31	UNI EN 15309:2007	
MgO	%p/p	1,63	UNI EN 15309:2007		MgO	%p/p	3,00	UNI EN 15309:2007	
K ₂ O	%p/p	1,26	UNI EN 15309:2007		K ₂ O	%p/p	1,29	UNI EN 15309:2007	
Ti ₂ O	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007		Ti ₂ O	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007	
P ₂ O ₅	%p/p	11,05%	UNI EN 15309:2007		P ₂ O ₅	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007	

Tab.19 e 20. Riepilogo dei dati giornalieri degli elementi terrigeni per la stazione ATM-03 – PM10.

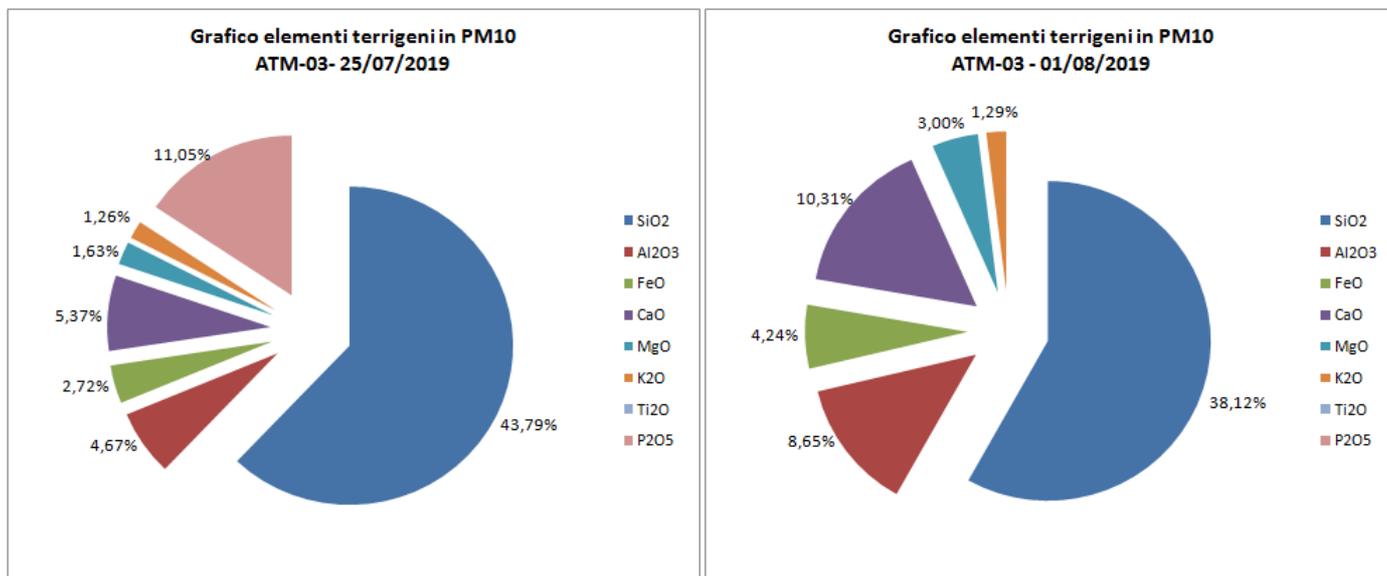


Fig.35 e 36. Grafico riportante la % di elementi terrigeni per la stazione ATM-02.

PM2.5

Parametro	Unità di Misura	Valore	Metodo di Prova	Data	Parametro	Unità di Misura	Valore	Metodo di Prova	Data
SiO ₂	%p/p	32,85	UNI EN 15309:2007	25/07/2019	SiO ₂	%p/p	24,12	UNI EN 15309:2007	01/08/2019
Al ₂ O ₃	%p/p	3,08	UNI EN 15309:2007		Al ₂ O ₃	%p/p	2,11	UNI EN 15309:2007	
FeO	%p/p	2,38	UNI EN 15309:2007		FeO	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007	
CaO	%p/p	4,93	UNI EN 15309:2007		CaO	%p/p	1,59	UNI EN 15309:2007	
MgO	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007		MgO	%p/p	0,00	UNI EN 15309:2007	
K ₂ O	%p/p	2,39	UNI EN 15309:2007		K ₂ O	%p/p	1,47	UNI EN 15309:2007	
Ti ₂ O	%p/p	3,00	UNI EN 15309:2007		Ti ₂ O	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007	
P ₂ O ₅	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007		P ₂ O ₅	%p/p	< 0,1	UNI EN 15309:2007	

Tab.21 e 22. Riepilogo dei dati giornalieri degli elementi terrigeni per la stazione ATM-02.

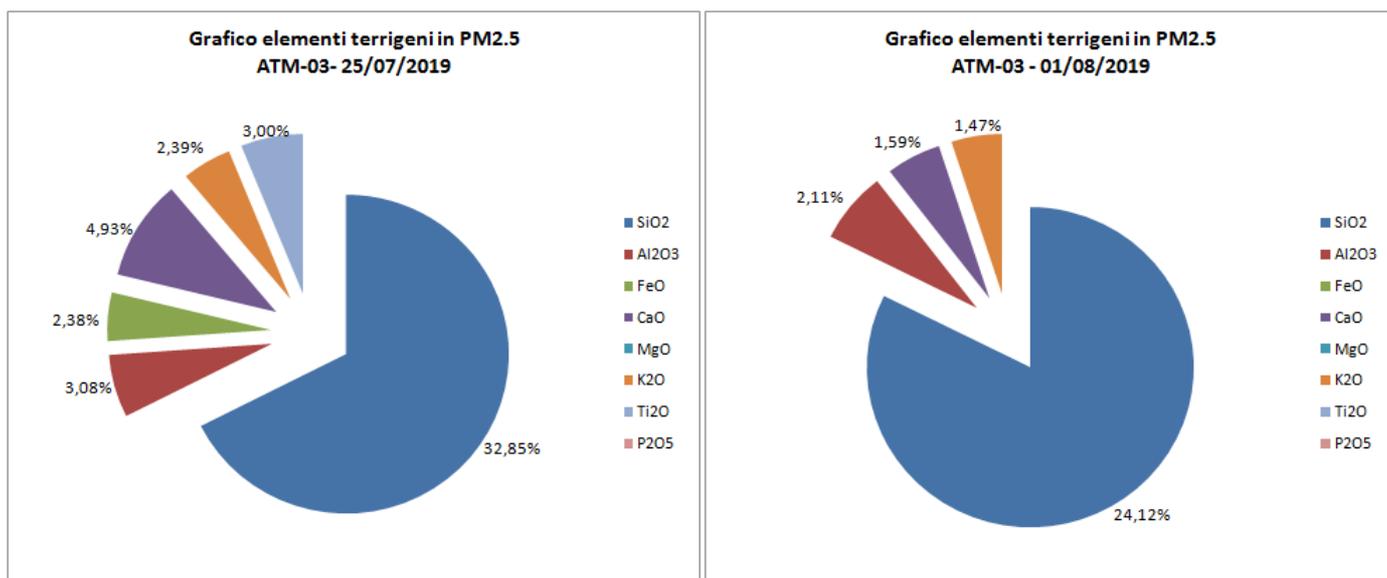


Fig.37 e 38. Grafico riportante la % di elementi terrigeni per la stazione ATM-03 – PM2.5.

	MONITORAGGIO AMBIENTALE FASE CORSO D'OPERA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST					
	COMPONENTE MONITORAGGIO ATMOSFERA – RELAZIONE C.O. XXI	PROGETTO IN46	LOTTO 00 E 22	CODIFICA RH	DOCUMENTO AR00C1 19G	REV. A

Commenti ai risultati

La ricerca degli elementi terrigeni sulle diverse frazioni di particolato permette di risalire alle diverse sorgenti di materiale crostale aerodisperso che sono riconducibili principalmente all'erosione del terreno (sia interessato da attività antropiche che terreno "nudo") dovuta all'azione del vento ed ai moti convettivi, al risollevarlo connesso alla movimentazione del terreno a seguito delle attività agricole, al risollevarlo di polvere da suolo derivante dal traffico veicolare, alle attività di scavo e di movimentazione della terra associate ad attività di estrazione (cave) e di cantiere. In generale un'ulteriore sorgente di materiale crostale è il trasporto a lungo raggio da zone desertiche. Pertanto, a partire dalla composizione chimica del particolato è possibile arrivare a stimare la forza delle sorgenti principali.

Come si deduce dai grafici a torta sopra riportati, la composizione del particolato depositato risulta essere la seguente:

- Punto ATM-01:** prevalenza di silice (SiO_2), proveniente principalmente da suolo e rocce, derivanti dall'erosione meccanica e dal trasporto di particelle del suolo da parte del vento. Silicio e alluminio, che sono i costituenti principali, sono inoltre riconducibili all'aerosol marino. Oltre al sopra citato composto si è riscontrata innanzitutto una significativa presenza di ossido ferroso (FeO) e di ossido di calcio (CaO), seguiti, poi, in percentuali minori da gli ossidi di alluminio (Al_2O_3), di potassio (K_2O), e di magnesio (MgO). Il biossido di titanio (TiO_2) risulta presente in tracce, mentre l'anidride fosforica (P_2O_5) in una percentuale non rilevabile dalla strumentazione di analisi.

Raffrontando i grafici per la frazione granulometrica PM_{10} , si registra un forte aumento degli ossidi di silice a discapito principalmente dell'ossido di calcio. Per gli altri ossidi si rilevano di contro variazioni poco significative.

Al contrario, per quanto riguarda la frazione granulometrica $\text{PM}_{2.5}$, l'analisi dei dati riferibili al giorno 01/08 rispetto a quanto rilevato nel giorno 25/07, evidenziano un diminuzione degli ossidi di silice, di calcio, di potassio ed alluminio, in favore di un aumento di ossidi di magnesio e, soprattutto, di ferro.

- Punto ATM-02:** prevalenza di silice (SiO_2), proveniente principalmente da suolo e rocce, derivanti dall'erosione meccanica e dal trasporto di particelle del suolo da parte del vento. Silicio e alluminio, che sono i costituenti principali, sono inoltre riconducibili all'aerosol marino. Seguono tutti gli altri ossidi con apporti in percentuali molto inferiori. L'ossido di titanio (TiO_2) risulta presente in tracce, mentre l'anidride fosforica (P_2O_5) in una percentuale non rilevabile dalla strumentazione di analisi.

Raffrontando i grafici riportati, fra i due giorni monitorati si evidenzia un aumento degli ossidi di silice in maniera più spiccata principalmente per la frazione PM_{10} . Per quanto concerne gli ossidi di alluminio e, soprattutto ferro, si ha un andamento opposto fra le due frazioni granulometriche: si registra nelle PM_{10} una diminuzione di FeO , Al_2O_3 , mentre nelle $\text{PM}_{2.5}$ si ha un aumento, soprattutto di ossidi di ferro (i quali incrementano dallo 0% a oltre il 10%); per quanto riguarda l'ossido di calcio CaO , si registra un aumento per entrambe le frazioni granulometriche, ma in maniera molto meno marcata nelle $\text{PM}_{2.5}$.

- **Punto ATM-03:** prevalenza di silice (SiO_2), proveniente principalmente da suolo e rocce, derivanti dall'erosione meccanica e dal trasporto di particelle del suolo da parte del vento. Silicio e alluminio, che sono i costituenti principali, sono inoltre riconducibili all'aerosol marino. Seguono tutti gli altri ossidi con apporti in percentuali molto inferiori, ad eccezione dell'anidride fosforica (P_2O_5) per il solo primo giorno di campionamento. L'ossido di titanio (TiO_2), infine, risulta presente in una percentuale non rilevabile dalla strumentazione di analisi.

Raffrontando i grafici riportati, fra i due giorni monitorati si evidenzia una diminuzione degli ossidi di silice per entrambe le granulometrie. Oltre ad una spiccata presenza di anidride fosforica, come già accennato in precedenza, per le sole PM10 ed unicamente nel giorno 25/07, si registrano, come nel caso del punto di misura ATM_02, andamenti inversi: nelle PM10 si registrano aumenti degli ossidi ad eccezione dell'ossido di silice, mentre per quanto riguarda le PM2.5 si registrano, invece, diminuzioni di tutti gli ossidi misurati.

4.4 CONTATORE OTTICO DI PARTICELLE

La valutazione della distribuzione granulometrica su 5 classi dimensionali permette la verifica del rapporto tra particelle fini e grossolane, in integrazione alle analisi gravimetriche che consentono di determinare esclusivamente la concentrazione totale giornaliera delle particelle aventi diametro aerodinamico inferiore o uguale al taglio di polvere selezionato (PM10 o PM2,5).

Si sono potute in questo modo evidenziare le eventuali variazioni istantanee delle caratteristiche dell'atmosfera in funzione di fonti puntuali di emissioni e della situazione meteorologica.

Si riportano di seguito le elaborazioni grafiche relative ai dati registrati dal contatore ottico. Le misure sono state eseguite nelle 3 postazioni di monitoraggio in data giovedì 01/08/2019.

4.4.1 Stazione ATM-01

I grafici sotto riportati mostrano le elaborazioni dei dati registrati dal contatore ottico installato presso la postazione ATM-01, dai quali si evince che il rapporto tra particolato grossolano e fine risulta in buona misura costante per tutta la durata del monitoraggio (1 giorno).

Infatti, il trend assunto da tutte le frazioni analizzate ($> 0,5 \mu\text{m}$, $> 1 \mu\text{m}$, $> 3 \mu\text{m}$ e $> 5 \mu\text{m}$) è simile nel tempo. Si osservano minime oscillazioni indipendenti fra le varie classi granulometriche.

Non si sono registrati eventi di trasporto particolari di materiale grossolano o variazioni anomale del rapporto tra particolato grossolano o fine che possano essere correlabili eventi meteorologici o fonti temporanee e puntuali di emissione.

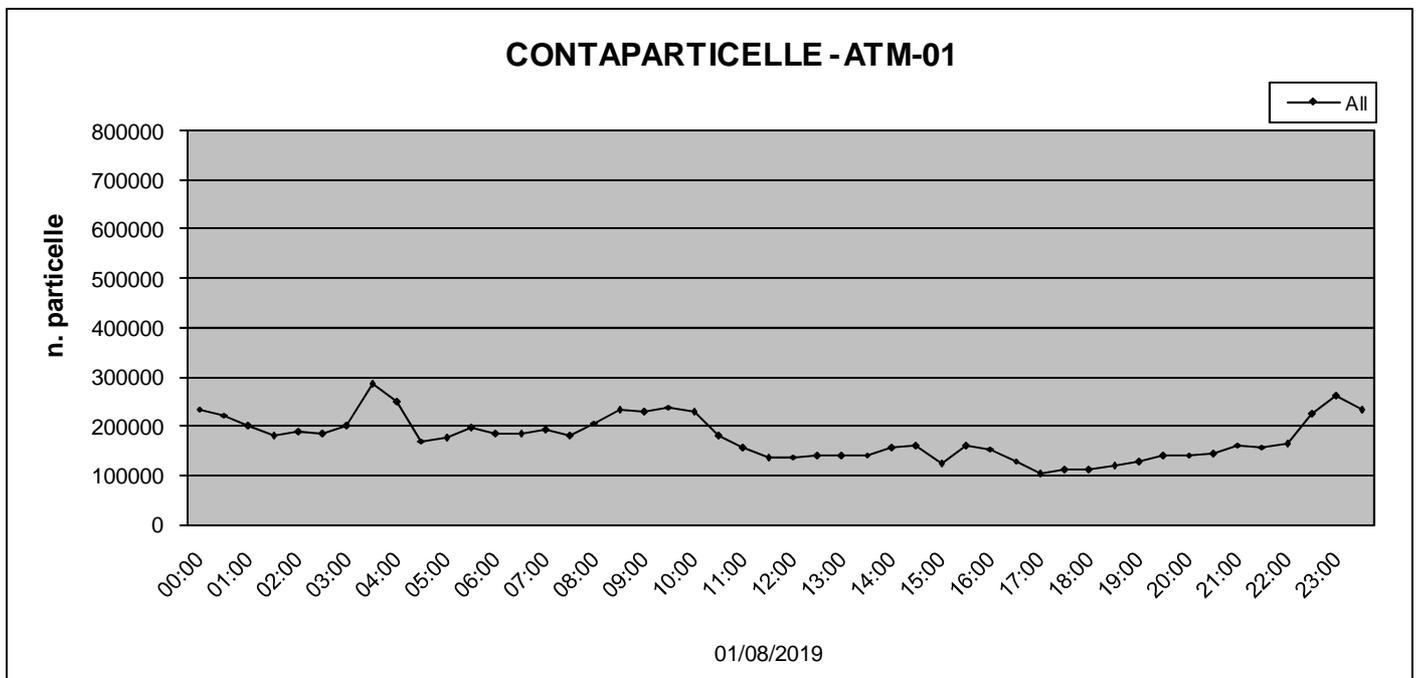


Fig.39. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle totale ("All") rilevate nella stazione ATM-01.

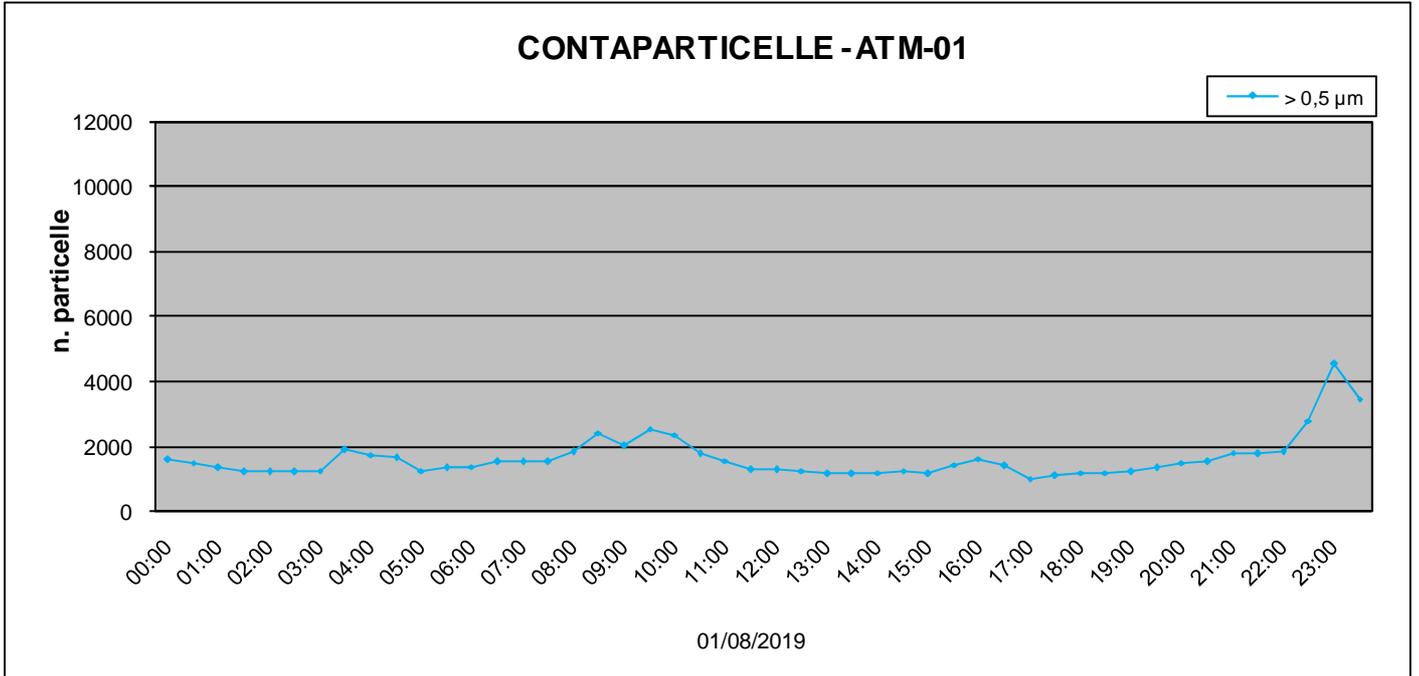


Fig.40. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle con diametro > 0,5 µm rilevate nella stazione ATM-01.

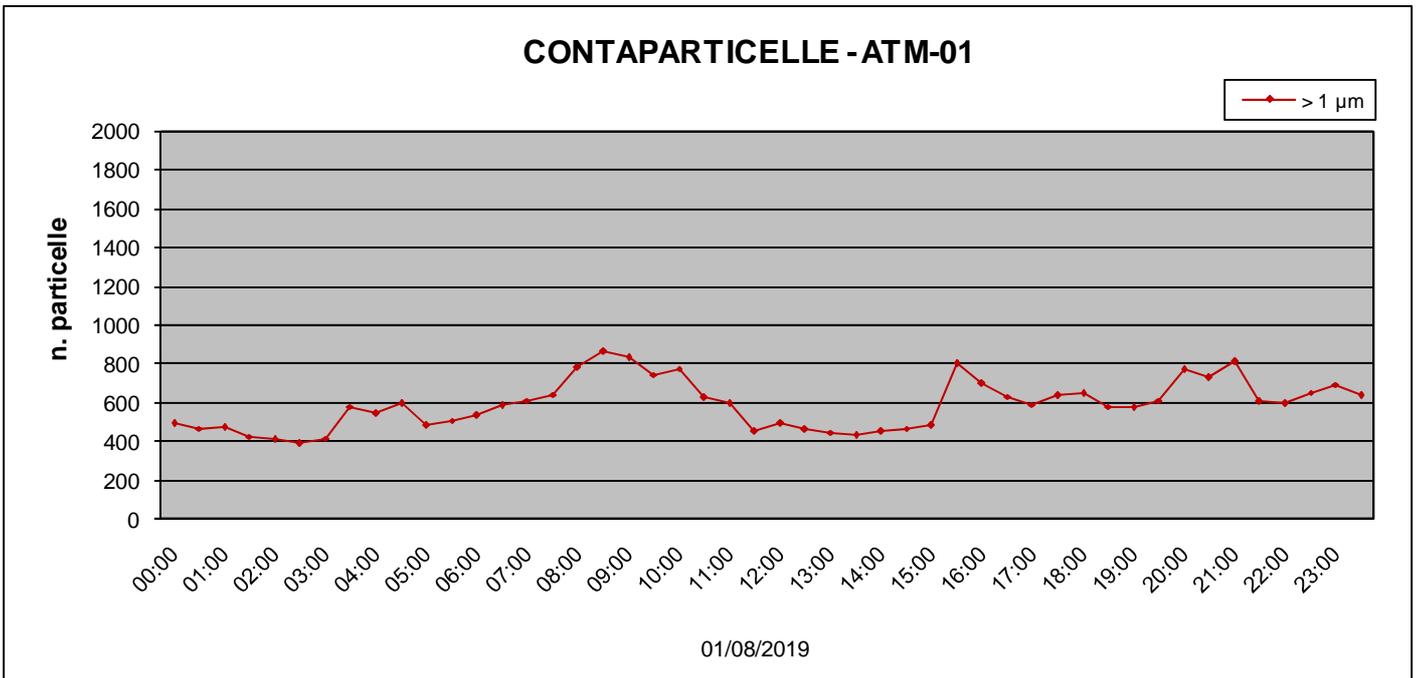


Fig.41. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle con diametro > 1 µm rilevate nella stazione ATM-01.

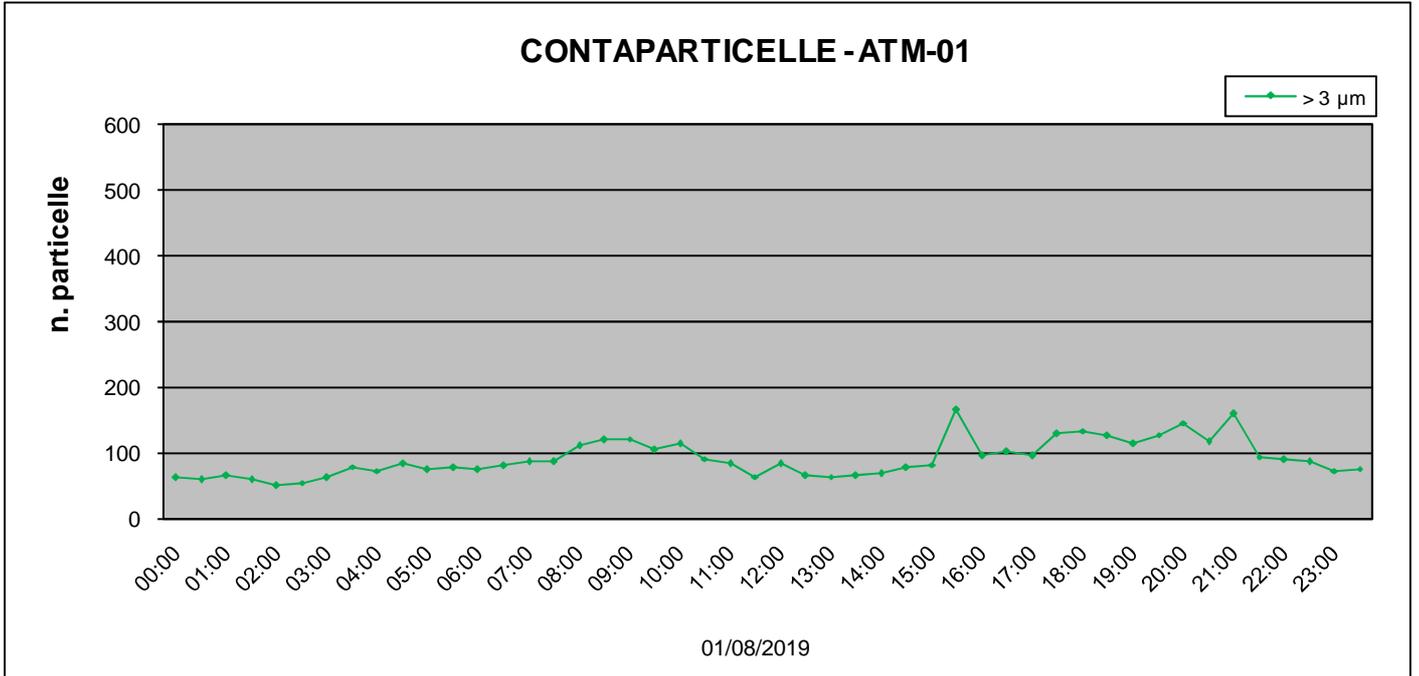


Fig.42. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle con diametro > 3 µm rilevate nella stazione ATM-01.

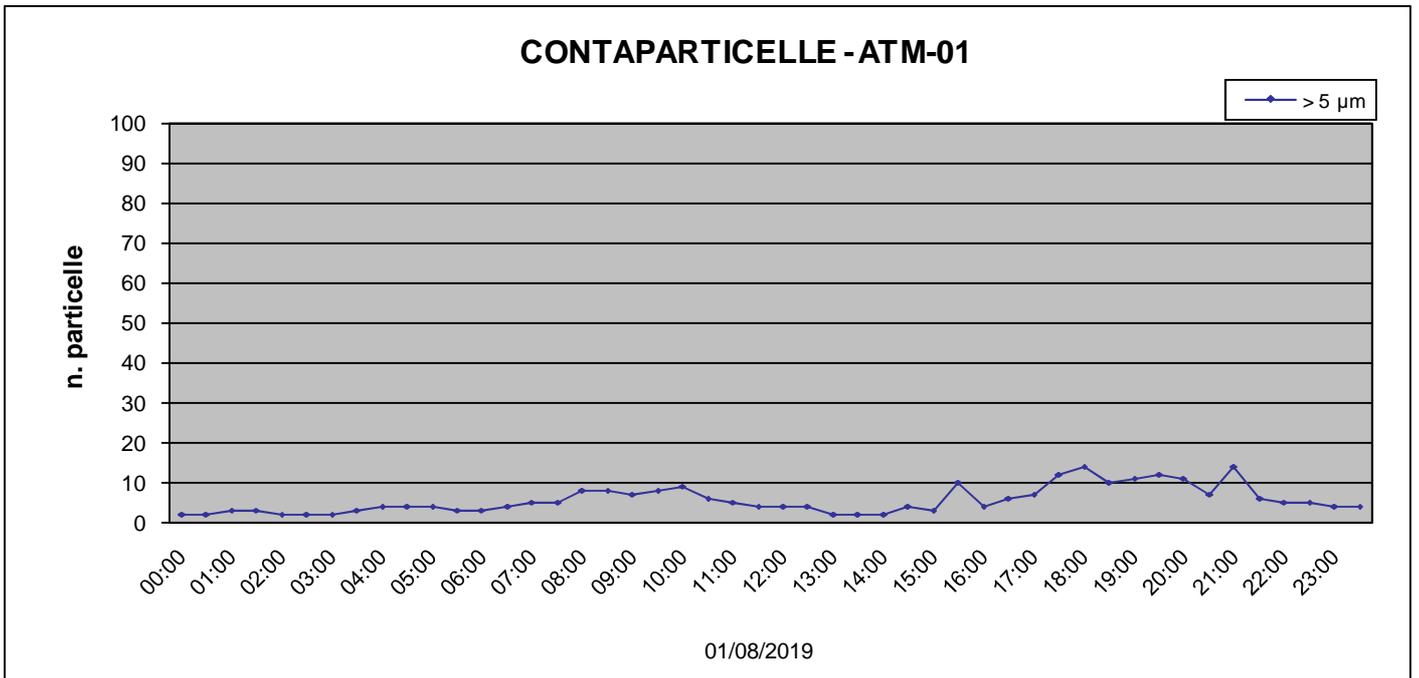


Fig.43. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle con diametro > 5 µm rilevate nella stazione ATM-01.

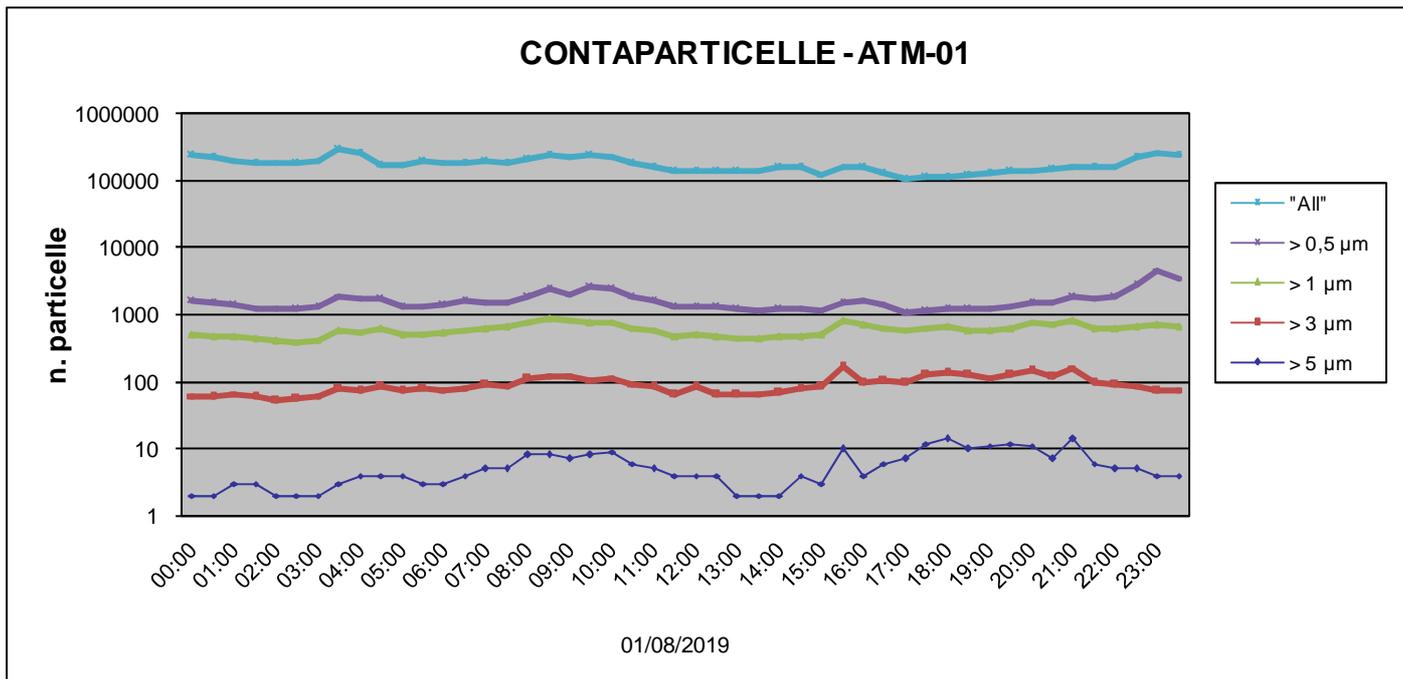


Fig.44. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle nelle varie frazioni rilevate nella stazione ATM-01.

4.4.2 Stazione ATM-02

I grafici sotto riportati mostrano le elaborazioni dei dati registrati dal contatore ottico installato presso la postazione ATM-02, dai quali si evince che, anche in questo caso, il rapporto tra particolato grossolano e fine risulta in buona misura costante per tutta la durata del monitoraggio (1 giorno), ad eccezione di un episodio puntuale verificatosi alle 4:30 del mattino e riconoscibile in tutte le classi granulometriche.

Non si sono registrati eventi di trasporto particolari di materiale grossolano o variazioni anomale del rapporto tra particolato grossolano o fine che possano essere correlabili eventi meteorologici o fonti temporanee e puntuali di emissione.

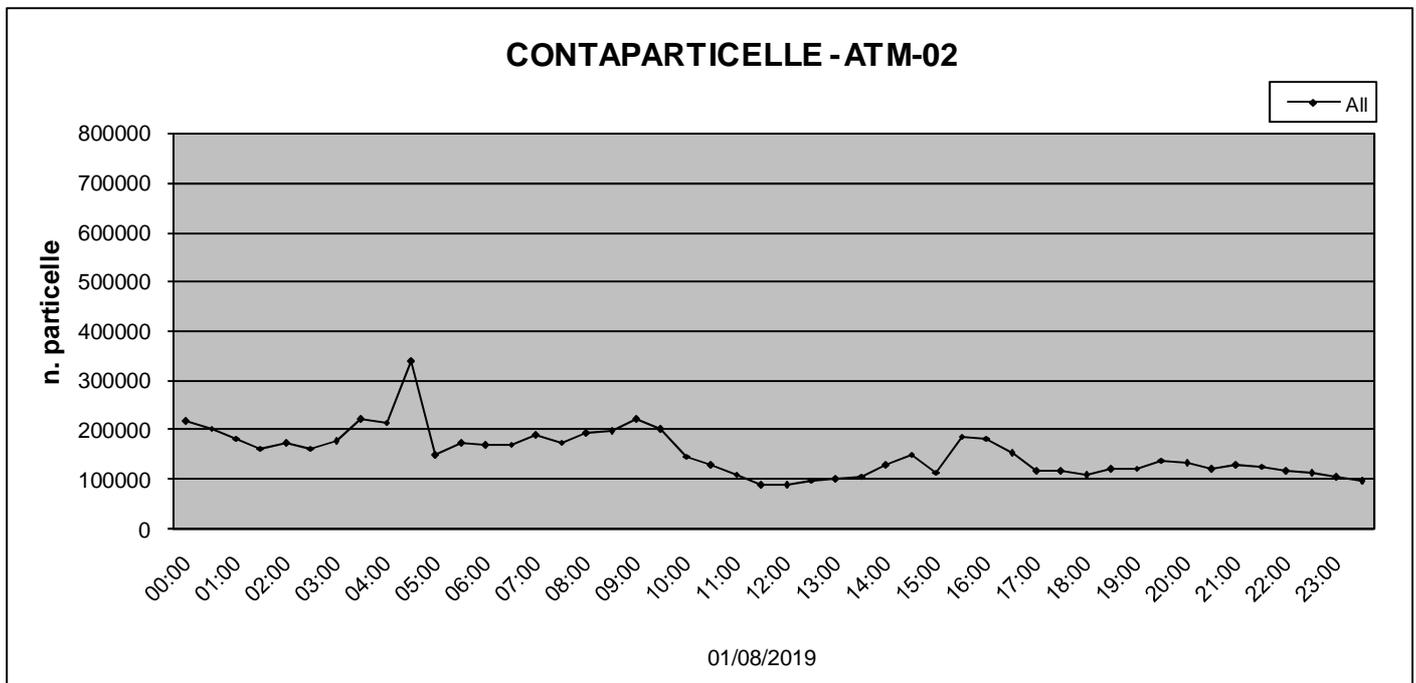


Fig.45. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle totale ("All") rilevate nella stazione ATM-02.

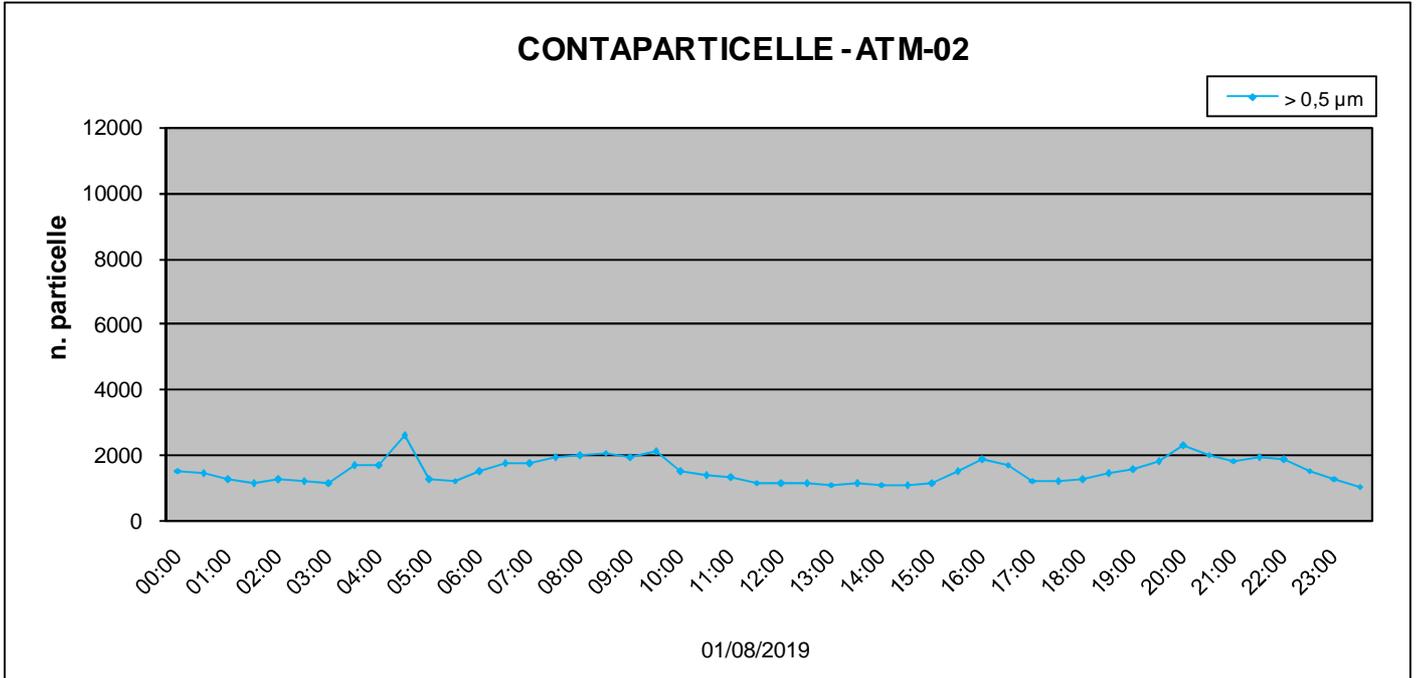


Fig.46. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle con diametro > 0,5 µm rilevate nella stazione ATM-02.

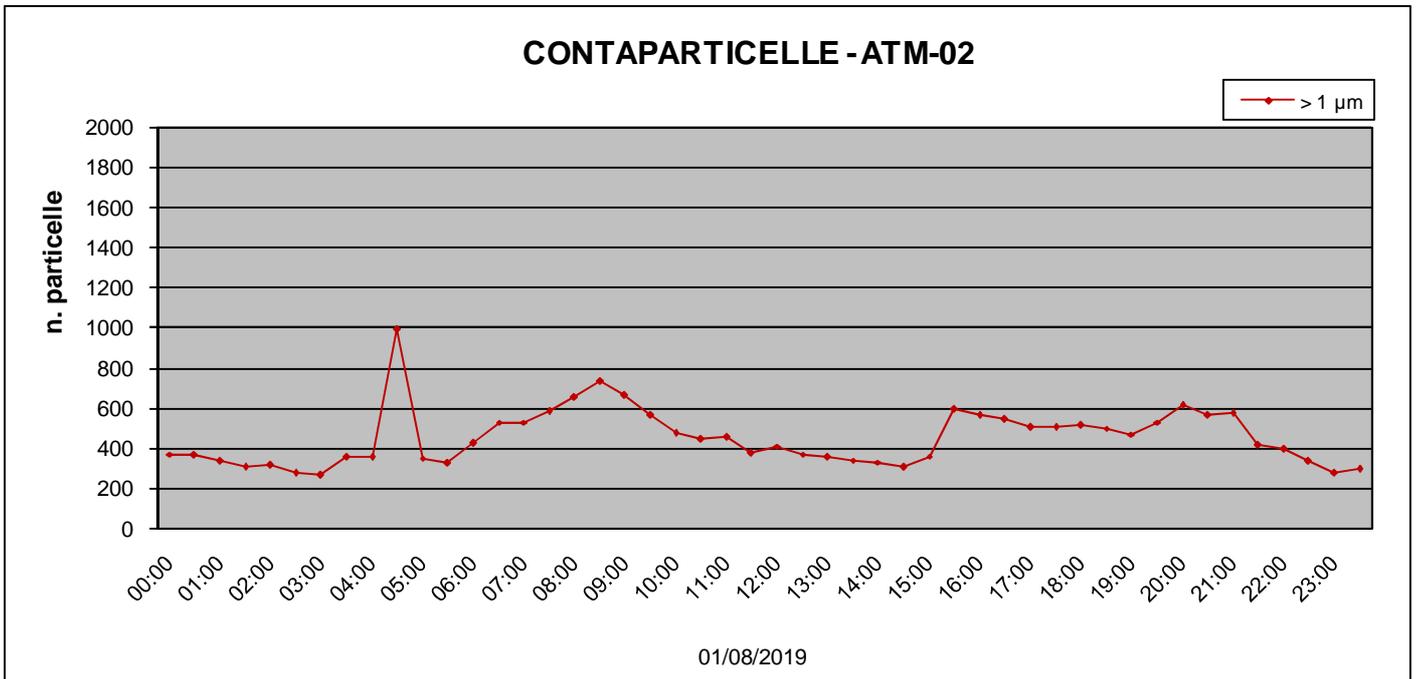


Fig.47. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle con diametro > 1 µm rilevate nella stazione ATM-02.

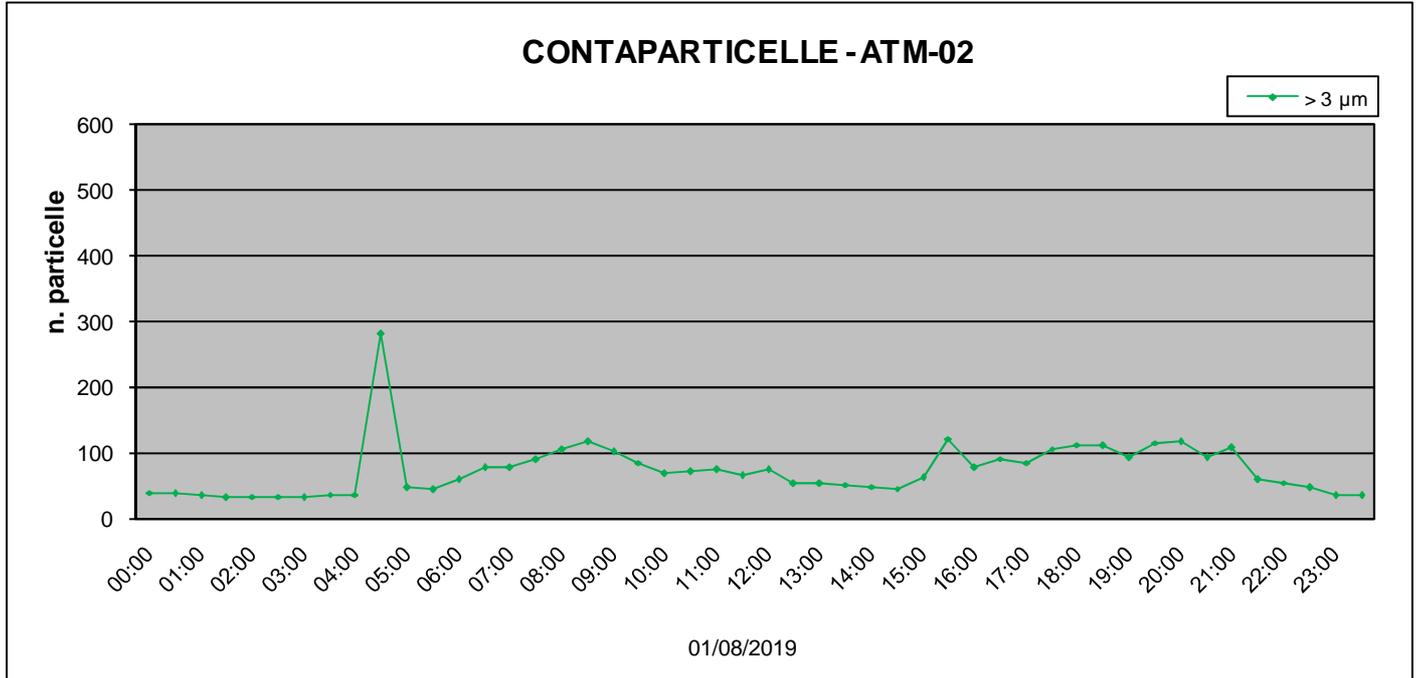


Fig.48. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle con diametro > 3 µm rilevate nella stazione ATM-02.

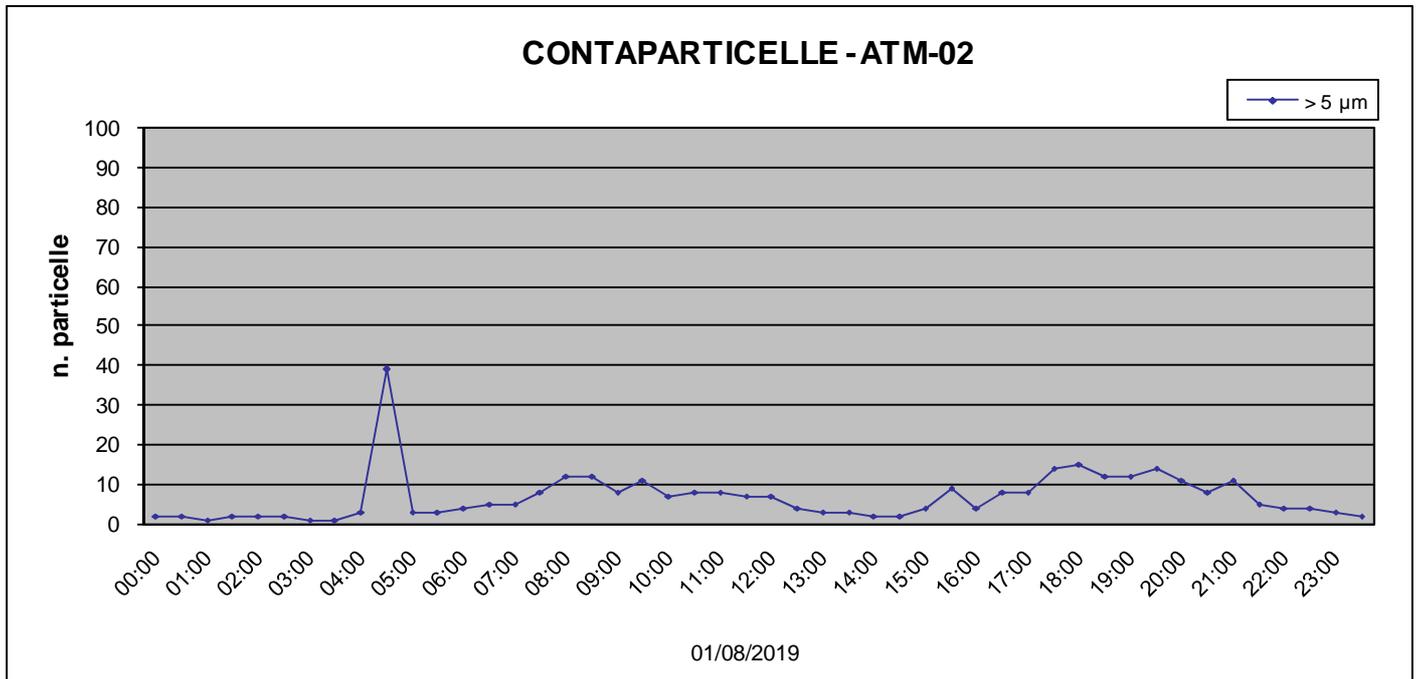
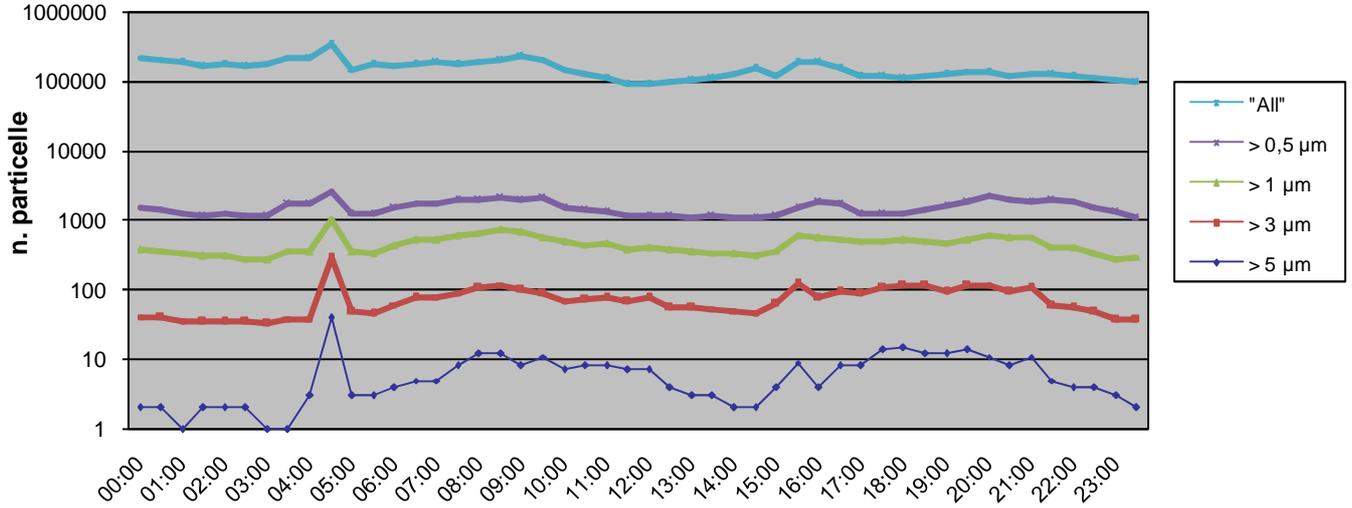


Fig.49. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle con diametro > 5 µm rilevate nella stazione ATM-02.

CONTAPARTICELLE - ATM-02



01/08/2019

Fig.50. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle nelle varie frazioni rilevate nella stazione ATM-02.

4.4.3 Stazione ATM-03

I grafici sotto riportati mostrano le elaborazioni dei dati registrati dal contatore ottico installato presso la postazione ATM-03, dai quali si evince che, anche in questo caso, il rapporto tra particolato grossolano e fine risulta in buona misura costante per tutta la durata del monitoraggio (1 giorno). Infatti, il trend assunto da tutte le frazioni analizzate ($> 0,5 \mu\text{m}$, $> 1 \mu\text{m}$, $> 3 \mu\text{m}$ e $> 5 \mu\text{m}$) è simile nel tempo. Si osservano minime oscillazioni indipendenti fra le varie classi granulometriche.

Non si sono registrati eventi di trasporto particolari di materiale grossolano o variazioni anomale del rapporto tra particolato grossolano o fine che possano essere correlabili eventi meteorologici o fonti temporanee e puntuali di emissione.

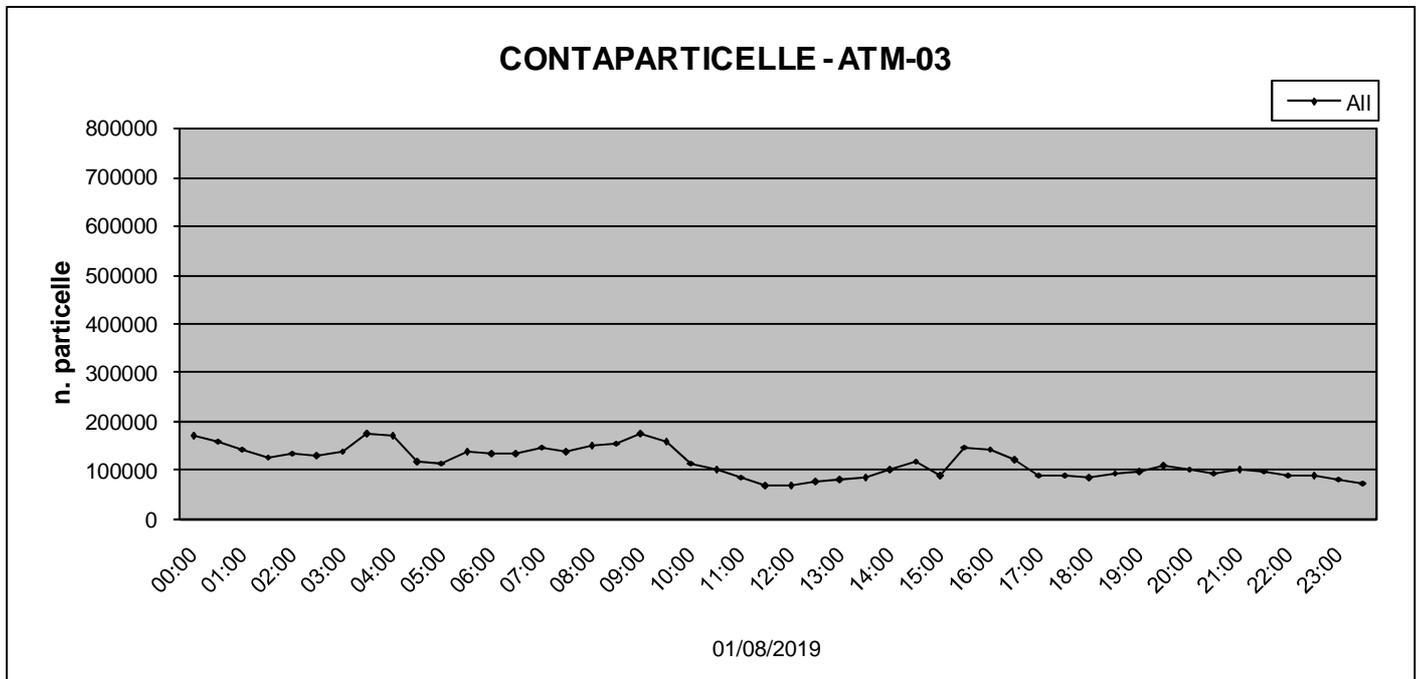


Fig.51. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle totale ("All") rilevate nella stazione ATM-03.

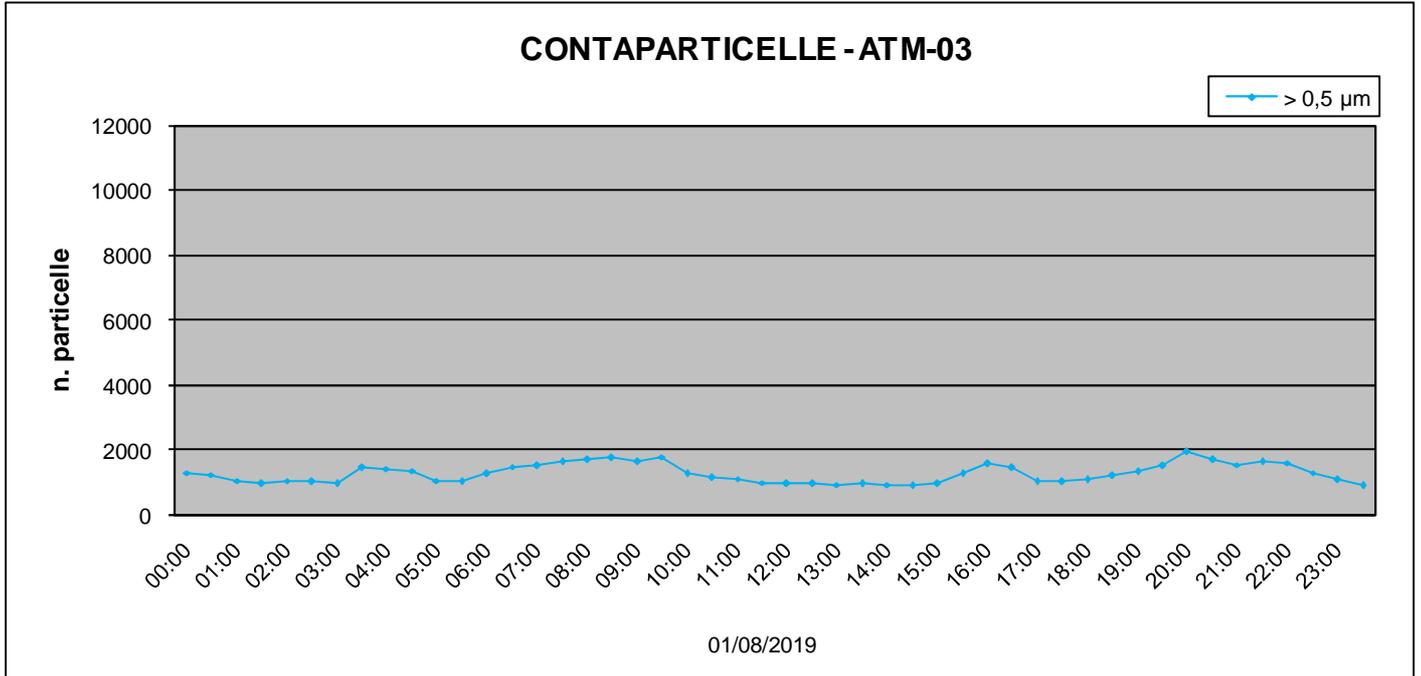


Fig.52. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle con diametro > 0,5 µm rilevate nella stazione ATM-03.

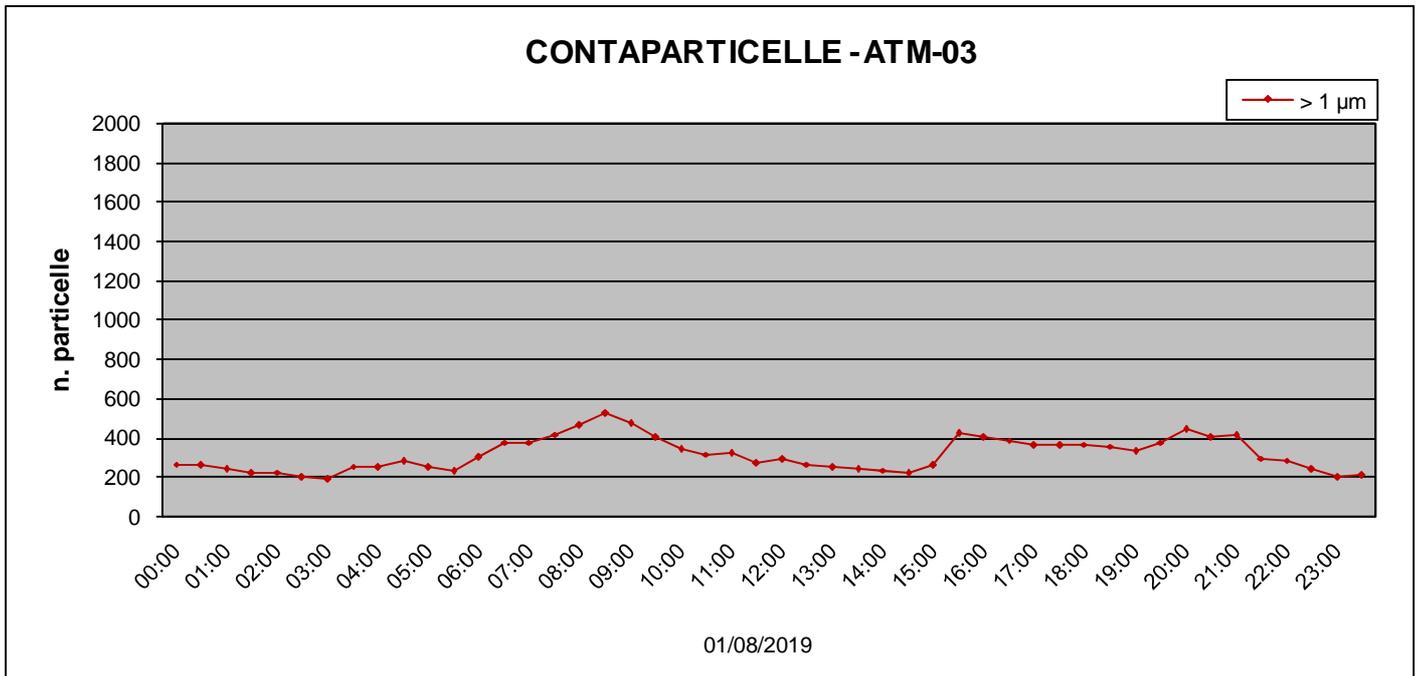


Fig.53. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle con diametro > 1 µm rilevate nella stazione ATM-03.

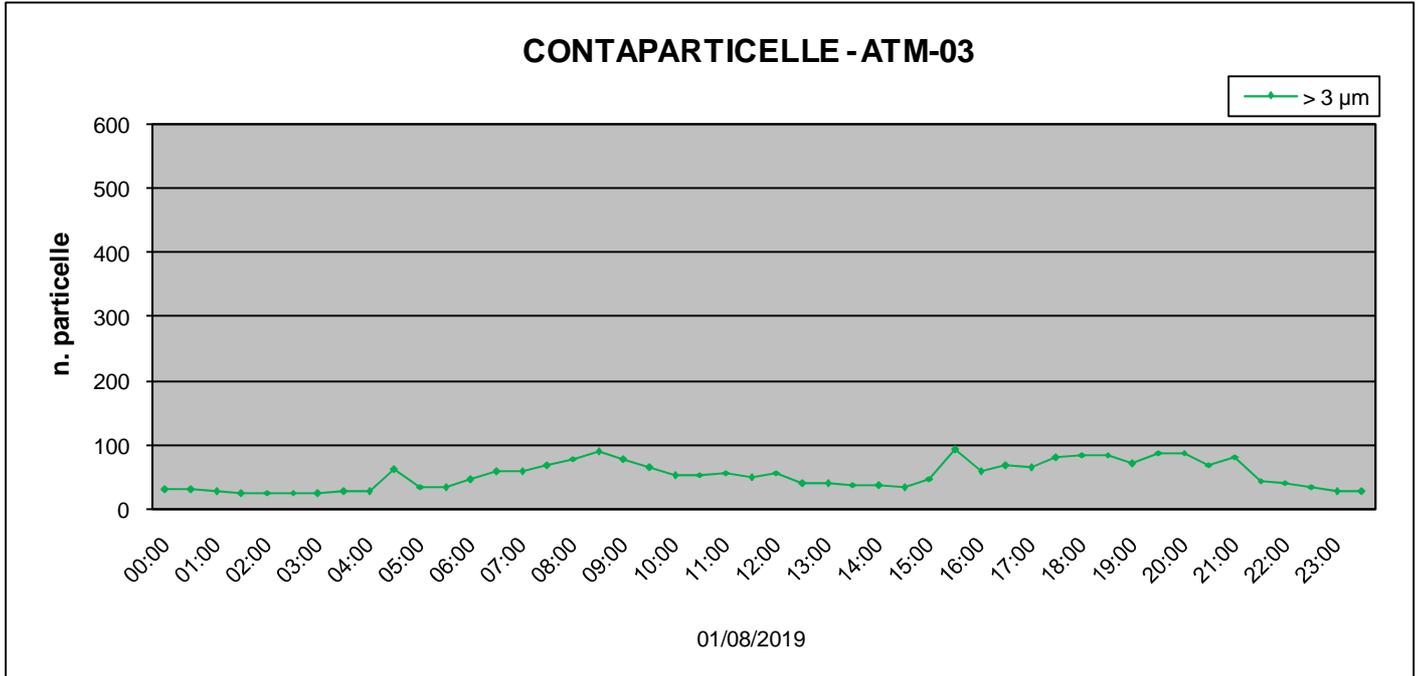


Fig.54. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle con diametro > 3 µm rilevate nella stazione ATM-03.

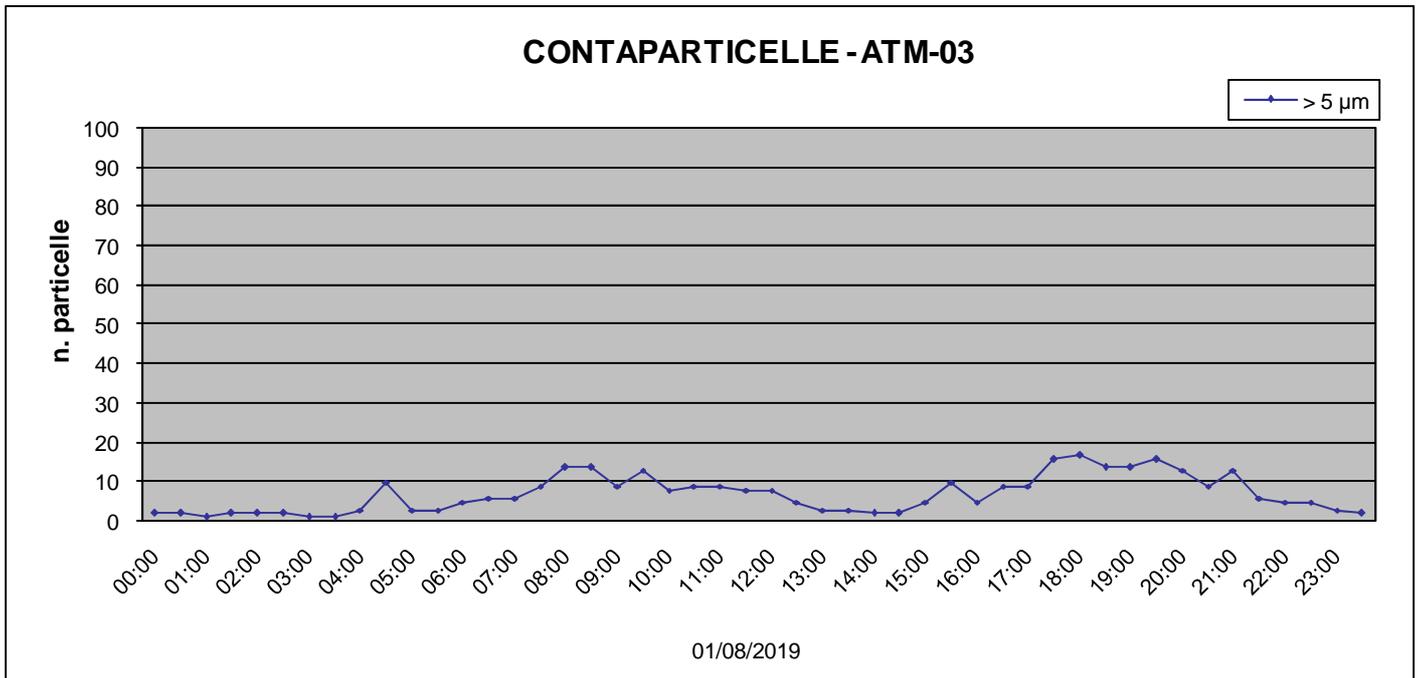


Fig.55. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle con diametro > 5 µm rilevate nella stazione ATM-03.

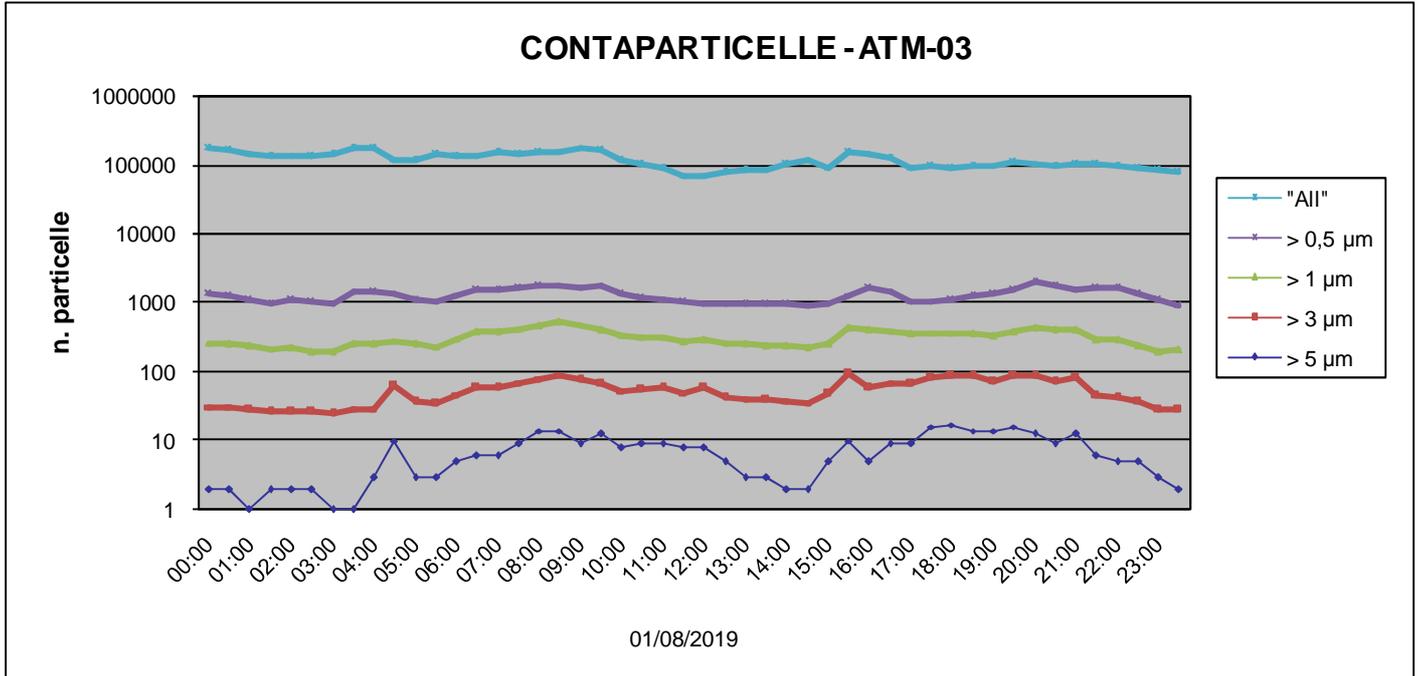


Fig.56. Grafico riportante l'andamento del numero di particelle nelle varie frazioni rilevate nella stazione ATM-03.

4.4.4 Commenti ai risultati

La valutazione della distribuzione granulometrica sulle classi dimensionali permette la verifica del rapporto tra particelle fini e grossolane, in integrazione alle analisi gravimetriche che consentono di determinare esclusivamente la concentrazione totale giornaliera delle particelle aventi diametro aerodinamico inferiore o uguale al taglio di polvere selezionato (PM10 o PM2,5).

Si è potuto in questo modo evidenziare le eventuali variazioni istantanee delle caratteristiche della concentrazione di particolato in atmosfera in funzione di fonti puntuali di emissioni.

Dai dati registrati dai contatori ottici installati, si evince che il rapporto tra il particolato grossolano e fine rimane pressoché costante per tutta la durata del monitoraggio su tutte e 3 le stazioni.

Inoltre, non si sono registrati eventi di trasporto particolari di materiale grossolano o variazioni anomale del rapporto tra particolato grossolano o fine che possano essere correlabili a eventi meteorologici o fonti temporanee e puntuali di emissione.

4.5 PARAMETRI METEO

Nelle figure seguenti si riportano le condizioni meteo inerenti al periodo di monitoraggio. Le misure sono state eseguite con le seguenti tempistiche:

- Sezione ATM-01: dal 19 luglio al 2 agosto 2019;
- Sezione ATM-02: dal 19 luglio al 2 agosto 2019;
- Sezione ATM-03: dal 19 luglio al 2 agosto 2019;

4.5.1 Stazione ATM-01

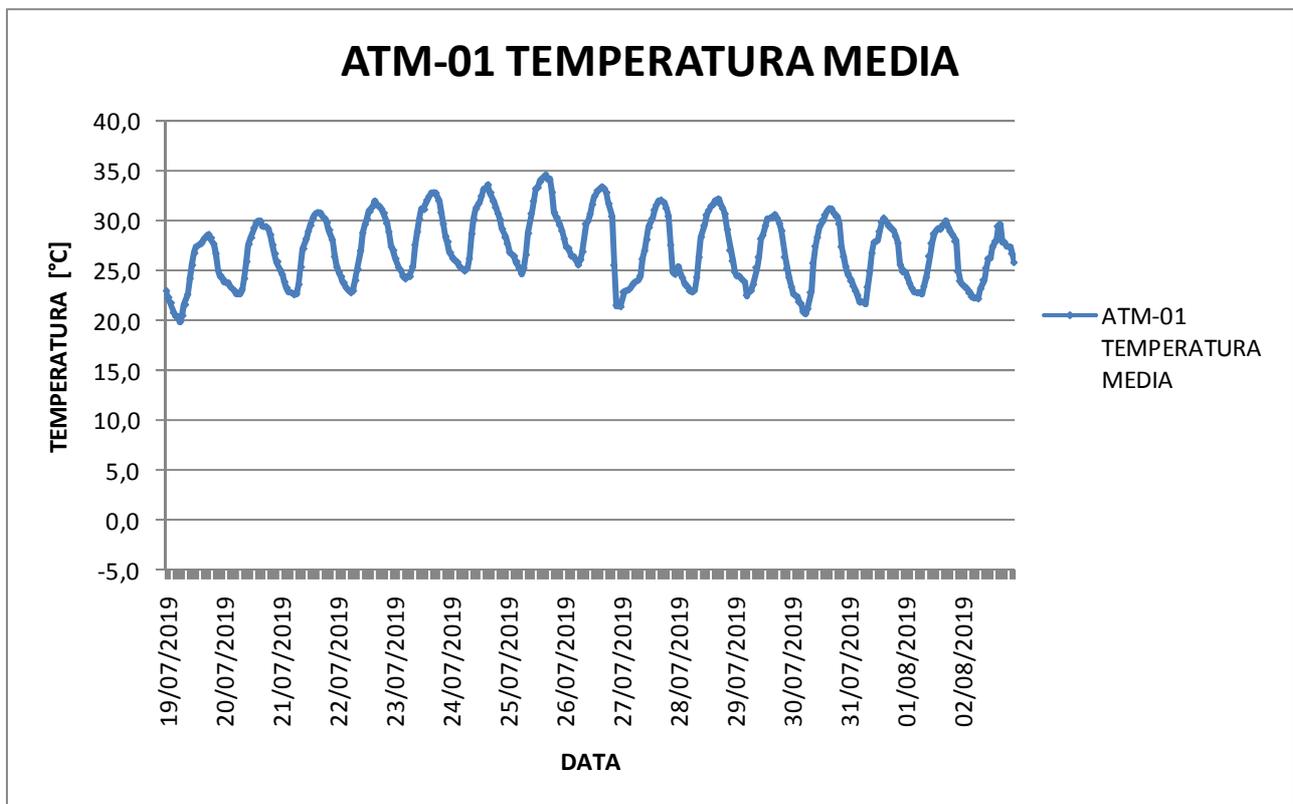


Fig.57. Grafico inerente la temperatura espressa in °C per la stazione ATM-01.

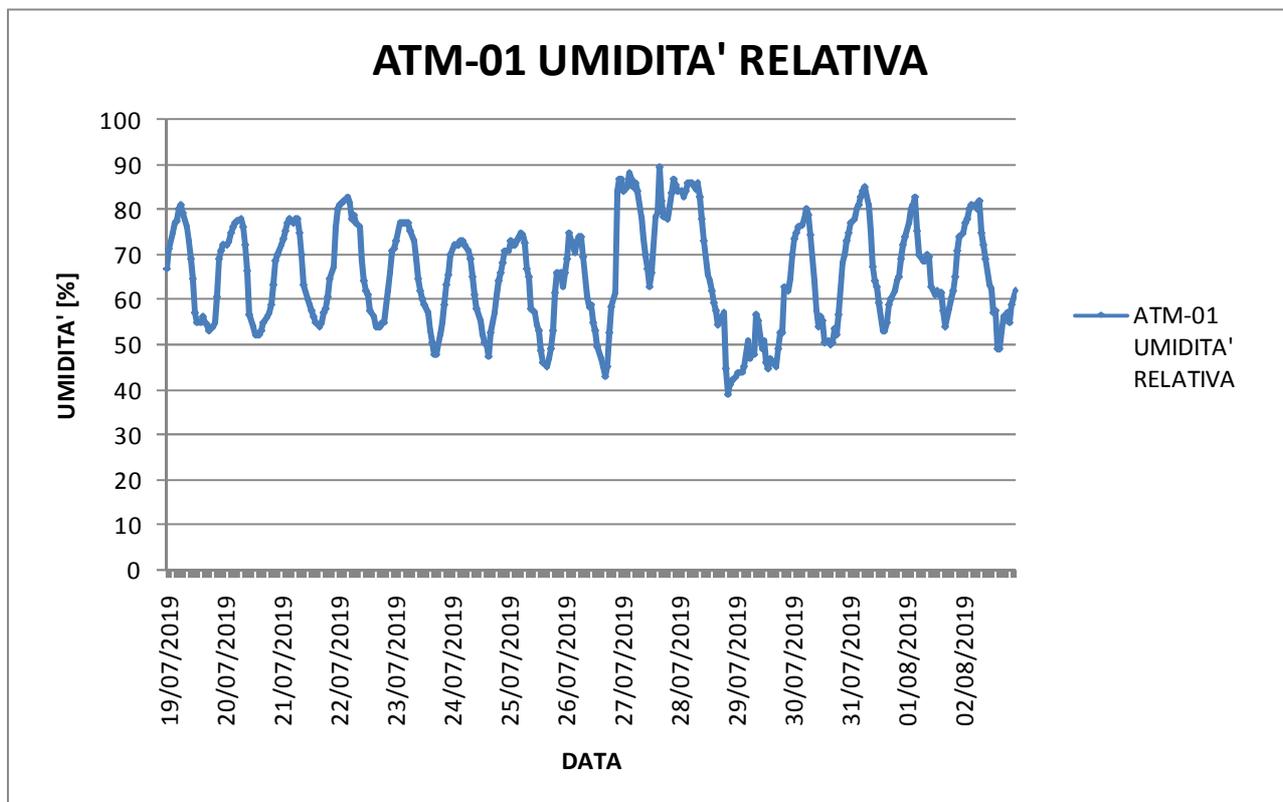


Fig.58. Grafico inerente l'umidità relativa espressa in % per la stazione ATM-01.

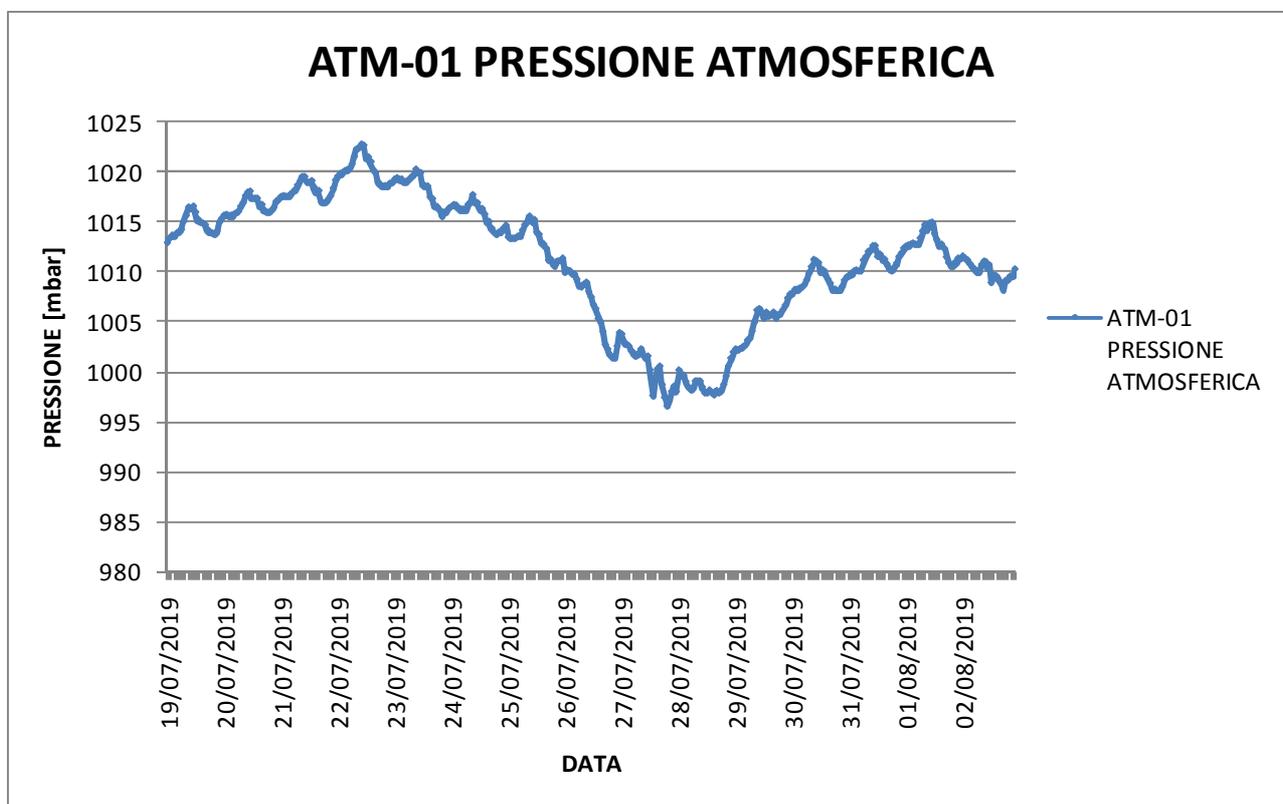


Fig.59. Grafico inerente la pressione atmosferica espressa in millibar per la stazione ATM-01.

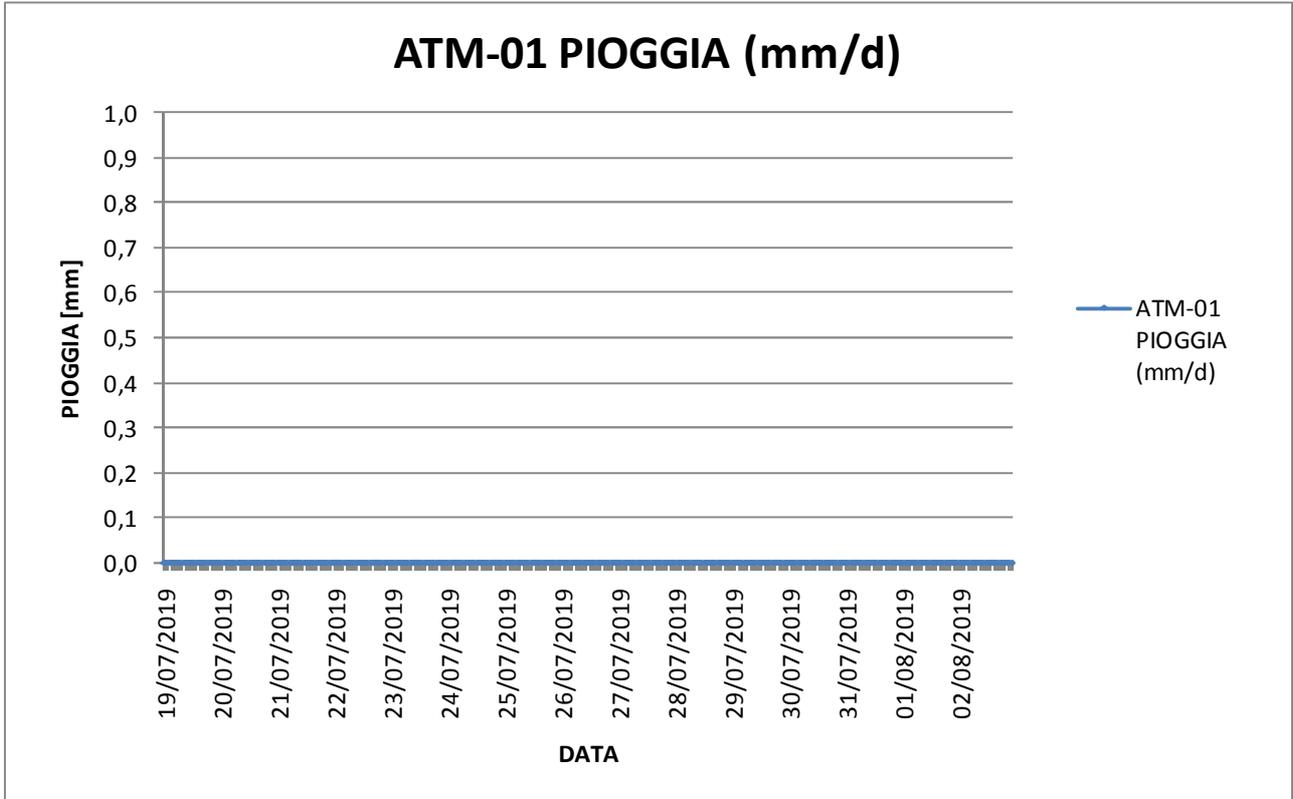


Fig.60. Grafico inerente la pioggia espressa in mm di acqua cumulata per la stazione ATM-01.

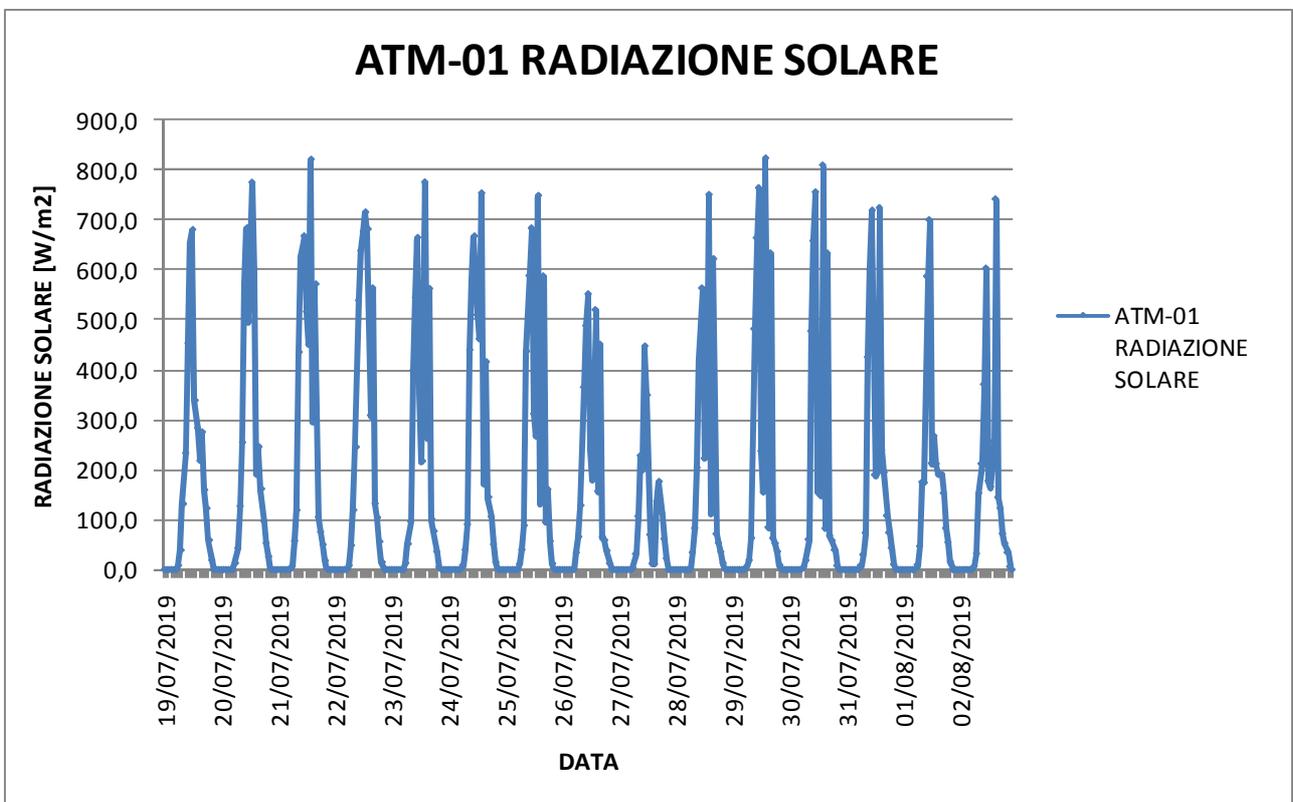


Fig.61. Grafico inerente la radiazione solare globale espressa in W/m² per la stazione ATM-01.

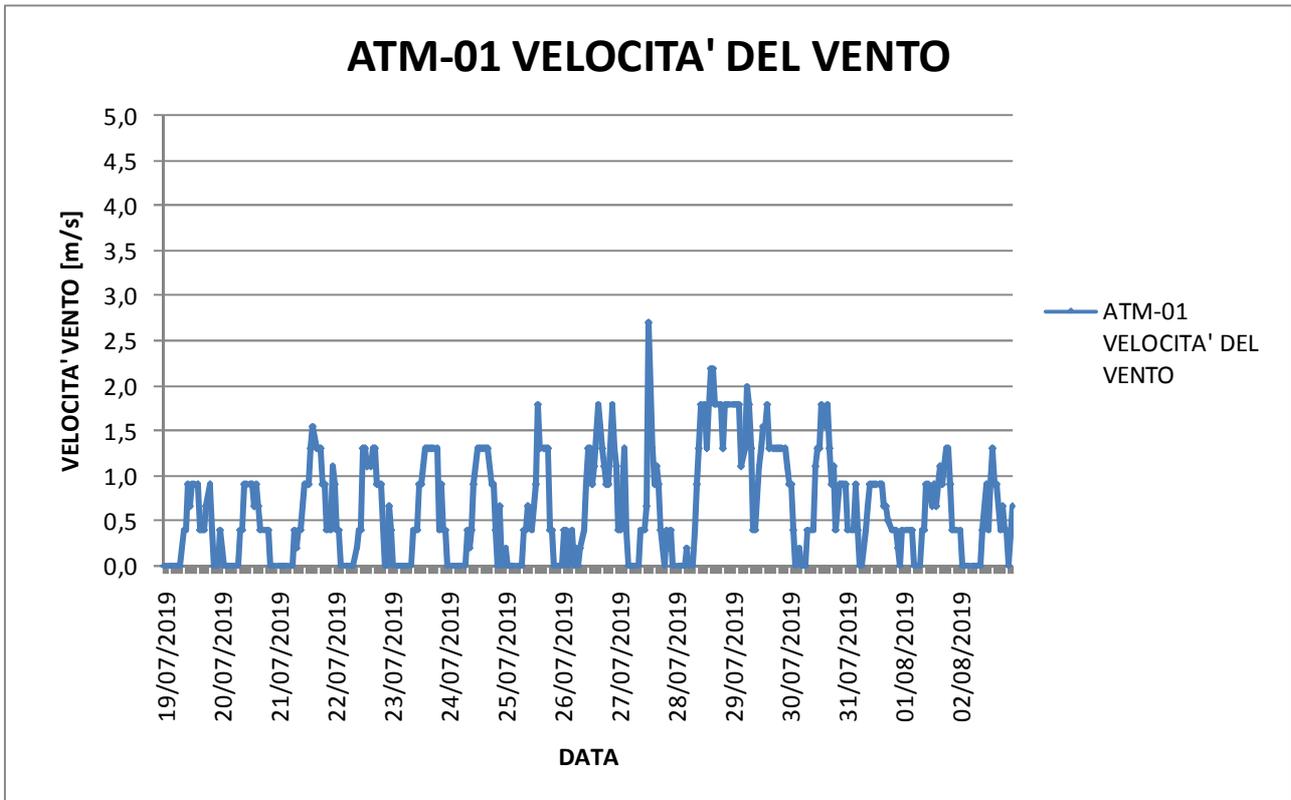


Fig.62. Grafico inerente la velocità del vento espressa in m/s per la stazione ATM-01.

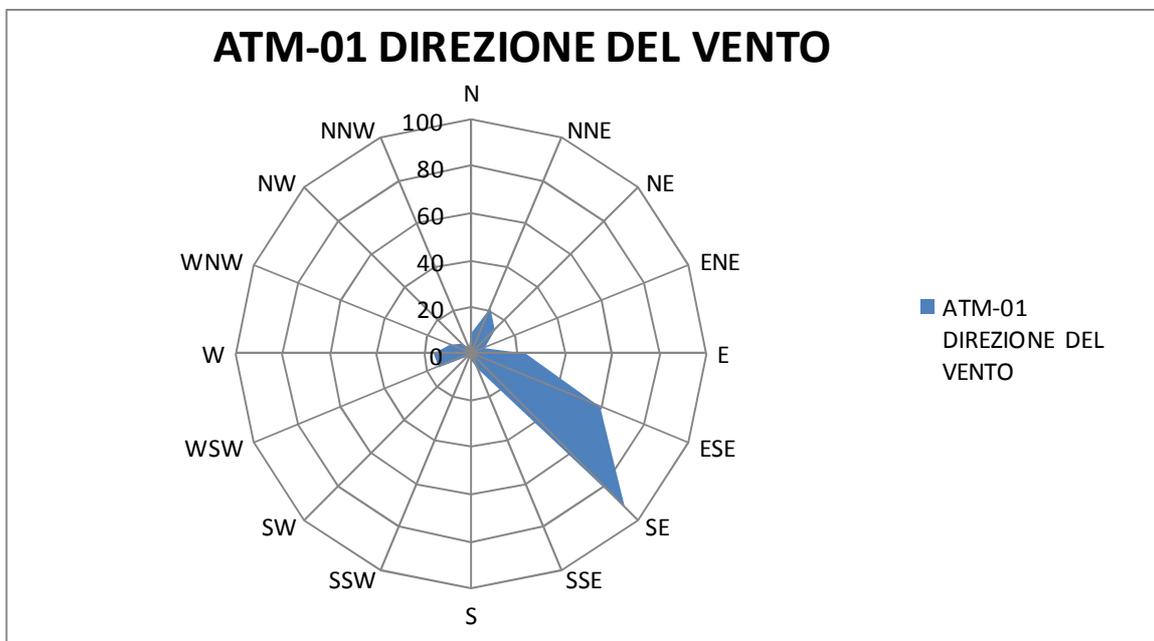


Fig.63. Grafico inerente la direzione del vento espressi in % per la stazione ATM-01.

4.5.2 Stazione ATM-02

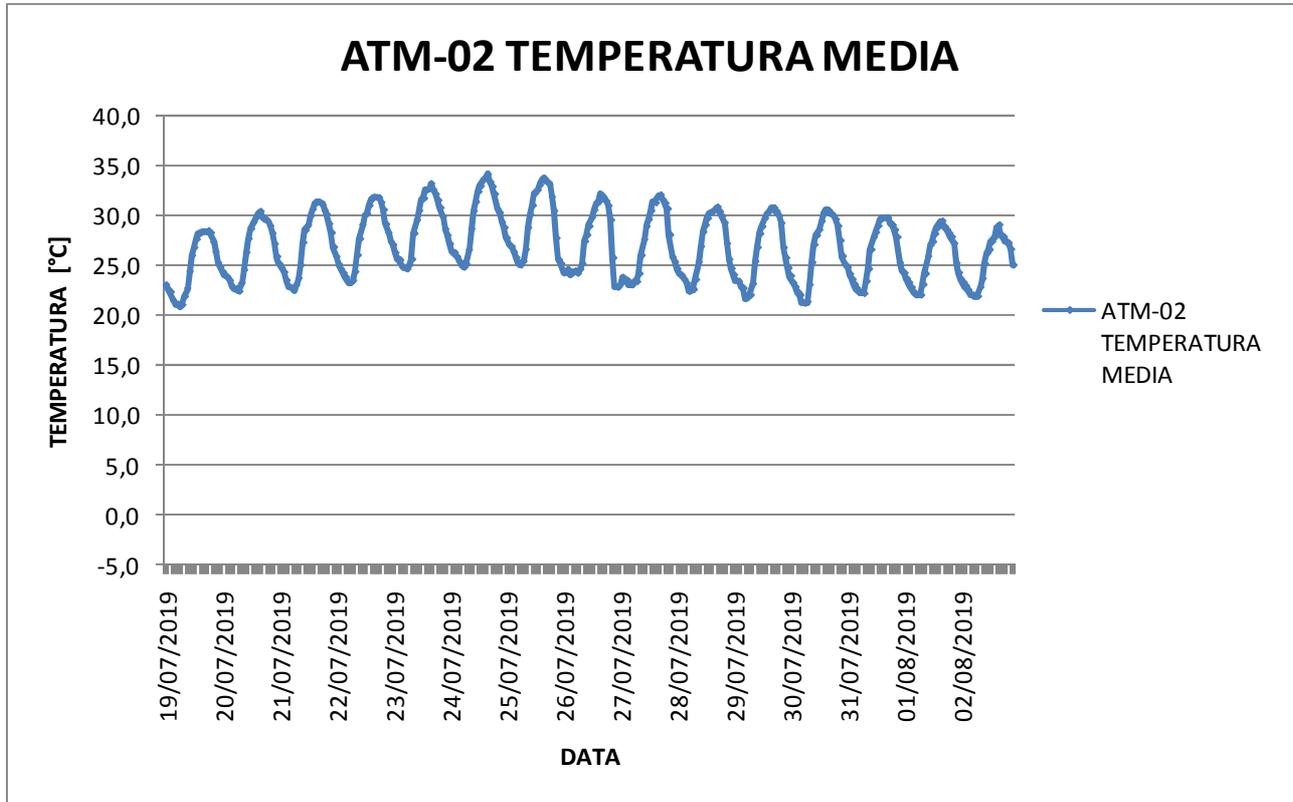


Fig.64. Grafico inerente la temperatura espressa in °C per la stazione ATM-02.

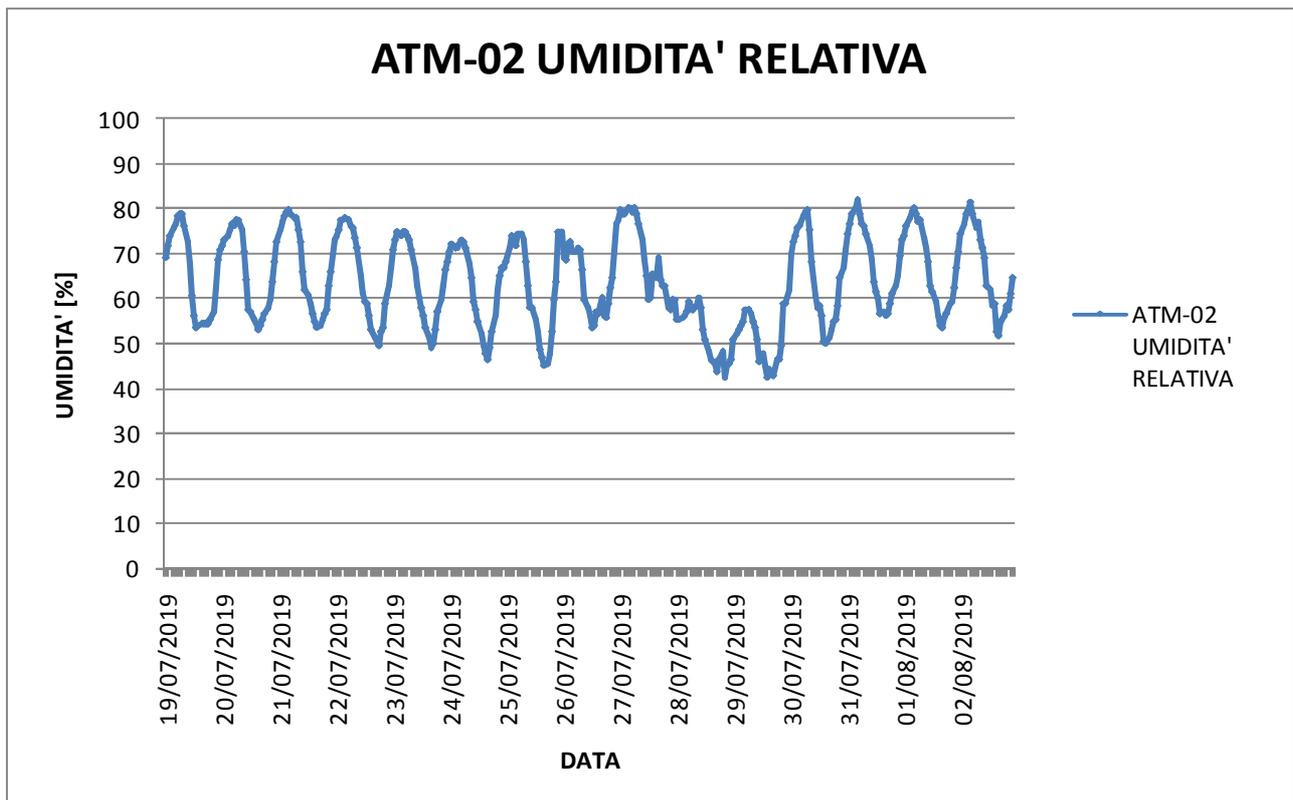


Fig.65. Grafico inerente l'umidità relativa espressa in % per la stazione ATM-02.

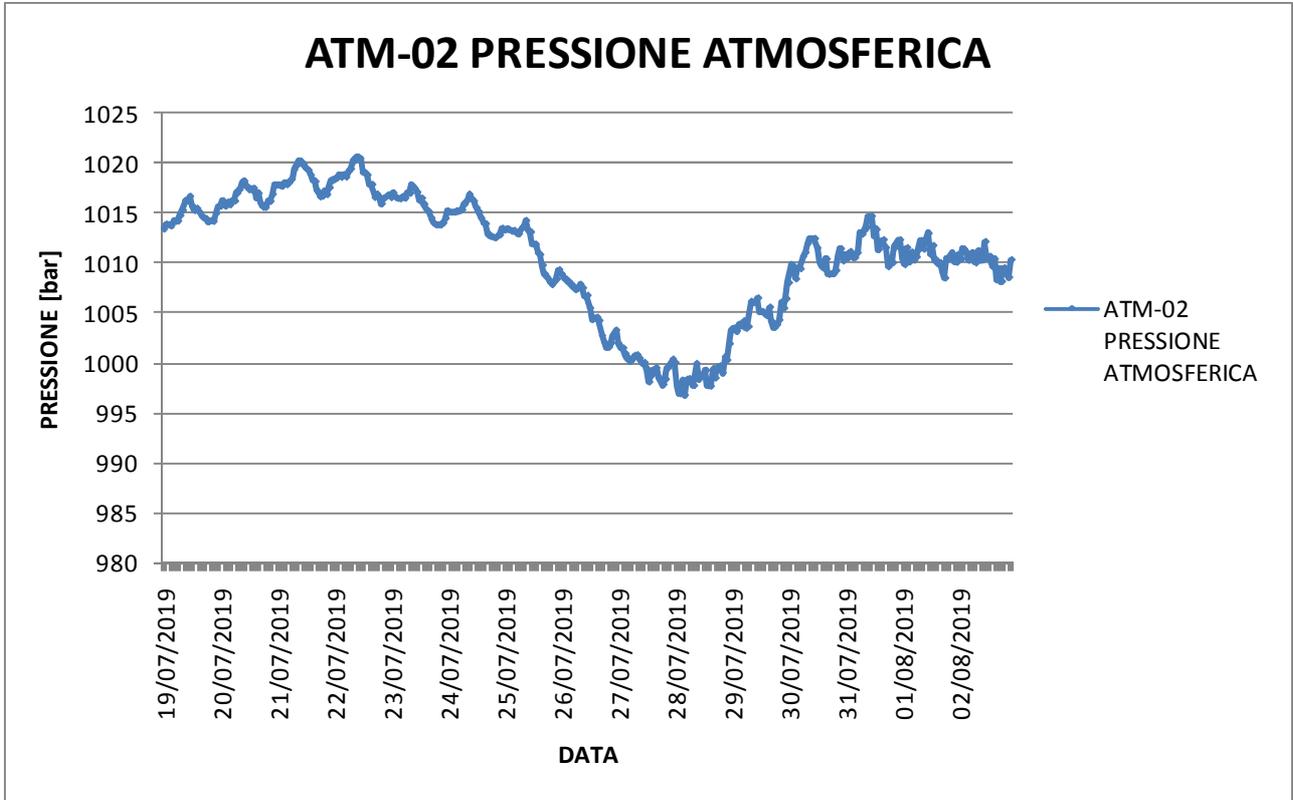


Fig.66. Grafico inerente la pressione atmosferica espressa in millibar per la stazione ATM-02

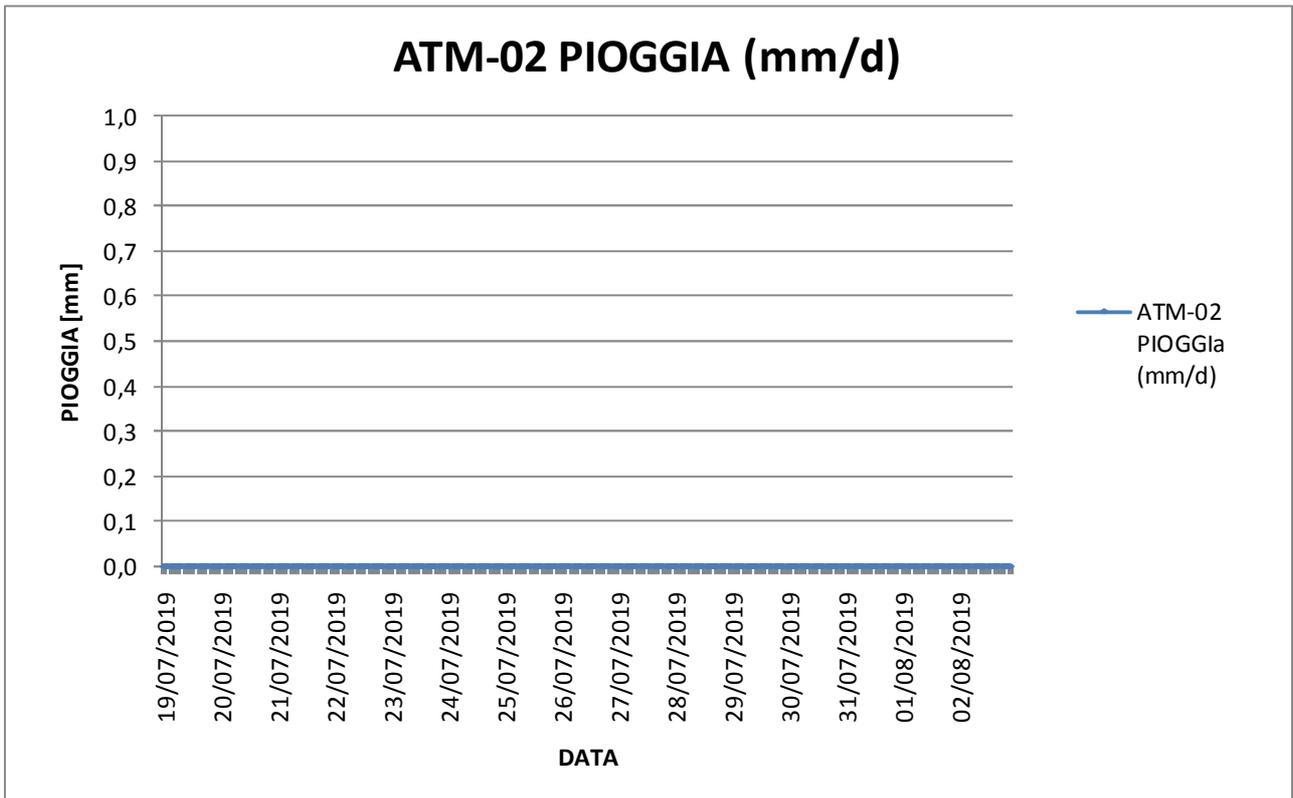


Fig.67. Grafico inerente la pioggia espressa in mm di acqua cumulata per la stazione ATM-02.

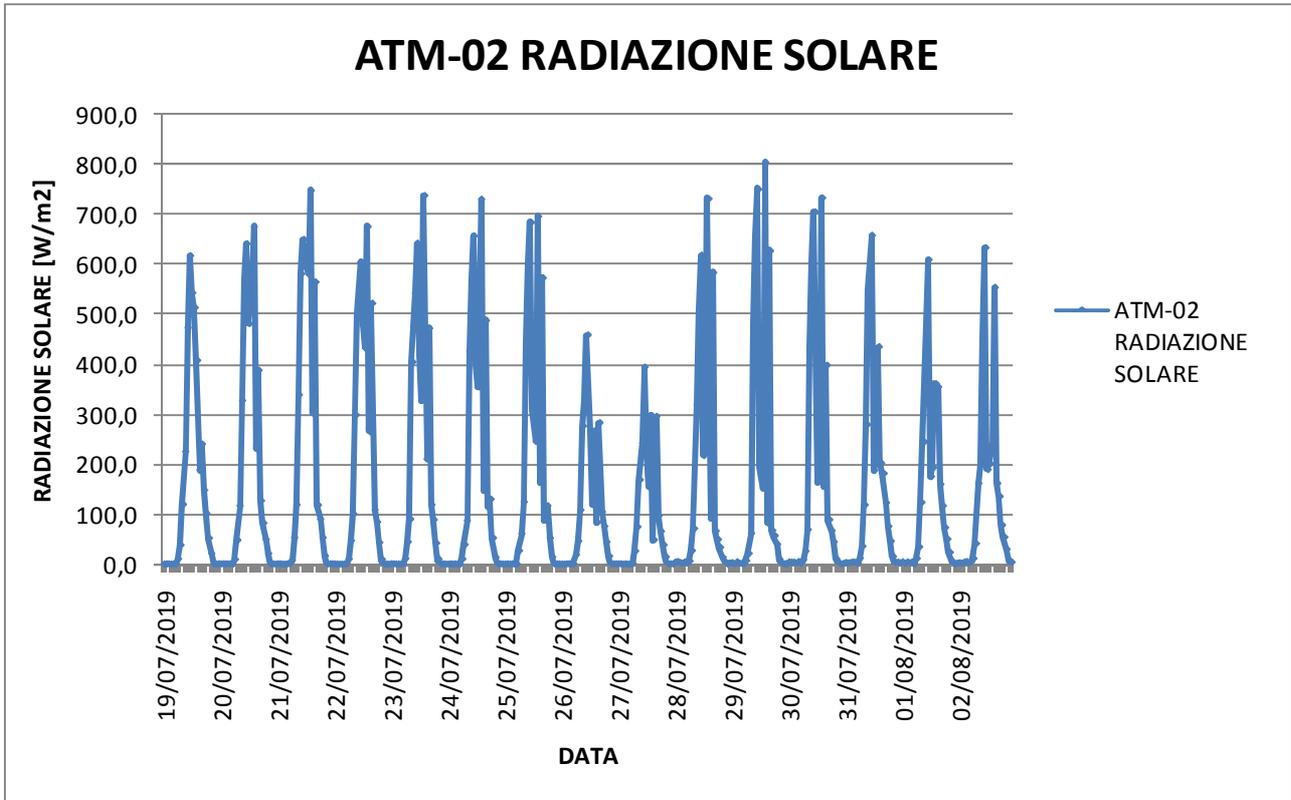


Fig.68. Grafico inerente la radiazione solare globale espressa in W/m^2 per la stazione ATM-02.

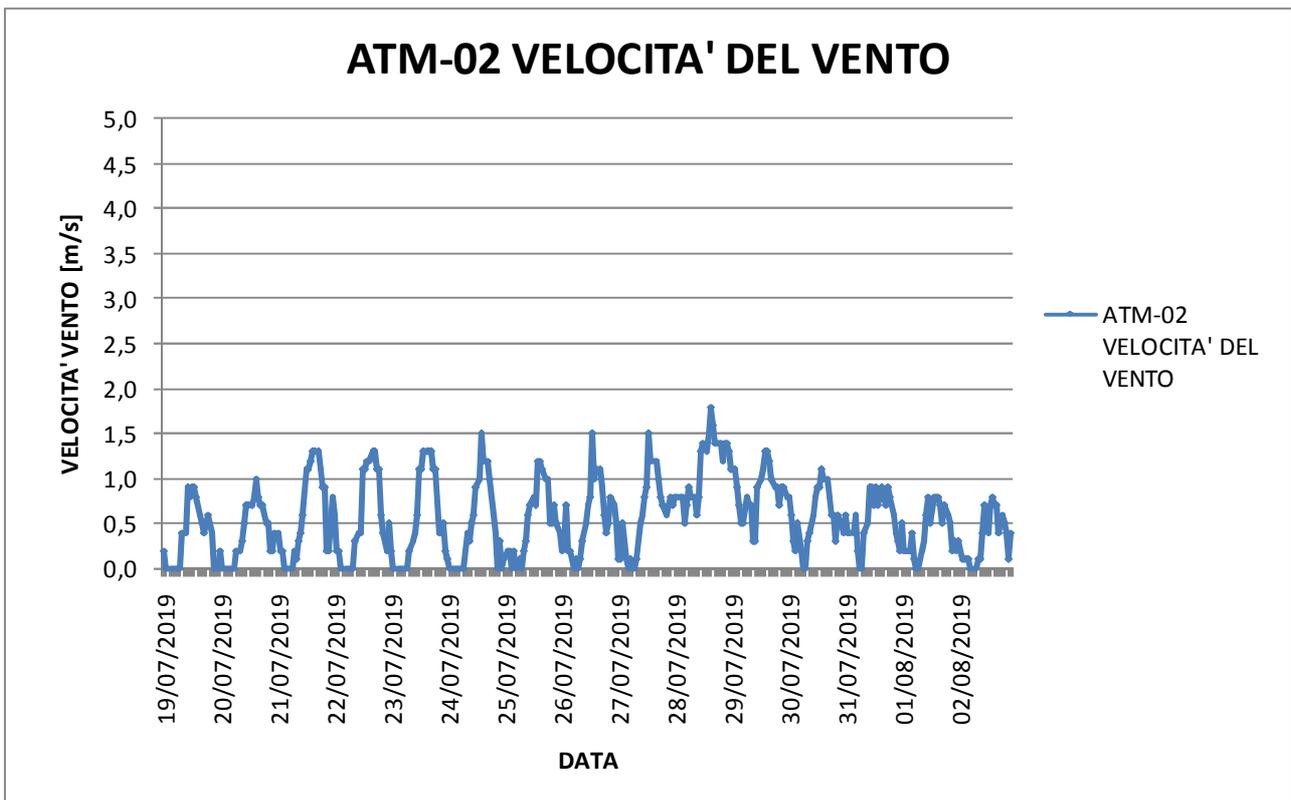


Fig.69. Grafico inerente la velocità del vento espressa in m/s per la stazione ATM-02.

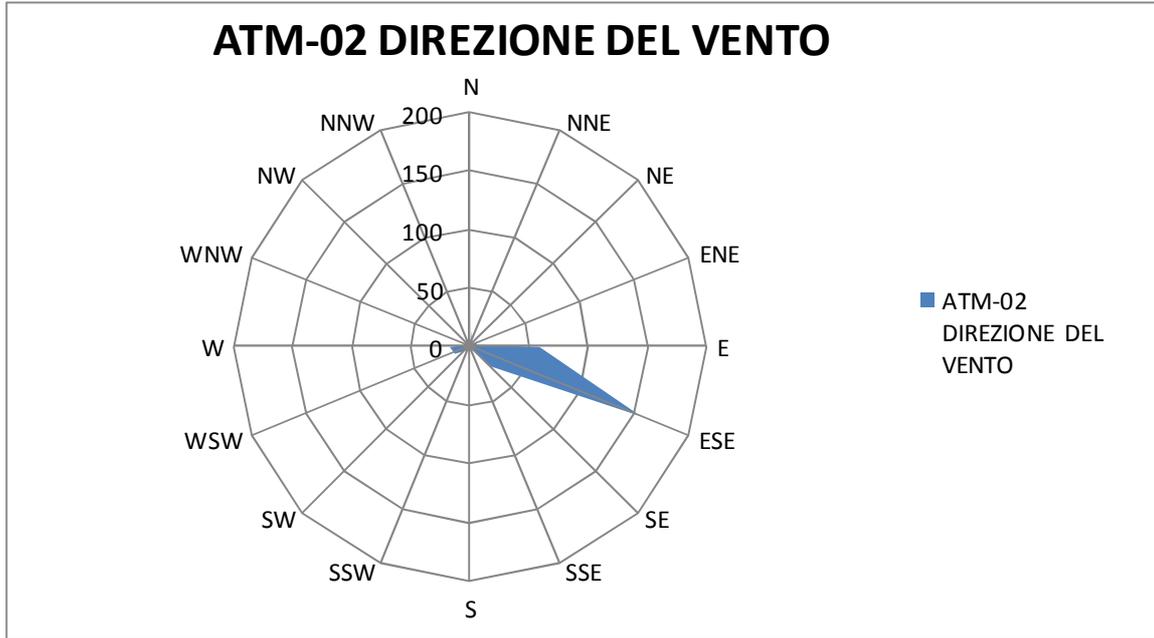


Fig.70. Grafico inerente la direzione del vento espressi in °N per la stazione ATM-02.

4.5.3 Stazione ATM-03

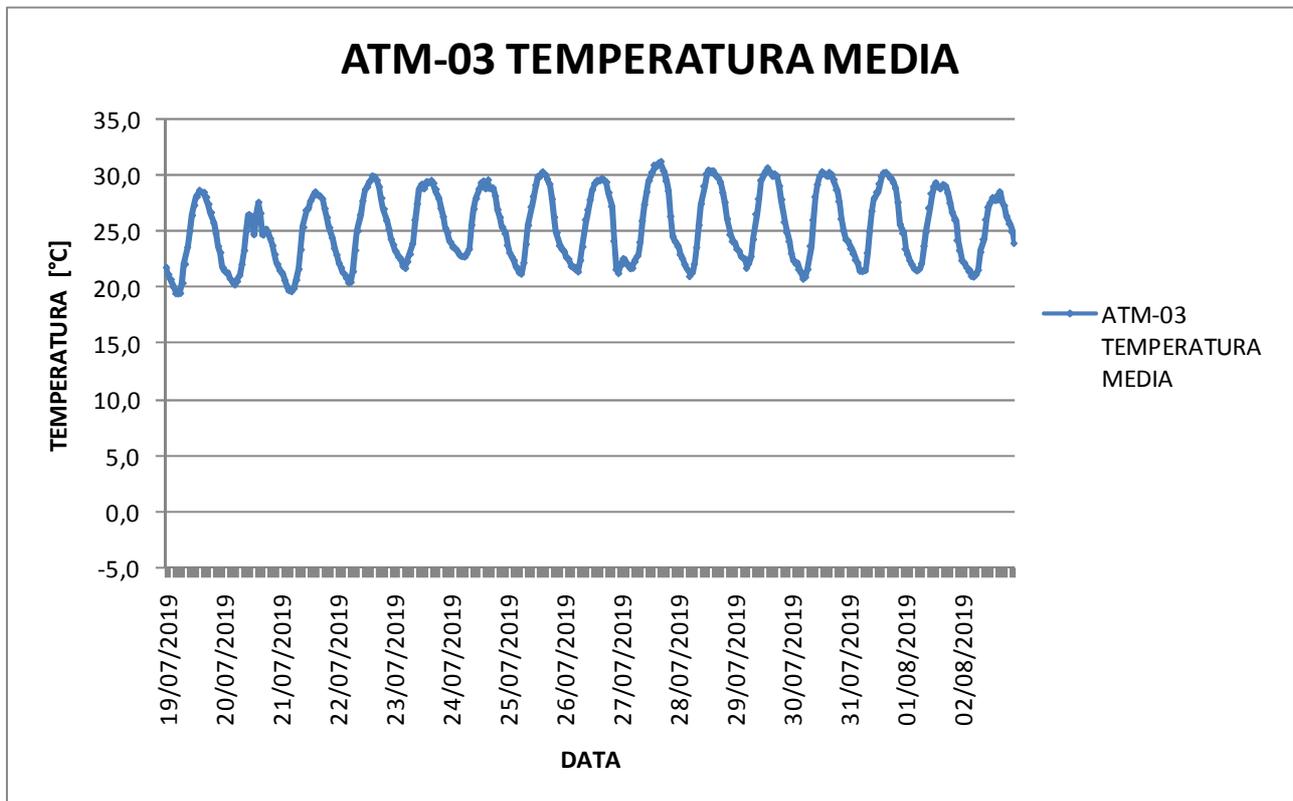


Fig.71. Grafico inerente la temperatura espressa in °C per la stazione ATM-03.

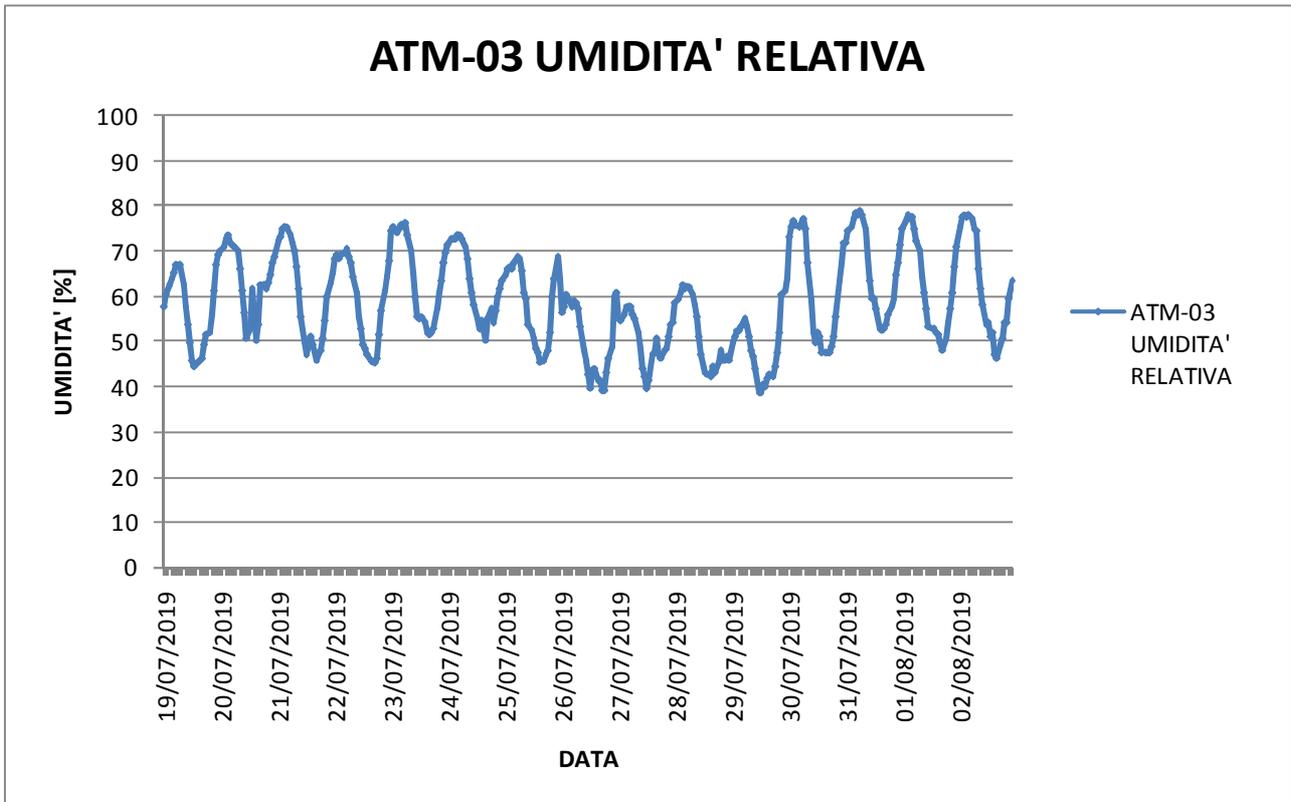


Fig.72. Grafico inerente l'umidità relativa espressa in % per la stazione ATM-03.

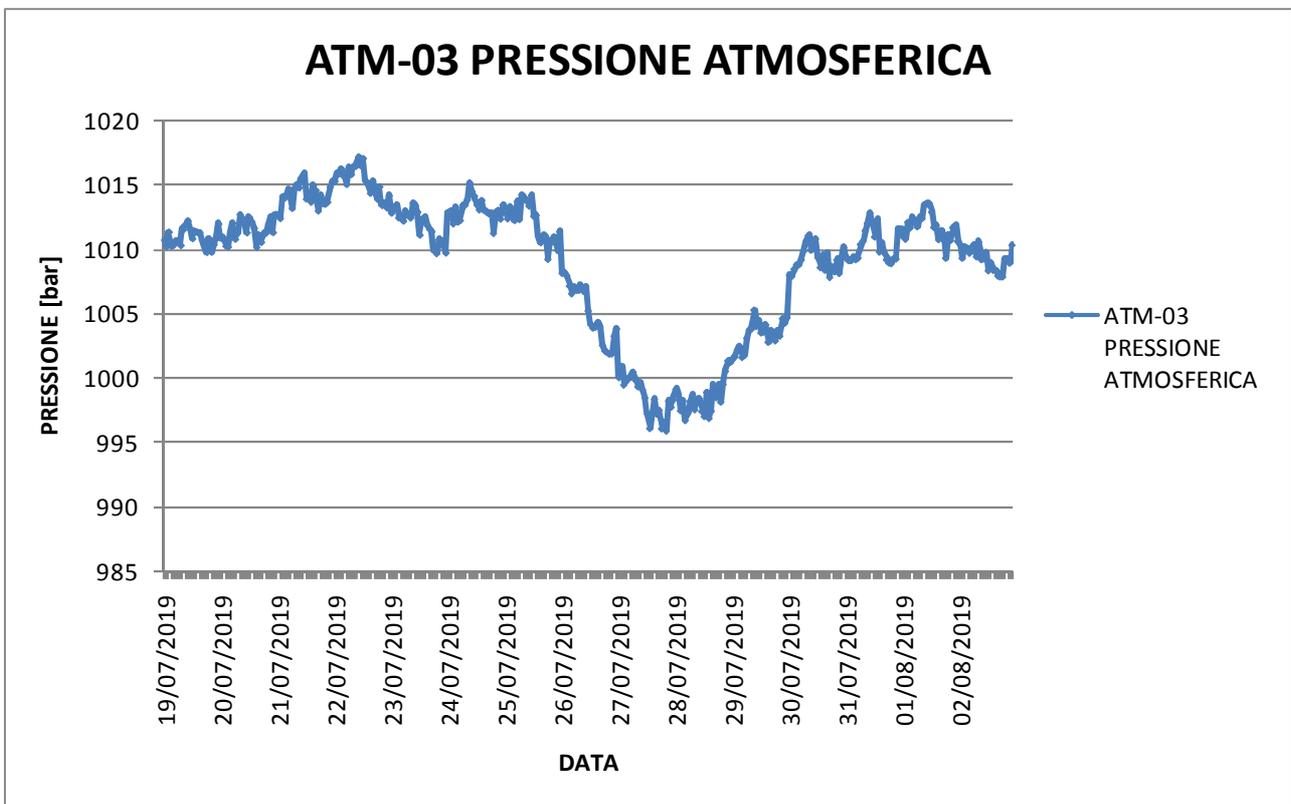


Fig.73. Grafico inerente la pressione atmosferica espressa in millibar per la stazione ATM-03.

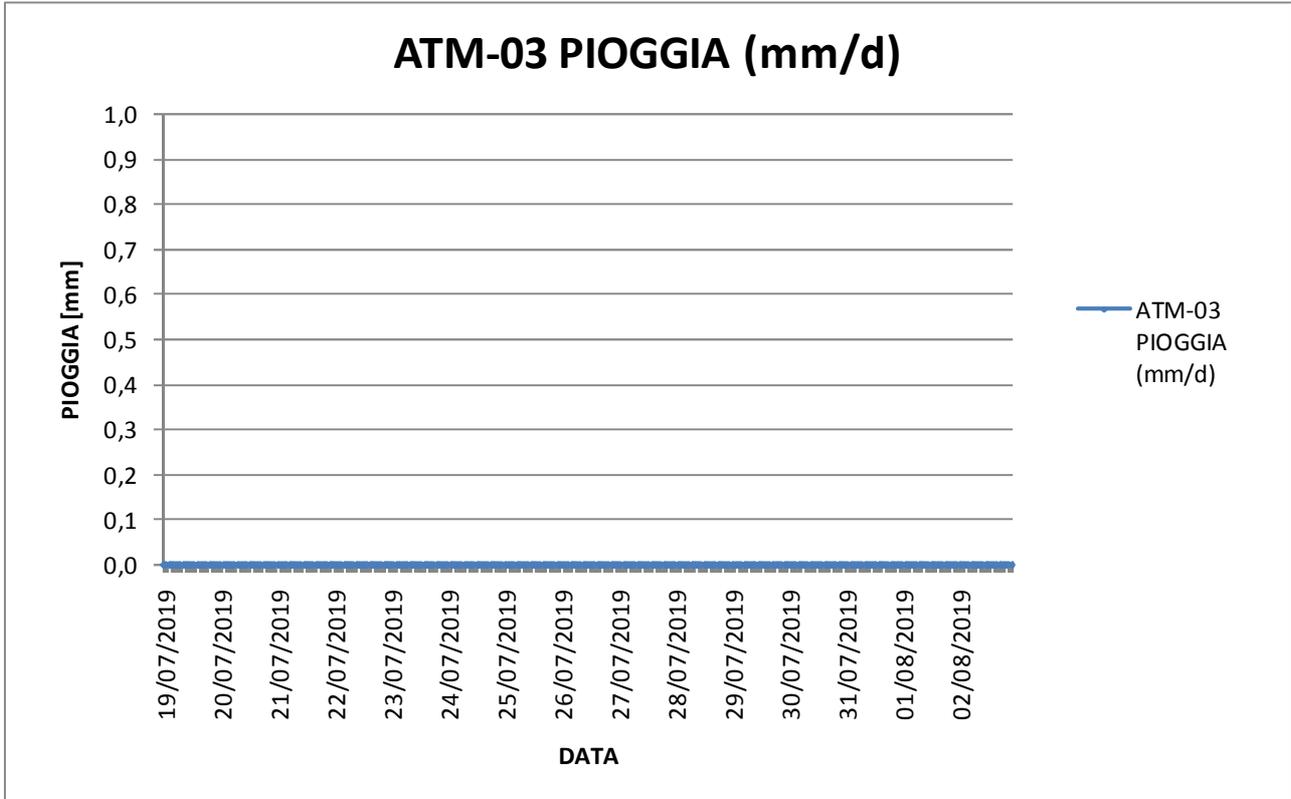


Fig.74. Grafico inerente la pioggia espressa in mm di acqua cumulata per la stazione ATM-03.

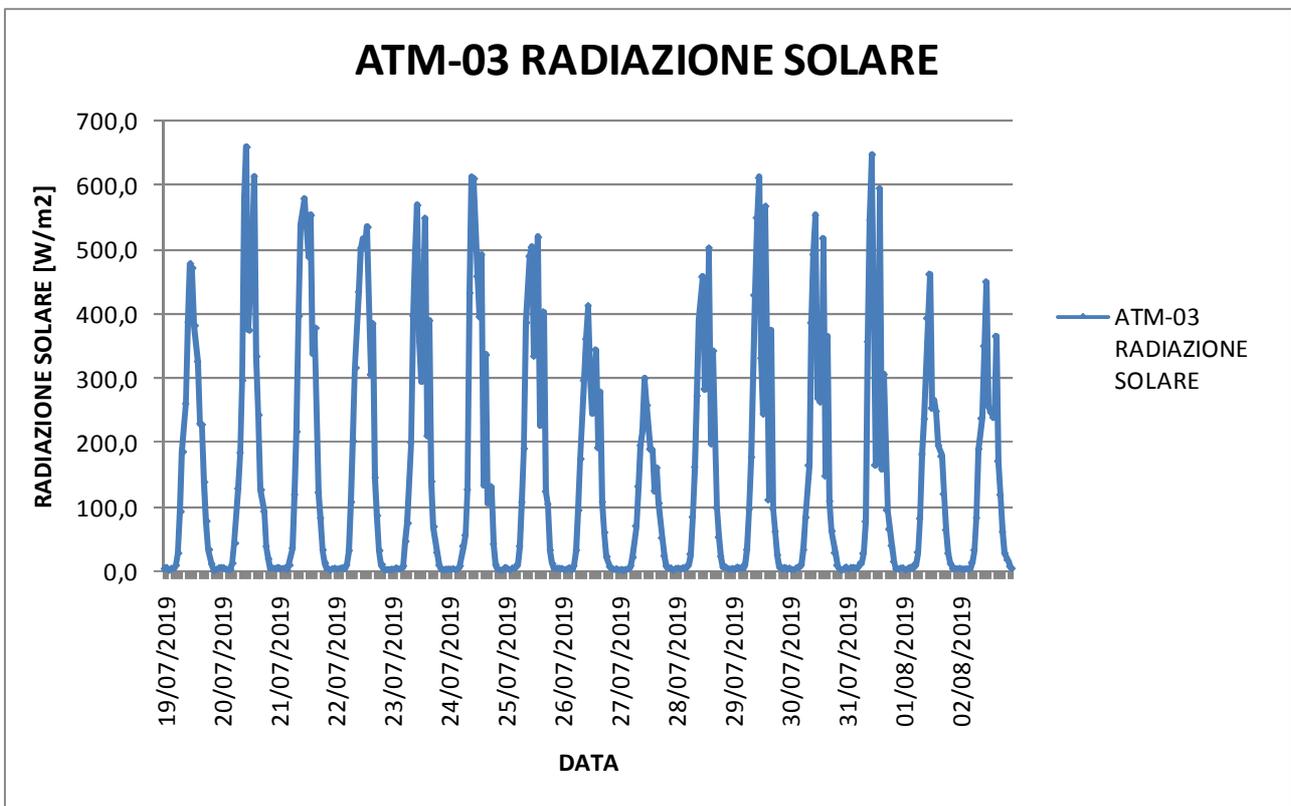


Fig.75. Grafico inerente la radiazione solare globale espressa in W/m^2 per la stazione ATM-03.

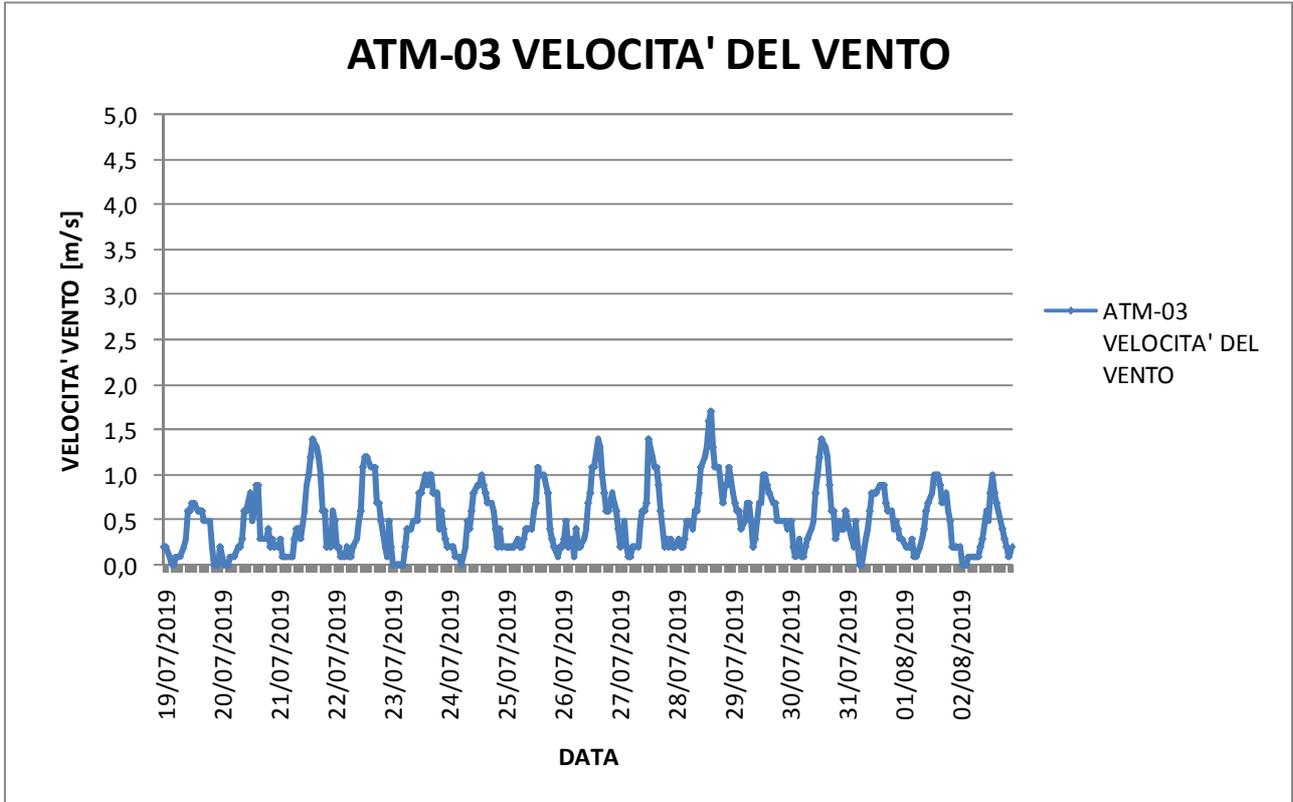


Fig.76. Grafico inerente la velocità del vento espressa in m/s per la stazione ATM-03.

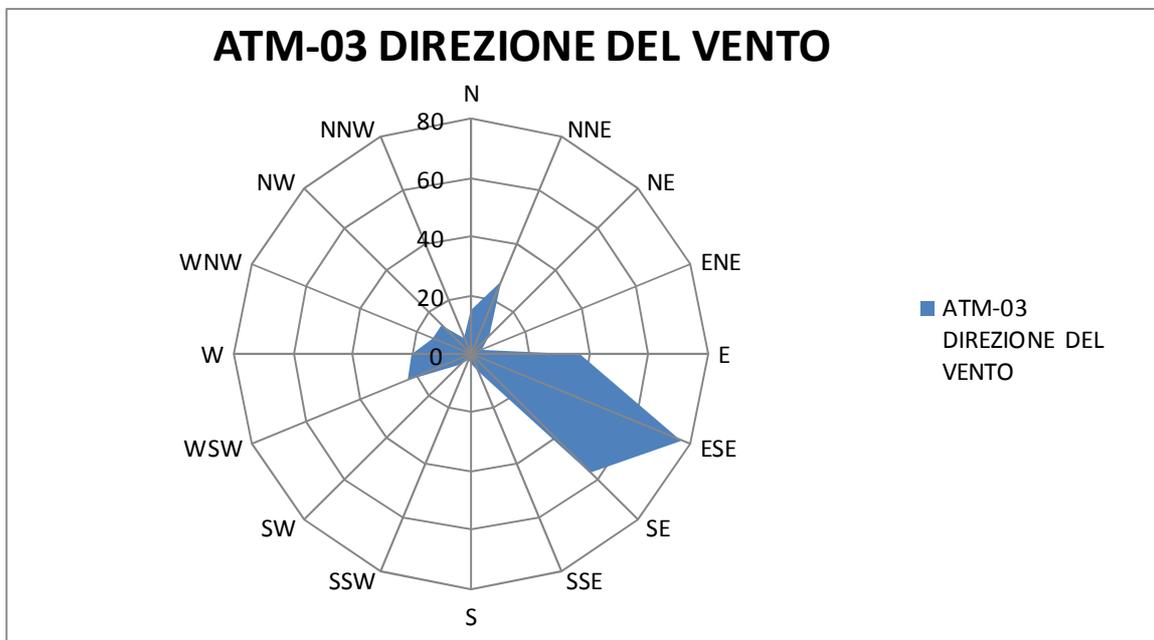


Fig.77. Grafico inerente la direzione del vento espressi in % per la stazione ATM-03.

4.5.4 Commenti ai risultati

Dall'elaborazione dei dati meteo per le 3 stazioni non si evincono particolarità da segnalare. Infatti, non si osservano differenze sostanziali fra i 3 punti, né si sono registrati eventi peculiari.

	MONITORAGGIO AMBIENTALE FASE CORSO D'OPERA INGRESSO URBANO DELL'INTERCONNESSIONE DI BRESCIA OVEST					
	COMPONENTE MONITORAGGIO ATMOSFERA – RELAZIONE C.O. XXI	PROGETTO IN46	LOTTO 00 E 22	CODIFICA RH	DOCUMENTO AR00C1 19G	REV. A

5 CONCLUSIONI

Il monitoraggio in oggetto è stato svolto dal 19 luglio al 2 agosto 2019, presso 1 sezione di monitoraggio ubicata lungo il tratto ferroviario oggetto del progetto “dell’Ingresso Urbano dell’interconnessione di Brescia Ovest”. La sezione è costituita da 2 punti di monitoraggio di tipo influenzato (denominati ATM-01 e ATM-02, punti ubicati nei pressi delle aree di cantiere ed interessati direttamente dalle stesse) e da un terzo punto, di tipo non influenzato (denominato ATM-03, ubicato in un’area non interessata direttamente dalle lavorazioni di cantiere e comune ad entrambe le sezioni di misura).

Nei grafici e tabelle sopra riportati sono stati considerati i dati rilevati durante la campagna di monitoraggio in relazione ai limiti previsti dal riferimento normativo vigente, rappresentato per il parametro PM10 dal D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.. Come si evince dall’analisi dei risultati non si sono rilevati superamenti del limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) per nessuno dei tre punti di monitoraggio. Durante il monitoraggio si sono rilevati valori medi ampiamente inferiori a suddetto limite. Per quanto riguarda il parametro PM10, i valori massimi rilevati sono stati $26,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il punto di monitoraggio ATM-01 (26/07/2019), $35,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il punto di monitoraggio ATM-02 (25/07/2019) e $39,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il punto di monitoraggio ATM-03. Per quanto concerne invece il parametro PM2,5, i valori massimi rilevati sono stati $25,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il punto di monitoraggio ATM-01 (26/07/2019), $21,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il punto di monitoraggio ATM-02 (25/07/2019) ed $21,9$ per il punto ATM-03 (23/07/2019).

Dal confronto con le centraline ARPA si rileva che i valori delle concentrazioni PM10 riscontrati nelle due centraline ATM sono in linea con la stazione Broletto e hanno valori quasi sempre inferiori.

Raffrontando tali dati con quelli relativi alla precedente campagna (eseguita in primavera), si osserva complessivamente un aumento dei valori di concentrazione delle polveri, fenomeno riconducibile alle condizioni meteo climatiche rilevate quali, assenza di pioggia, diminuzione dell’intensità del vento, direzione di provenienza del vento ed alti valori di pressione atmosferica che impediscono il rimescolamento verticale degli strati di aria più prossimi al suolo. In particolare, in concomitanza di una diminuzione della pressione si è registrato allo stesso tempo anche un calo delle concentrazioni di polveri.

Anche in merito ai metalli su PM10 (Cu, Zn, Pb, Ni, Cd, Cr, Mn, Hg, As, Al), non si riscontrano superamenti, ma in diversi casi valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale.

Procedendo con la ricerca degli elementi terrigeni sulle diverse frazioni di particolato, si è dedotto che la composizione del particolato depositato è abbastanza simile tra le 2 stazioni di monitoraggio ed in percentuale maggioritaria costituita da silicio, ferro e calcio, provenienti principalmente da suolo e rocce.

La valutazione della distribuzione granulometrica sulle classi dimensionali ha permesso un confronto tra particelle fini e grossolane, evidenziando che il rapporto tra il particolato grossolano e fine rimane pressoché costante per tutta la durata del monitoraggio su tutte e 3 le stazioni.

Dall’elaborazione dei dati meteo per le 3 stazioni non si evincono particolarità da segnalare.

In conclusione, sulla base dei dati registrati nella presente campagna non si sono rilevati eventi particolari (quali superamenti di valori limite) da segnalare, né significativi scostamenti rispetto a quanto misurato nelle precedenti campagne di monitoraggio.