

CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

COMUNE DI DESENZANO DEL GARDA

06 luglio 2013 – 15 ottobre 2013
16 ottobre 2013 – 27 febbraio 2014



Autori:
Giorgio Siliprandi
Francesco Bonisoli

Campagna di Misura della Qualità dell'Aria

COMUNE DI DESENZANO DEL GARDA

Gestione e manutenzione tecnica della strumentazione:

Lorenzo Mari, Tommaso Satti, Rosetta Pagliuso

Testo ed elaborazione dei dati:

Giorgio Siliprandi, Francesco Bonisoli

Hanno inoltre collaborato:

Enrico Bicelli

Visto

Il Responsabile dell'U.O. CRMQA

Vorne Gianelle

Campagna di Misura della Qualità dell'Aria

COMUNE DI DESENZANO DEL GARDA

Sommario

Introduzione	4
I principali inquinanti atmosferici	5
Normativa	9
Misure e strumentazione	11
Sito di misura	12
Emissioni sul territorio	16
Situazione meteorologica nel periodo di misura	25
Andamento degli inquinanti	61
Birossido di Zolfo	61
Monossido di Carbonio	65
Ossidi di Azoto	69
Ozono	80
PM10	87
Conclusioni	100
Allegati	101
Dati orari	101
Dati giornalieri PM10	200
Dati giornalieri PM10 presso Stadio	202
Dati giornalieri PM10 presso Rivoltella del Garda	203

Introduzione

Il comune di Desenzano del Garda si estende su una superficie di circa 60,1 Km² ed è situato a circa 30 km ad est rispetto al territorio del comune capoluogo di provincia, nei pressi della direttrice autostradale e ferroviaria Milano-Venezia; risulta avere una popolazione pari a 28312 abitanti secondo gli ultimi dati ISTAT. Il centro abitato principale si estende sulla riva sud-sud-ovest del lago di Garda caratterizzando l'attitudine e la fruibilità turistica della zona.

Dal punto di vista altitudinale il territorio è caratterizzato da modestissimi rilievi rappresentanti prime propaggini di colline moreniche con punte massime di circa 120 m s.l.m.. La vicinanza del lago fa in modo che nella zona insistano venti costanti per cui risultano meno frequenti i periodi di calma di vento.

Le principali vie di comunicazione presenti intorno all'abitato di Desenzano sono: l'autostrada Milano-Venezia A4 e l'attigua ferrovia, la strada statale 11 a sud; la strada statale 572 di Salò a ovest, la strada che costeggia il lago fino a Sirmione a nord, infine la strada provinciale 13 a est. Le citate vie di comunicazione circondano l'agglomerato urbano con distanze massime di 3-4 km.

La zonizzazione del territorio regionale prevista dal D.Lgs. 155 del 13 agosto 2010, recepita da Regione Lombardia con la DGR 2605/2011, pone il territorio del Comune di Desenzano del Garda all'interno della zona A: Pianura ad elevata urbanizzazione; tale zona è caratterizzata da alta densità abitativa e da elevate emissioni di PM10 e NOx.

Il monitoraggio è stato finalizzato a rispondere alla richiesta del Comune di Desenzano del Garda di avere informazioni sullo stato di qualità dell'aria in diversi siti all'interno dell'area urbanizzata rispetto a quanto rilevato nelle centraline fisse appartenenti alla rete regionale di rilevamento; ciò per poter identificare più specificamente e puntualmente differenze rispetto al territorio circostante, anche in relazione alla zonizzazione regionale attribuita.

Tenendo in considerazione quanto sopra esposto, sul territorio comunale di Desenzano del Garda è stata effettuata una campagna di misura della qualità dell'aria condotta nei seguenti periodi e siti:

- dal 06/07/2013 al 15/10/2013 periodo estivo presso via Michelangelo
- dal 16/10/2013 al 16/12/2013 periodo invernale presso via Michelangelo
- dal 12/07/2013 al 29/08/2013 periodo estivo tramite campionatore di polveri presso lo stadio
- dal 21/12/2013 al 27/02/2014 periodo invernale presso via Marconi
- dal 22/08/2014 al 21/10/2014 periodo estivo tramite campionatore di polveri presso località Rivoltella
- dal 31/12/2014 al 02/02/2015 periodo invernale tramite campionatore di polveri presso località Rivoltella

I principali inquinanti atmosferici

Gli inquinanti che si trovano dispersi in atmosfera possono essere divisi schematicamente in due gruppi: inquinanti primari e inquinanti secondari. I primi sono emessi nell'atmosfera direttamente da sorgenti di emissione antropogeniche o naturali, mentre gli altri si formano in atmosfera in seguito a reazioni chimiche che coinvolgono altre specie, siano esse primarie o secondarie.

Le concentrazioni di un inquinante primario dipendono significativamente dalla distanza tra il punto di misura e le sorgenti, mentre le concentrazioni di un inquinante secondario, essendo prodotto dai suoi precursori già dispersi nell'aria ambiente, risultano in genere diffuse in modo più omogeneo sul territorio.

Si descrivono di seguito le caratteristiche degli inquinanti atmosferici misurati con il laboratorio mobile.

Il biossido di zolfo (SO_2)

Il biossido di zolfo, un tempo denominato anidride solforosa, è un gas incolore. Qualora presente in concentrazioni elevate, quali ad esempio quelle utilizzate per la conservazione di alimenti, risulta di odore pungente, irritante e molto solubile in acqua. La presenza in aria di SO_2 è da ricondursi alla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo utilizzati per lo più per la produzione di energia elettrica o termica; tracce di biossido di zolfo possono essere presenti anche nelle emissioni autoveicolari che utilizzano combustibili meno raffinati. Il biossido di zolfo è quindi un inquinante primario emesso per lo più a quota "camino". Dal 1970 ad oggi la tecnologia ha reso disponibili combustibili con tenore di zolfo sempre più basso, il cui utilizzo è stato imposto dalla normativa. Le concentrazioni di biossido di zolfo rispettano così i limiti legislativi previsti già da diversi anni. Inoltre, grazie al passaggio degli impianti di riscaldamento al gas naturale, le concentrazioni si sono ulteriormente ridotte. Sporadici episodi a concentrazioni più elevate possono talvolta verificarsi nei pressi degli impianti di raffinazione dei combustibili in conseguenza di problemi impiantistici.

Gli ossidi di azoto (NO e NO_2)

Gli ossidi di azoto (nel complesso indicati anche come NO_x) sono emessi direttamente in atmosfera dai processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

All'emissione, gran parte degli NO_x è in forma di monossido di azoto (NO), con un rapporto NO/NO_2 notevolmente a favore del primo. Si stima che il contenuto di biossido di azoto (NO_2) nelle emissioni sia tra il 5% e il 10% del totale degli ossidi di azoto. L'NO, una volta diffusosi in atmosfera, può ossidarsi e portare alla formazione di NO_2 . L'NO è quindi un inquinante primario mentre l' NO_2 ha caratteristiche prevalentemente di inquinante secondario.

Il monossido di azoto (NO) non è soggetto a limiti alle immissioni in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente. Se ne misurano comunque i livelli poiché esso, attraverso la sua ossidazione in NO_2 e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce, tra l'altro, alla produzione di ozono troposferico. Per il biossido di azoto sono invece previsti valori limite illustrati nel capitolo successivo relativo alla normativa.

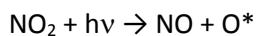
Il monossido di carbonio (CO)

Ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine, soprattutto nelle aree urbane, è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai

veicoli a benzina. Le emissioni di CO dai veicoli sono maggiori in fase di accelerazione e di traffico congestionato. Si tratta quindi di un inquinante primario e le sue concentrazioni sono strettamente legate ai flussi di traffico locali, e gli andamenti giornalieri rispecchiano tipicamente quelli del traffico, raggiungendo i massimi valori in concomitanza delle ore di punta a inizio e fine giornata, soprattutto nei giorni feriali. Durante le ore centrali della giornata i valori tendono a calare, grazie anche a una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera. È da sottolineare che le concentrazioni di CO sono ormai prossime al limite di rilevabilità degli analizzatori con le caratteristiche indicate dalla normativa, soprattutto grazie al progressivo miglioramento della tecnologia dei motori a combustione.

L'ozono (O_3)

È un inquinante secondario, che non ha sorgenti emissive dirette di rilievo. La sua formazione avviene in seguito a reazioni chimiche in atmosfera tra i suoi precursori (soprattutto ossidi di azoto e composti organici volatili), reazioni che avvengono in presenza di alte temperature e forte irraggiamento solare. Queste reazioni portano alla formazione di un insieme di diversi composti, tra i quali, oltre all'ozono, nitrati e solfati (costituenti del particolato fine), perossiacetilnitrato (PAN), acido nitrico e altro ancora, che nell'insieme costituiscono il tipico inquinamento estivo detto smog fotochimico. A differenza degli inquinanti primari, le cui concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità dello stesso inquinante emesse dalle sorgenti presenti nell'area, la formazione di ozono è quindi più complessa. La chimica dell'ozono ha come punto di partenza la presenza di ossidi di azoto, che vengono emessi in grandi quantità nelle aree urbane. Sotto l'effetto della radiazione solare, la formazione di ozono avviene in conseguenza della fotolisi del biossido di azoto:

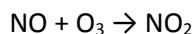


dove $h\nu$ rappresenta la radiazione solare e O^* l'ossigeno monoatomico nello stato eccitato.

L'ossigeno atomico O^* , reagisce rapidamente con l'ossigeno molecolare dell'aria, in presenza di una terza molecola che non entra nella reazione vera e propria, ma assorbe l'eccesso di energia vibazionale stabilizzando la molecola di ozono che si è formata:



Una volta generato, l'ozono reagisce con l'NO, e rigenera NO_2 :



Le tre reazioni descritte formano un ciclo chiuso che, da solo, non sarebbe sufficiente a determinare gli alti livelli di ozono che possono essere misurati in condizioni favorevoli alla formazione di smog fotochimico. La presenza di altri inquinanti, quali ad esempio gli idrocarburi, fornisce una diversa via di ossidazione del monossido di azoto, che provoca una produzione di NO_2 senza consumare ozono, di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo dell' O_3 .

Le concentrazioni di ozono raggiungono i valori più elevati nelle ore pomeridiane delle giornate estive soleggiate. Inoltre, dato che l'ozono si forma durante il trasporto delle masse d'aria contenenti i suoi precursori, emessi soprattutto nelle aree urbane, le concentrazioni più alte si osservano soprattutto nelle

zone extraurbane sottovento rispetto ai centri urbani principali. Nelle città, inoltre, la presenza di NO tende a far calare le concentrazioni di ozono, soprattutto in vicinanza di strade con alti volumi di traffico.

Il particolato atmosferico aerodisperso

Un aerosol è definito come la miscela di particelle solide o liquide e il gas nel quale esso sono sospese; il termine particolato (particulate matter, PM) individua l'insieme dei corpuscoli presenti nell'aerosol. Con particolato atmosferico si fa quindi riferimento al complesso e dinamico insieme di particelle, con l'esclusione dell'acqua, disperse in atmosfera per tempi sufficientemente lunghi da subire fenomeni di diffusione e trasporto. L'insieme delle particelle aerodisperse si presenta con una grande varietà di caratteristiche fisiche, chimiche, geometriche e morfologiche. Le sorgenti possono essere di tipo naturale (erosione del suolo, spray marino, vulcani, incendi boschivi, dispersione di pollini, etc.) o antropiche (industrie, riscaldamento, traffico veicolare e processi di combustione in generale). Può essere di tipo primario se immesso in atmosfera direttamente dalla sorgente o secondario se si forma successivamente, in seguito a trasformazioni chimico-fisiche di altre sostanze. I maggiori componenti del particolato atmosferico sono il sulfato, il nitrato, l'ammoniaca, il cloruro di sodio, il carbonio e le polveri minerali. Si tratta, dunque, di un inquinante molto diverso da tutti gli altri, presentandosi non come una specifica entità chimica ma come una miscela di particelle dalle più svariate proprietà. Anche il destino delle particelle in atmosfera è molto vario, in relazione alla loro dimensione e composizione; tuttavia i fenomeni di deposizione secca e umida sono quelli principali per la rimozione delle polveri aerodisperse.

Il particolato atmosferico ha un rilevante impatto ambientale: sul clima, sulla visibilità, sulla contaminazione di acqua e suolo, sugli edifici e sulla salute di tutti gli esseri viventi. Soprattutto gli effetti che può avere sull'uomo destano maggiore preoccupazione e interesse, per questo è fondamentale conoscere in che modo interagisce con l'organismo umano alterandone il normale equilibrio. In particolare, le particelle più piccole riescono a penetrare più a fondo nell'apparato respiratorio. Quindi, è importante capire quali e quante particelle sono in grado di penetrare nel corpo umano, a che profondità riescono ad arrivare e che tipo di sostanze possono trasportare. A esempio, la tossicità del particolato può essere amplificata dalla capacità di assorbire sostanze gassose come gli IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) e i metalli pesanti, alcuni dei quali sono potenti agenti cancerogeni.

Per definizione, una particella è un aggregato di molecole, anche eterogenee, in grado di mantenere le proprie caratteristiche fisiche e chimiche per un tempo sufficientemente lungo da poterla osservare e tale da consentire alla stesse di partecipare a processi fisici e/o chimici come entità a sé stante. All'interno del particolato atmosferico le particelle possono avere dimensioni che variano anche di 5 ordini di grandezza (da 10 nm a 100 µm), oltre che diverse forme e per lo più irregolari. Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana, è quindi necessario individuare uno o più sottoinsiemi di particelle che, in base alla loro dimensione, abbiano diverse capacità di penetrazione nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) piuttosto che nelle parti più profonde dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). Per poter procedere alla classificazione in relazione alla dimensione viene definito il così detto diametro aerodinamico equivalente, ovvero il diametro di una particella sferica di densità unitaria che ha le stesse caratteristiche aerodinamiche (velocità di sedimentazione) della particella in esame.

Considerata la normativa europea (UNI EN12341/2014), si definisce PM10 la frazione di particelle raccolte con strumentazione avente efficienza di selezione e raccolta stabilita dalla norma e pari al 50% per il diametro aerodinamico di 10 µm. Spesso, sebbene in modo improprio, il PM10 viene considerato come la frazione di particelle con diametro uguale o inferiore a 10 µm. In modo del tutto analogo viene definito il PM2.5 (UNI EN12341/2014).

Nella tabella 1 sono riassunte le principali sorgenti di emissione di ognuno dei principali inquinanti atmosferici.

tabella 1 – Sorgenti emissive dei principali inquinanti

Inquinanti		Principali sorgenti di emissione
Biossido di Zolfo*	SO ₂	Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili)
Biossido di azoto*/*	NO ₂	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici)
Monossido di carbonio*	CO	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono**	O ₃	Non ci sono significative sorgenti di emissione antropiche in atmosfera
Particolato atmosferico */**	PM10 PM2.5	È prodotto principalmente da combustioni e per azioni meccaniche (erosione, attrito, ecc.), ma anche per processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire da precursori anche in fase gassosa.

* = Inquinante Primario (generato da emissioni dirette in atmosfera dovute a fonti naturali e/o antropogeniche)

** = Inquinante Secondario (prodotto in atmosfera attraverso reazioni chimiche)

Normativa

Il Decreto Legislativo 155 del 13/08/2010 recepisce la Direttiva Europea 2008/50/CE, abroga la normativa precedente riguardo i principali inquinanti atmosferici (D.P.C.M. 28/03/83 – D.P.R. 203/88 – D.M. 25/11/94 – D.M. 60/02 - D.lgs. 183/04) istituendo un quadro normativo unitario in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria.

Al fine di salvaguardare la salute umana e l'ambiente, stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi.

Per valore limite si intende il livello di un inquinante, ovvero la sua concentrazione, fissato in base alle conoscenze disponibili al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso e che non deve essere superato.

Il valore obiettivo è il livello fissato per moderare tali effetti nocivi da conseguire, possibilmente, entro una data stabilità.

Per livello critico si intende il livello ovvero la concentrazione di un inquinante oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti sui recettori quali gli alberi, le altre piante o gli ecosistemi ambientali esclusi gli esseri umani.

La soglia di allarme e la soglia di informazione sono le concentrazioni dell'inquinante oltre le quali sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata rispettivamente per la popolazione nel suo complesso e per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione.

La tabella 2 riassume i limiti previsti dalla normativa per i diversi inquinanti considerati.

Nonostante, per taluni inquinanti, non sia possibile esprimersi formalmente sul rispetto o sul superamento di valori limite/obiettivo con campagne di breve durata, essendo tali limiti riferiti a medie annuali, nondimeno il confronto tra quanto rilevato durante la campagna e quanto misurato con continuità da anni nelle diverse postazioni fisse della RRQA consente di valutare le differenze tra i siti e quindi di stimare la probabilità di superamento anche dei valori limiti annuali.

tabella 2 - Valori limite delle concentrazioni in aria dei principali inquinanti atmosferici

Biossido di Zolfo	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di media	
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile)	350	1 ora
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile)	125	24 ore
	Livello critico per la protezione della vegetazione	20	Anno civile e inverno (ott-mar)
	Soglia di allarme	500	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)
Biossido di Azoto	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di media	
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	200	1 ora
	Valore limite protezione salute umana	40	Anno civile
	Soglia di allarme	400	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)

Ossidi di Azoto	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di media	
	Livello critico protezione vegetazione	30	Anno civile
Monossido di Carbonio	Valore Limite (mg/m^3)	Periodo di media	
	Valore limite protezione salute umana	10	8 ore
Ozono	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di media	
	Valore obiettivo protezione salute umana (da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni)	120	8 ore
	Valore obiettivo protezione della vegetazione	18000	AOT40 ¹ (mag-lug) su 5 anni
	Soglia di informazione	180	1 ora
	Soglia di allarme	240	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)
Particolato Fine PM ₁₀	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di media	
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50	24 ore
	Valore limite protezione salute umana	40	Anno civile

¹ Per AOT40 (1) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00. Il dato presentato è stimato sulla base di un rendimento teorico del 100% a partire dall'AOT40 misurato, rinormalizzato al periodo di effettivo funzionamento secondo quanto previsto dall'Allegato VII punto 1 del D.Lgs. 155/2010. Si considerano solo le stazioni sub-urbane (fondo)/rurali/rurali di fondo.

Misure e strumentazione

Le misure sono state effettuate mediante un laboratorio mobile, provvisto di analizzatori automatici e di un campionatore sequenziale di particolato atmosferico, dotato di apposita testa di prelievo per la frazione PM10. La strumentazione utilizzata dal laboratorio mobile è del tutto simile a quella presente nelle stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA) e risponde alle caratteristiche previste dalla legislazione vigente (D. Lgs. 155/2010). In particolare, il laboratorio mobile è provvisto di strumenti per misurare:

- biossido di zolfo (SO_2)
- monossido di carbonio (CO)
- ossidi di azoto (NO_x)
- ozono (O_3)
- PM10

La concentrazione in massa del particolato atmosferico, raccolto su opportuni filtri, è stata successivamente determinata mediante metodo gravimetrico, descritto nella norma UNI EN 12341 e indicato come riferimento dalla legislazione vigente (D. Lgs. 155/2010).

I siti di misura prescelti rispettano i criteri di rappresentatività indicati per il posizionamento delle stazioni di rilevamento nell'Allegato III del D. Lgs. 155/2010.

In particolare, in riferimento all'ubicazione su microscala dei punti di monitoraggio, il citato decreto stabilisce che:

- l'ingresso della sonda di prelievo deve essere libero da qualsiasi ostruzione per un angolo di almeno 270° e il campionatore deve essere posto a una distanza di alcuni metri rispetto edifici, balconi, alberi e altri ostacoli
- il punto di ingresso della sonda di prelievo deve essere collocato ad un'altezza compresa tra 1.5 e 4 m sopra il livello del suolo
- il punto di ingresso della sonda non deve essere posizionato nelle immediate vicinanze di fonti di emissione al fine di evitare l'aspirazione diretta di emissioni non disperse nell'aria ambiente
- nelle stazioni di misurazione da traffico la localizzazione del punto prelievo deve avvenire ad almeno 4 m di distanza dal centro della corsia di traffico più vicina, a non oltre 10 m dal bordo stradale e ad almeno 25 m di distanza dal limite dei grandi incroci

Sito di misura

Alla base della scelta di un sito di misura vi sono requisiti di rappresentatività, per gli inquinanti da monitorare, relativamente alle sorgenti ed ai recettori individuati. In termini di microlocalizzazione il sito di misura deve inoltre rispondere alle specifiche normative compatibilmente con le necessità logistiche di sicurezza ed utility.

A Desenzano del Garda sono stati individuati i seguenti siti di misura per indagare la qualità dell'aria in diversi punti del territorio comunale:

- un primo sito, presso la scuola primaria “L. Laini” di via Michelangelo, monitorato utilizzando il mezzo mobile
- un secondo sito, presso il parcheggio adiacente la foresteria della caserma dei carabinieri in via Marconi, anche questo monitorato utilizzando il mezzo mobile
- un terzo sito posto ad ovest del centro abitato monitorato utilizzando un campionatore sequenziale installato in fregio alla tribuna dello stadio
- un quarto sito in località Rivoltella, verso l'estremità est dell'abitato all'interno del cortile della Biblioteca comunale Angelo Anelli, monitorato utilizzando un campionatore sequenziale

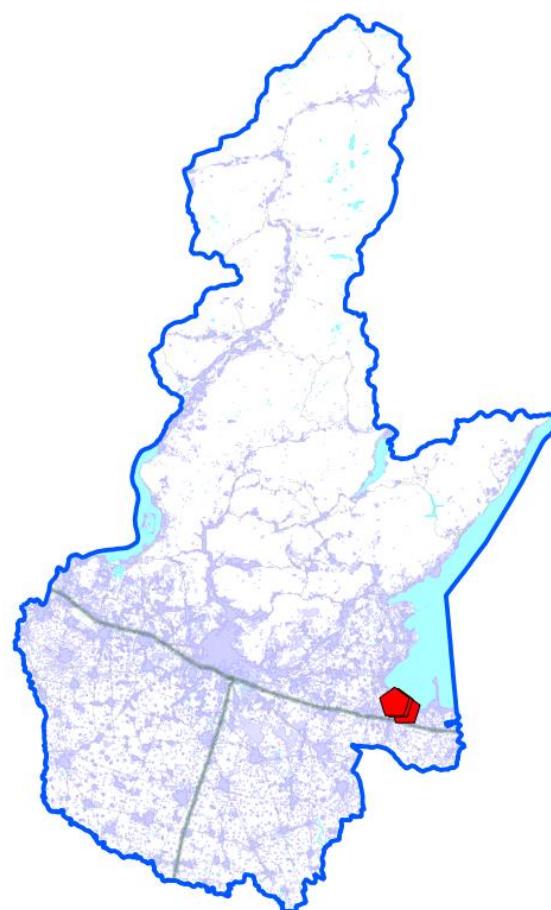


figura 1 – localizzazione dei siti di misura in riferimento alla provincia di Brescia



figura 2 - localizzazione dei siti di misura in riferimento al basso Garda bresciano



figura 3 - localizzazione rispetto all'abitato di Desenzano del Garda



figura 4 - localizzazione del sito presso lo stadio

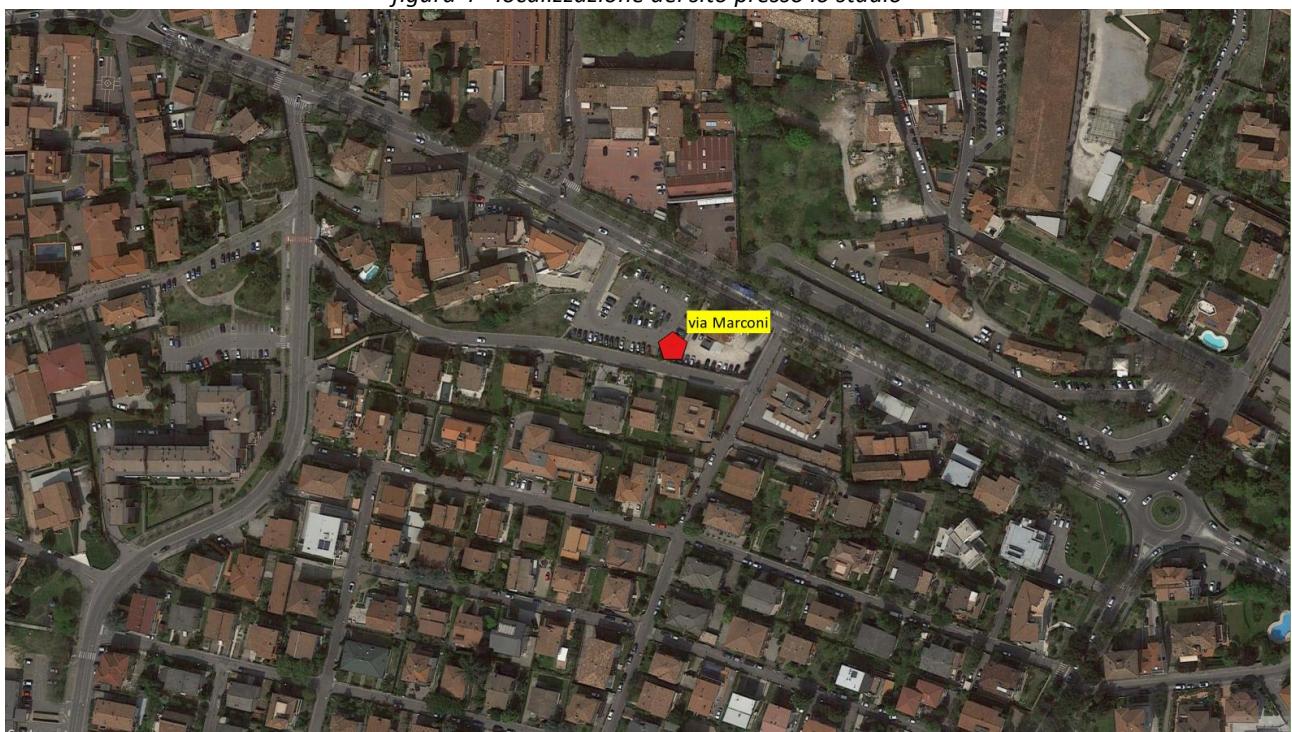


figura 5 - localizzazione presso via Marconi

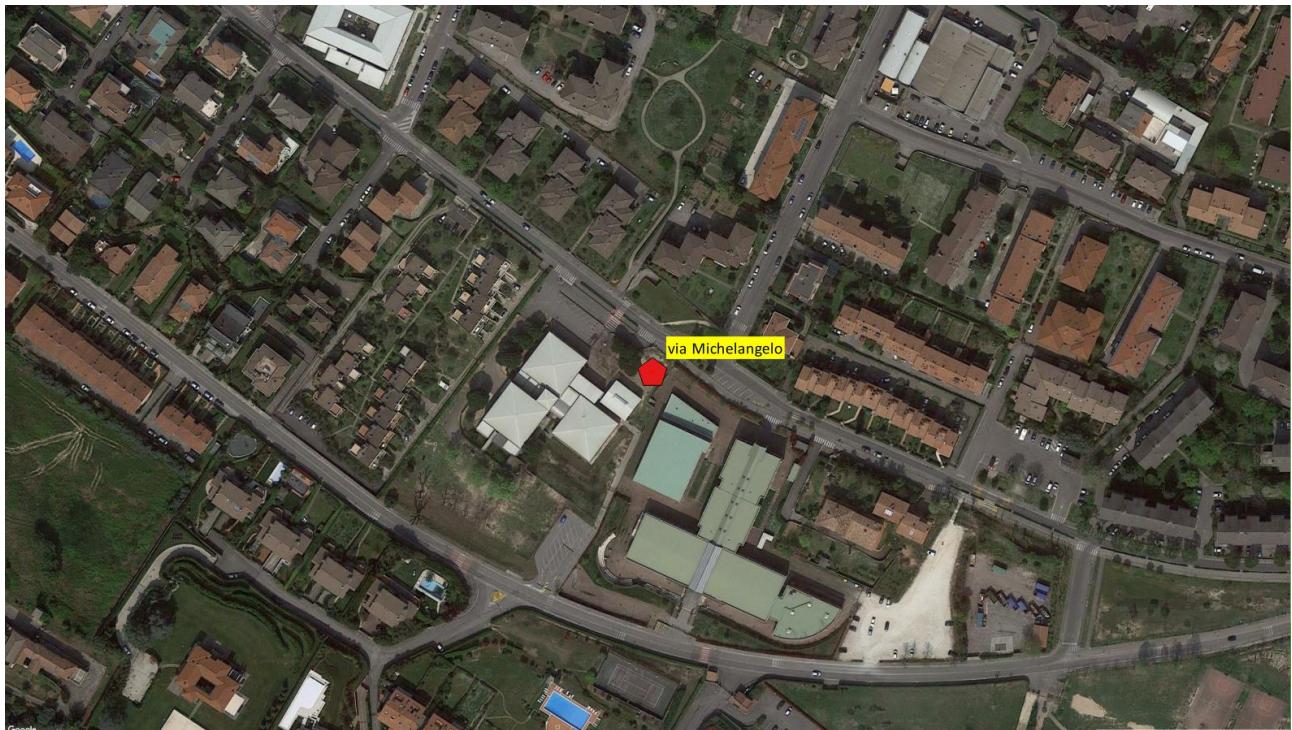


figura 6 - localizzazione presso via Michelangelo



figura 7 - localizzazione in località Rivoltella

Emissioni sul territorio

Per la stima delle principali sorgenti emissive riguardanti il territorio comunale di Desenzano del Garda è stato utilizzato l'inventario regionale delle emissioni INEMAR (INventario EMissioni ARia), nella sua versione più recente "Emissioni in Lombardia nel 2012".

L'inventario INEMAR, seguendo le impostazioni derivanti dalle esperienze nazionali e internazionali, è realizzato in base alle informazioni bibliografiche e tramite la partecipazione ai gruppi di coordinamento nazionali e internazionali. Le stime delle emissioni in atmosfera sono tipicamente soggette a grandi incertezze, dovute a numerose cause distribuite lungo tutta la procedura di stima. In particolare, un inventario regionale, per sua natura, non può considerare tutte le specificità locali e può soffrire di una incompleta qualità delle informazioni statistiche disponibili, inoltre, il soggetto delle emissioni è in continuo "movimento" cioè in trasformazione.

L'inventario INEMAR fornisce dunque una "fotografia" delle emissioni e va considerato come un "database anagrafico" delle sorgenti presenti sul territorio con relativa stima delle quantità emesse. Occorre precisare che l'inventario attribuisce le emissioni al comune corrispondente all'ingresso principale di un impianto produttivo anche nel caso che l'impianto insista per lo più nel comune adiacente. Esso non può essere utilizzato come un puro e unico indicatore della qualità dell'aria di una specifica zona, in quanto non può tenere conto delle interazioni che le sostanze emesse possono avere con l'atmosfera, la meteorologia o l'orografia del territorio. In particolare, il vento, la pioggia, etc. trasportano, disperdoni o depositano gli inquinanti emessi alla fonte in tutto il territorio circostante, così che la qualità dell'aria dipende non solo dalle sorgenti locali ma dall'insieme degli inquinanti emessi in tutto il bacino territoriale e dalle loro interazioni.

Pertanto dall'inventario delle emissioni è stato determinato prioritariamente il carico delle emissioni del bacino aerografico di Desenzano. Per bacino aerografico qui si intende la porzione di territorio le cui emissioni possono incidere sulla qualità dell'aria del sito oggetto di studio. Il bacino aerografico di Desenzano è stato individuato come l'insieme comuni che distano da Desenzano entro un raggio di 20 km nel settore meridionali ma limitato fino a circa 15 km per i settori settentrionali, in relazione all'orografia del territorio.

Non avendo attualmente a disposizione informazioni relative all'inventario delle emissioni della Regione Veneto con dettaglio comunale, non è stato possibile includere per il calcolo delle emissioni i comuni di tale regione che ricadrebbero nel bacino aerografico di Desenzano secondo il criterio della distanza su descritto. In tabella 3 si riporta l'elenco dei comuni considerati nel bacino aerografico di Desenzano rappresentato in figura 8.

tabella 3 - comuni del bacino aerografico di Desenzano del Garda

Acquafredda	Manerba del Garda	Prevalle	Castel Goffredo
Bedizzole	Mazzano	Puegnago sul Garda	Castiglione delle Stiviere
Botticino	Moniga del Garda	Rezzato	Cavriana
Calcinato	Montichiari	Roè Volciano	Guidizzolo
Calvagese della Riviera	Muscoline	Salò	Medole
Calvisano	Nuvolento	San Felice del Benaco	Monzambano
Carpenedolo	Nuvolera	Serle	Ponti sul Mincio
Castenedolo	Padenghe sul Garda	Sirmione	Solferino
Desenzano del Garda	Paitone	Soiano del Lago	Volta Mantovana
Gavardo	Polpenazze del Garda	Vallio Terme	
Lonato	Pozzolengo	Villanova sul Clisi	

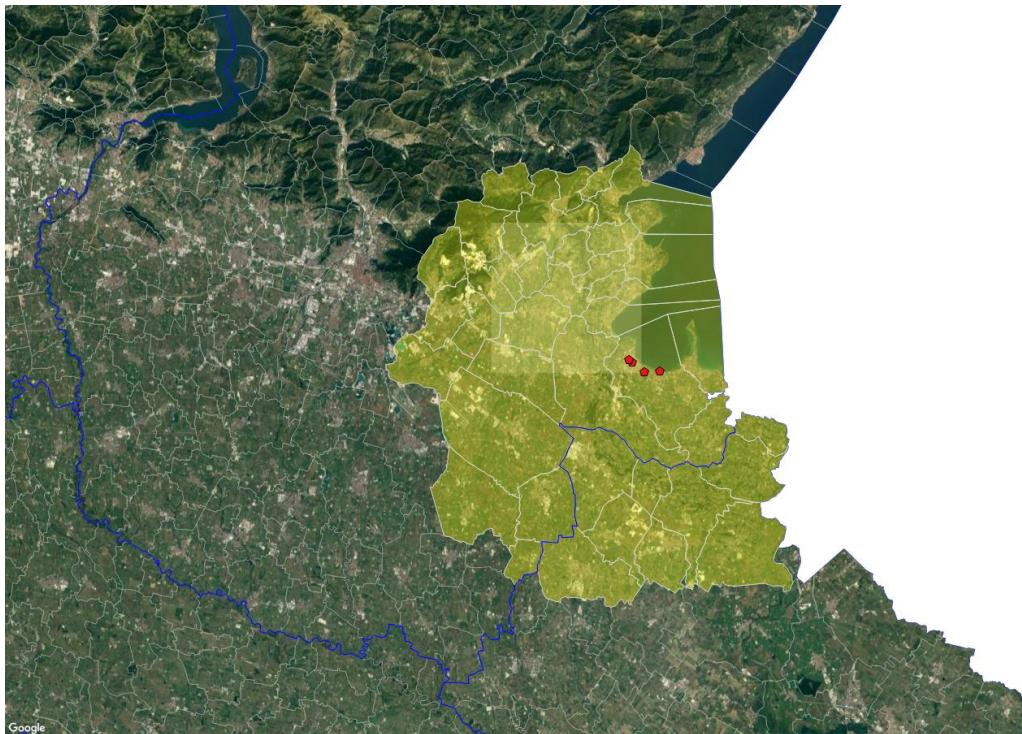


figura 8 - bacino aerografico di Desenzano del Garda

Nell'inventario la suddivisione delle sorgenti avviene per attività emissive. La classificazione utilizzata fa riferimento ai macrosettori definiti secondo la metodologia CORINAIR (CORe INventory of AIR emissions) dell'Agenzia Europea per l'Ambiente:

- Produzione energia e trasformazione combustibili
- Combustione non industriale
- Combustione nell'industria
- Processi produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporto su strada
- Altre sorgenti mobili e macchinari
- Trattamento e smaltimento rifiuti
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

Maggiori informazioni e una descrizione più dettagliata in merito all'inventario regionale sono disponibili sul sito web <http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/WebHome>.

Dall'inventario INEMAR sono stati quindi stimati, per il bacino aerografico di Desenzano del Garda e per il solo comune, i contributi dei singoli macrosettori alle emissioni in atmosfera degli inquinanti di interesse per la presente campagna di monitoraggio:

- Biossido di zolfo (SO₂)
- Ossidi di azoto (NO_X)

- Monossido di carbonio (CO)
- Particolato atmosferico (PM10)
- Precursori dell'ozono (Precurs. O₃)

Da tabella 4 a tabella 7 sono riportate per ciascun inquinante, in termini assoluti e percentuali, le stime delle principali sorgenti emissive. La ripartizione del loro carico emissivo percentuale è riportata anche in forma grafica nella figura 9.

In tabella 8 e tabella 9 sono indicate le emissioni specifiche, calcolate come rapporto tra il carico emissivo e la superficie nonché tra il carico emissivo ed il numero di abitanti, per il comune di Desenzano e per il suo bacino aerografico considerato.

In tabella 10 e in figura 10 sono riportati per ciascun inquinante considerato i rapporti tra il carico emissivo nel territorio comunale di Desenzano e il carico emissivo quello del bacino aerografico. Sempre in tabella 10 sono indicati i rapporti relativi alle emissioni specifiche precedentemente stimate tra il comune ed il bacino.

Il grafico di figura 11 evidenzia tali rapporti.

tabella 4 - stima delle emissioni assolute nel bacino aerografico di Desenzano del Garda per ciascun macrosettore

Bacino Aerografico	SO₂	NOx	CO	PM10	Precurs. O₃
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Produzione energia e trasformazione combustibili	1.86	135	200	0.982	201
Combustione non industriale	35.3	468	3824	444	1522
Combustione nell'industria	448	1905	668	29.8	2467
Processi produttivi	296	332	1629	102	1060
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	0	0	287
Uso di solventi	0.000	0.000	0	20.4	2270
Trasporto su strada	4.32	2592	2822	197	4026
Altre sorgenti mobili e macchinari	4.28	776	244	38.0	1048
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.614	21.6	27.3	0.645	194
Agricoltura	0	20.3	0	98.2	4535
Altre sorgenti e assorbimenti	0.385	1.85	44.8	27.0	683
Totale	791	6252	9461	959	18291

tabella 5 - stima delle emissioni percentuali nel bacino aerografico di Desenzano del Garda per ciascun macrosettore

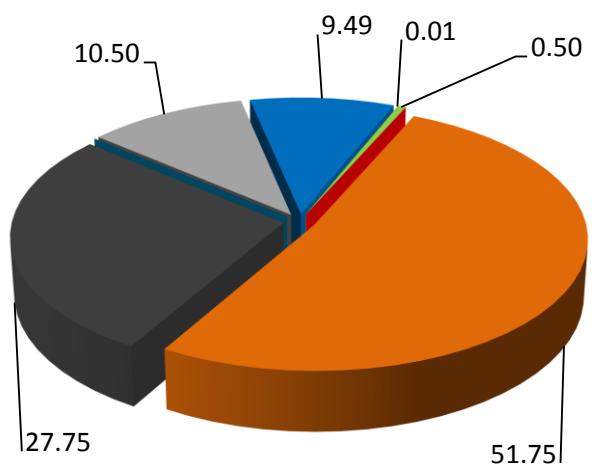
Bacino Aerografico	SO₂	NOx	CO	PM10	Precurs. O₃
	%	%	%	%	%
Produzione energia e trasformazione combustibili	0.24	2.16	2.12	0.10	1.10
Combustione non industriale	4.46	7.49	40.42	46.36	8.32
Combustione nell'industria	56.68	30.47	7.07	3.11	13.49
Processi produttivi	37.41	5.31	17.22	10.63	5.79
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	0	0	1.57
Uso di solventi	0.00	0.00	0	2.13	12.41
Trasporto su strada	0.55	41.46	29.83	20.58	22.01
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.54	12.40	2.58	3.96	5.73
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.08	0.35	0.29	0.07	1.06
Agricoltura	0	0.32	0	10.25	24.79
Altre sorgenti e assorbimenti	0.05	0.03	0.47	2.82	3.73

tabella 6 - stima delle emissioni assolute nel territorio comunale di Desenzano del Garda per ciascun macrosettore

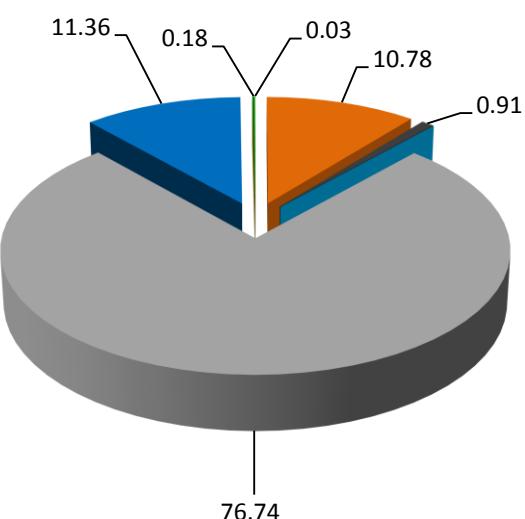
Desenzano	SO ₂	NOx	CO	PM10	Precurs. O ₃
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Produzione energia e trasformazione combustibili	0	0	0	0	0
Combustione non industriale	1.96	36.9	166	19.3	88.4
Combustione nell'industria	1.05	3.11	0.799	0.219	4.54
Processi produttivi	0	0	0	0.101	18.0
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	0	0	37.3
Uso di solventi	0	0	0	0.671	113
Trasporto su strada	0.398	263	280	17.5	399
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.360	38.9	11.6	1.79	52.3
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.000	0.002	0.132	0.052	0.148
Agricoltura	0	0.608	0	0.492	161
Altre sorgenti e assorbimenti	0.019	0.090	1.91	1.98	7.04
Totale	3.8	342.4	460.6	42.1	880.8

tabella 7 - stima delle emissioni percentuali nel territorio comunale di Desenzano del Garda per ciascun macrosettore

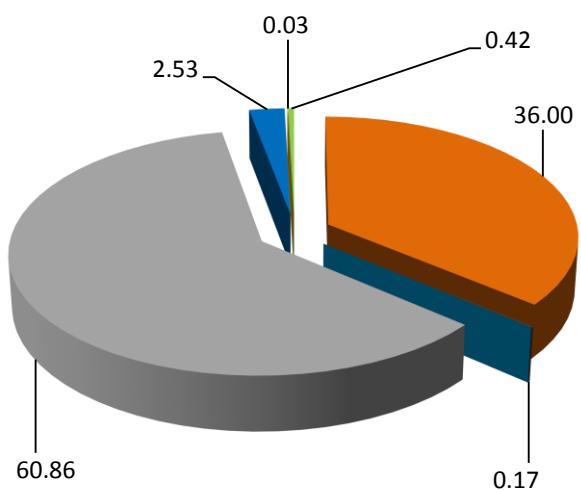
Desenzano	SO ₂	NOx	CO	PM10	Precurs. O ₃
	%	%	%	%	%
Produzione energia e trasformazione combustibili	0	0	0	0	0
Combustione non industriale	51.75	10.78	36.00	45.85	10.04
Combustione nell'industria	27.75	0.91	0.17	0.52	0.52
Processi produttivi	0	0	0	0.24	2.04
Estrazione e distribuzione combustibili	0	0	0	0	4.24
Uso di solventi	0	0	0	1.60	12.88
Trasporto su strada	10.50	76.74	60.86	41.54	45.25
Altre sorgenti mobili e macchinari	9.49	11.36	2.53	4.25	5.94
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.01	0.00	0.03	0.12	0.02
Agricoltura	0	0.18	0	1.17	18.29
Altre sorgenti e assorbimenti	0.50	0.03	0.42	4.71	0.80



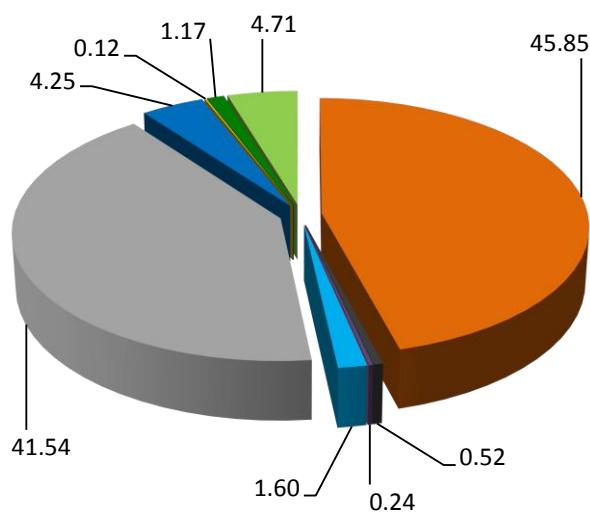
SO₂



NO_x



CO



PM₁₀

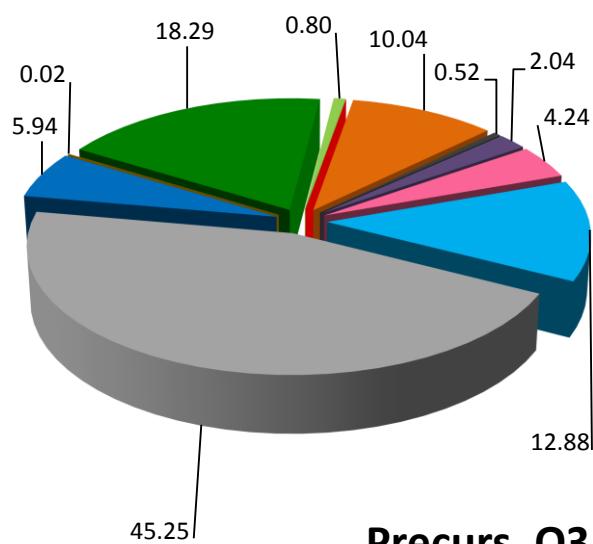


figura 9 - ripartizione percentuale delle emissioni di ciascun inquinante di interesse tra i macrosettori per Desenzano sul Garda

tabella 8 - stima del carico emissivo specifico per unità di superficie per Desenzano e per il bacino aerografico

	SO2 kg/(anno·km ²)	NOx kg/(anno·km ²)	CO kg/(anno·km ²)	PM10 kg/(anno·km ²)	Precurs. O ₃ kg/(anno·km ²)
Desenzano	63	5707	7676	701	14680
Bacino Aerografico	759	6000	9079	920	17554

tabella 9 - stima del carico emissivo specifico per abitante per Desenzano e per il bacino aerografico

	SO2 g/(anno·ab.)	NOx g/(anno·ab.)	CO g/(anno·ab.)	PM10 g/(anno·ab.)	Precurs. O ₃ g/(anno·ab.)
Desenzano	140	12658	17026	1555	32562
Bacino Aerografico	2448	19362	29298	2969	56645

tabella 10 - rapporto percentuale tra le emissioni assolute stimate e rapporto tra le emissioni specifiche per unità di superficie e per abitante di Desenzano e del suo bacino aerografico

Rapporto Desenzano-Bacino Aerografico	SO ₂	NOx	CO	PM10	Precurs. O ₃
Rapporto carico emissivo (%)	0.5	5.5	4.87	4.4	4.8
Rapporto emissioni per superficie (#)	0.08	0.95	0.85	0.76	0.84
Rapporto emissioni per abitanti (#)	0.06	0.65	0.58	0.52	0.57

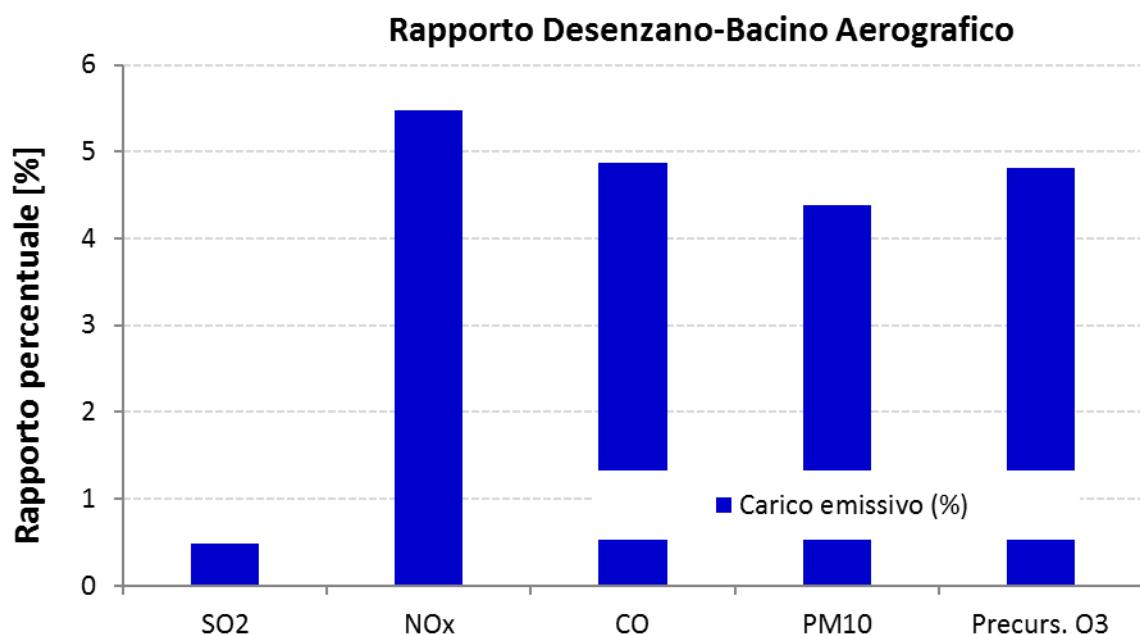


figura 10 - rapporto percentuale emissioni tra Desenzano del Garda e bacino aerografico

Rapporto Desenzano-Bacino Aerografico

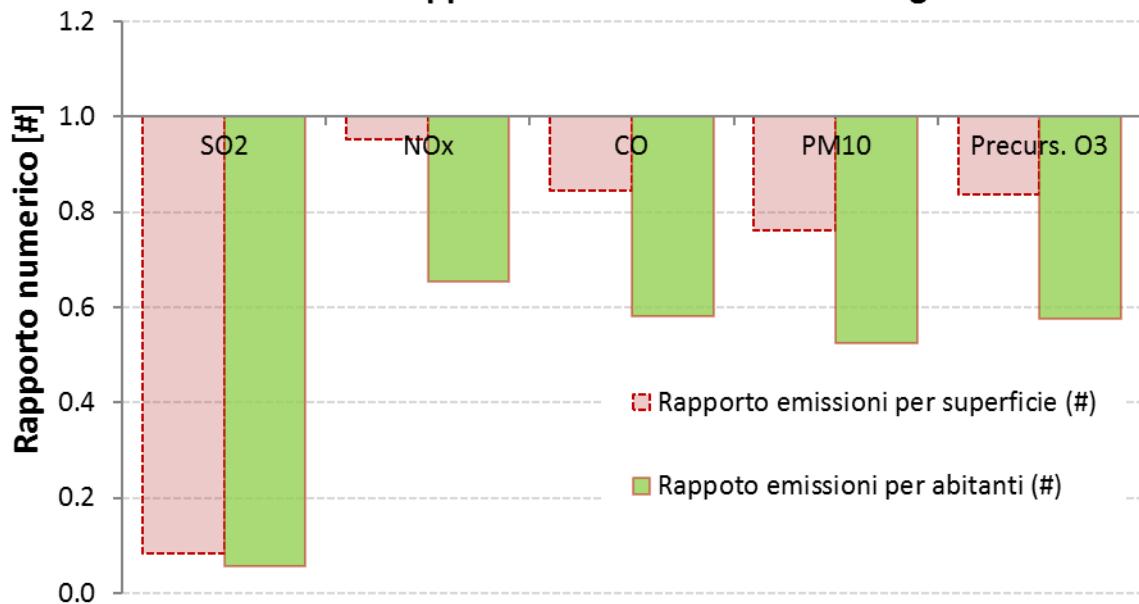


figura 11 - rapporto emissioni specifiche tra Desenzano del Garda e bacino aerografico

Il comune di Desenzano contribuisce a circa il 5% delle emissioni complessive del bacino aerografico considerato. Passando a considerare le emissioni specifiche considerando i rapporti tra il comune ed i bacini di tabella 10, si evince che il Comune di Desenzano del Garda contribuisce in misura inferiore alle emissioni dei vari inquinanti rispetto al bacino aerografico considerato come mostrato anche dal grafico di figura 11. In particolare, le emissioni per unità di superficie di PM10 risultano essere pari a circa tre quarti di quelle calcolate per il bacino. Tale rapporto scende a circa la metà considerando le emissioni pro capite. Molto inferiori sono le emissioni specifiche del comune di Desenzano di SO₂, inquinante tracciante di attività industriali, poco presenti sul territorio comunale. A conferma di ciò, anche le emissioni di PM10 dai macrosettori combustione industriale, processi produttivi e agricoltura del comune risultano, in proporzione al totale delle emissioni di questo inquinante, decisamente inferiori rispetto al bacino.

Si possono fare le seguenti considerazioni relativamente ad ogni inquinante indagato:

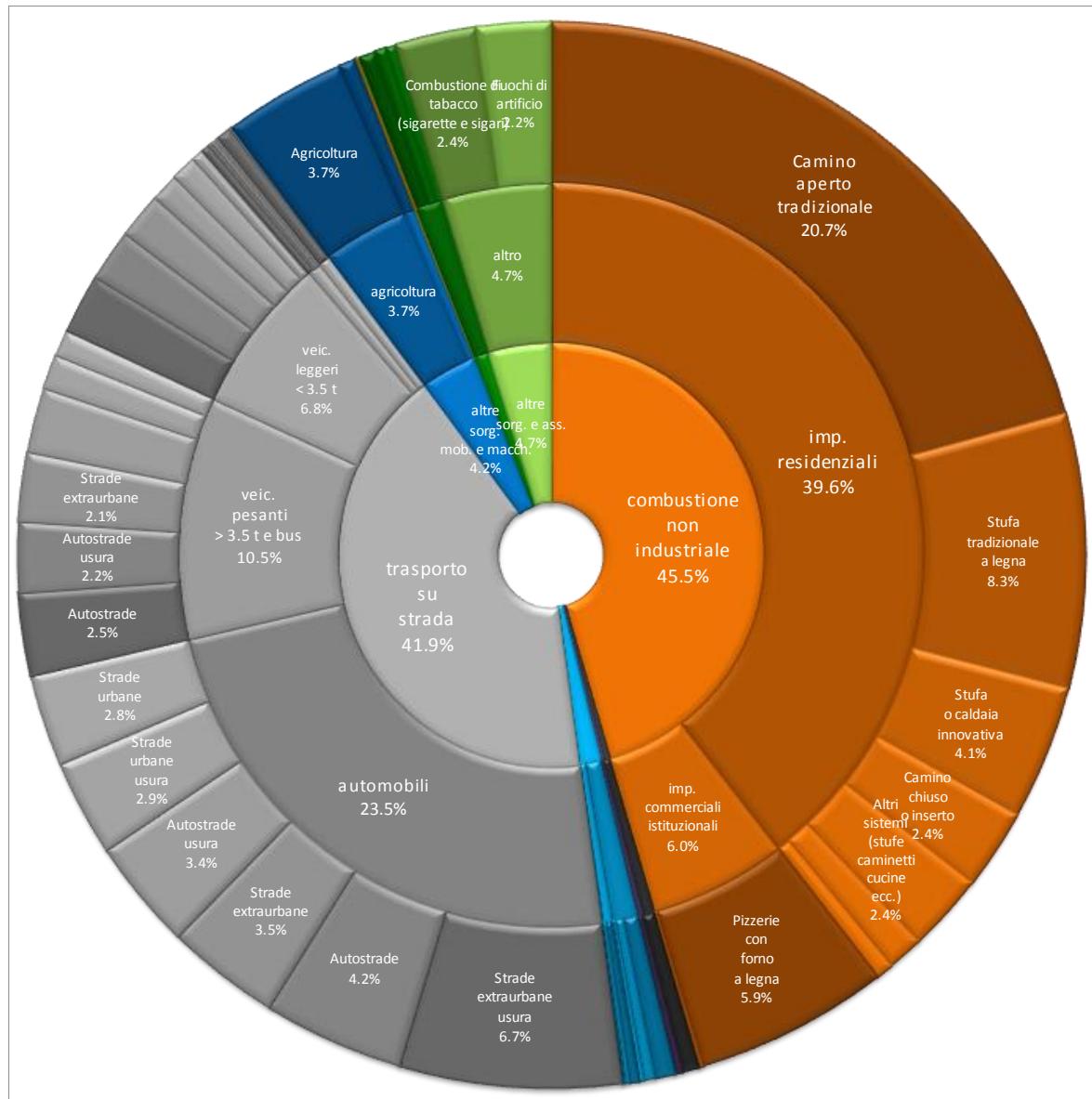
- Le emissioni di SO₂ del Comune di Desenzano del Garda sono dovute principalmente alla combustione non industriale ed in secondo luogo alla combustione nell'industria; prendendo in considerazione il bacino aerografico le stesse emissioni sono dovute per più della metà alla combustione nell'industria ed in secondo luogo ai processi produttivi ma, come detto, in termini quantitativi, le emissioni del comune sono molto basse.
- La maggiore sorgente emissiva di NO_x è costituita dal trasporto su strada che determina oltre i due terzi delle emissioni di tale classe di inquinanti sul territorio comunale; tale contributo rimane il più alto anche all'interno del bacino aerografico, ma in questo secondo caso un contributo rilevante è dato anche dalla combustione nell'industria.
- Le emissioni da combustione non industriale e da trasporto su strada determinano complessivamente il 97% delle emissioni di CO sul territorio comunale; tali emissioni contribuiscono ancora in misura preponderante, ma minore (circa 70%), considerando l'intero

bacino aerografico a seguito dell'apporto dato da processi produttivi e dalla combustione nell'industria.

- I precursori dell'ozono trovano origine da diverse fonti. La principale all'interno del comune è costituita dal trasporto su strada che determina circa il 45% delle emissioni di questa classe di composti; altri contributi sono dovuti all'agricoltura, all'uso di solventi ed alla combustione non industriale. Considerando l'intero bacino aerografico le fonti emissive principali sono costituite dall'agricoltura e dal trasporto su strada, pur essendo presenti anche apporti derivanti dalla combustione nell'industria, dalla combustione non industriale e dall'uso di solventi.
- Le emissioni di polveri sottili PM10 sono dovute per la maggior parte al comparto della combustione non industriale e al trasporto su strada, che insieme ne determinano circa l'86% in figura 12 è mostrata la ripartizione delle emissioni di PM10 primario a livello di macrosettori ma anche di settori e attività. Analizzando il grafico si vede come il contributo della combustione di biomassa legnosa per riscaldamento domestico contribuisca a quasi il 40% delle emissioni di PM10 nel comune. Per il trasporto su strada viene stimato un contributo vicino al 42% delle emissioni del comune, sostanzialmente equidistribuite come emissioni dallo scarico ed emissioni da usura. Attorno al 14% delle emissioni totali di PM10 è il contributo stimato del tratto autostradale. Passando ad analizzare tutto il bacino aerografico meno rilevante risulta il contributo del trasporto su strada attestato che si attesta sul 21% mentre emergono contributi significativi dovuti a processi produttivi ed all'agricoltura. Si segnala, a livello comunale, un contributo del 6% alle emissioni di PM10 da pizzerie, dato da confrontare con il contributo stimato del 2.4% da fumo di tabacco.

Dai dati sopra riportati si evince come Desenzano del Garda non sia un comune ad elevata industrializzazione. Infatti, il macrosettore relativo alla combustione nell'industria non risulta mai essere quello prevalente, neppure per quanto riguarda le emissioni di biossido di zolfo, generalmente adottato come tracciante delle emissioni industriali. Al contrario, rilevante risulta essere il comparto della combustione non industriale seguito dal trasporto su strada che comunque è la principale fonte di ossidi di azoto.

Tutto quanto sopra non comporta direttamente che la qualità dell'aria a Desenzano del Garda sia migliore o peggiore rispetto a quella di altre aree del territorio. Gli inquinanti, infatti, una volta emessi, per effetto di trasporto, diffusione e trasformazione fisico-chimica in atmosfera possono avere un impatto non solamente nelle vicinanze dei punti o nelle aree in cui vengono emessi ma anche nelle aree circostanti, distanti anche alcuni chilometri, in relazione alle caratteristiche orografiche e meteo-climatiche della regione.



Produzione energia e trasformazione combustibili	0.0%
Combustione non industriale	45.5%
Combustione nell'industria	0.5%
Processi produttivi	0.2%
Estrazione e distribuzione combustibili	0.0%
Uso di solventi	1.6%
Trasporto su strada	41.9%
Altre sorgenti mobili e macchinari	4.2%
Trattamento e smaltimento rifiuti	0.1%
Agricoltura	1.2%
Altre sorgenti e assorbimenti	4.7%

figura 12 - ripartizione delle emissioni di PM10 primario per macrosettori, settori e attività del Comune di Desenzano del Garda

Situazione meteorologica nel periodo di misura

I livelli degli inquinanti atmosferici in un sito dipendono dalla quantità e dalle modalità di emissione degli inquinanti stessi nell'area, ma le condizioni meteorologiche, che influiscono sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa, ne determinano compiutamente le concentrazioni. È pertanto importante che i livelli di concentrazione osservati siano valutati alla luce delle condizioni meteorologiche verificatesi nel periodo del monitoraggio. Si discutono nel seguito le condizioni meteorologiche per i due periodi della campagna di monitoraggio, nonché per i diversi siti individuati.

Con il laboratorio mobile sono stati misurati i seguenti parametri meteorologici:

- Temperatura (°C) e precipitazione (mm)
- Pressione (hPa), umidità relativa (%) e umidità assoluta (g/cm³)
- Radiazione solare globale (W/m²)
- Velocità (m/s) e direzione (gradi) del vento

Da figura 13 a figura 37 sono riportati gli andamenti dei parametri meteorologici durante il periodo estivo di misura dal 06 luglio 2013 al 15 ottobre 2013 presso via Michelangelo.

I valori di temperatura registrati durante il periodo estivo mostrano un andamento che presenta variazioni contenute ed una tendenza alla diminuzione dovuta all'approssimarsi della stagione più fredda. Anche le variazioni di temperatura tendono a diminuire andando verso ottobre denotando una contrazione dell'escursione termica dovuta alla minore insolazione col progredire dell'avanzamento del periodo autunnale.

La radiazione solare incidente presenta la caratteristica forma a campana del giorno tipo centrata su mezzogiorno. L'andamento, nel periodo considerato, mostra una sensibile diminuzione in termini assoluti procedendo verso settembre/ottobre; di pari passo verso settembre/ottobre si avverte una diminuzione dello scostamento tra intensità della radiazione massima rispetto alla radiazione media dovuta al minore irraggiamento autunnale. Si evidenziano inoltre minimi di radiazione in corrispondenza dei giorni di pioggia durante i quali sono stati misurati anche picchi di umidità relativa. Inoltre, gli eventi piovosi significativi e duraturi nell'ultimo tratto del periodo estivo considerato hanno determinato una notevole diminuzione dell'apporto radiativo.

Interessante è notare la spiccata diversità degli eventi piovosi che si sono susseguiti nel periodo considerato. In piena estate si rilevano piogge brevi ed intense a carattere temporalesco, mentre in autunno gli eventi piovosi diminuiscono d'intensità, ma durano più giorni anche consecutivi.

I venti hanno spirato dalle tre direzioni principali corrispondenti ai settori da Nord-Est, da Sud-Ovest e da Nord, che sono quelle dirette da e verso il lago con intensità spesso rilevanti; vi sono infatti pochi periodi molto brevi di calma di vento.

Da figura 38 a **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** figura 62 sono riportati gli andamenti dei parametri meteorologici durante il primo periodo invernale di misura sempre nel sito di via Michelangelo dal 16 ottobre 2013 al 16 dicembre 2013.

L'andamento della temperatura ambiente mostra una diminuzione dei valori registrati all'avanzare del periodo invernale. Durante il mese di novembre si nota la maggiore variabilità di tutti i parametri meteo che evidenzia bene la transizione stagionale tra autunno e inverno.

La minore escursione termica durante la fase centrale del periodo di misura corrisponde ad un periodo di frequenti e persistenti episodi di precipitazione durante i quali la radiazione solare, in particolare considerandone i valori massimi giornalieri, mostra intensità inferiori alle medie del periodo.

Tra fine ottobre e fine novembre si sono registrati 5 eventi di precipitazione con instabilità atmosferica e venti fino a 8 m/s spiranti principalmente da Nord-Est e da Sud-Ovest. Al contrario in dicembre, in assenza di perturbazioni, si nota il rafforzamento del campo barico che determina maggiore stabilità atmosferica cui corrispondono condizioni di minor dispersione degli inquinanti.

Da figura 63 a figura 87 sono riportati gli andamenti dei parametri meteorologici durante il periodo invernale di misura nel sito di via Marconi dal 21 dicembre 2013 al 27 febbraio 2014.

Il periodo considerato si caratterizza per temperature non particolarmente rigide e fluttuazioni relativamente contenute. Durante le ultime tre settimane di febbraio si nota che le temperature tendono ad innalzarsi, mentre la radiazione solare aumenta sensibilmente. Maggiore instabilità atmosferica si è verificata intorno al periodo natalizio ed è stata caratterizzata da piogge deboli ma venti forti fino a circa 9 m/s. Il periodo tra fine dicembre e metà gennaio è stato quello con potenzialità di maggiore accumulo di inquinanti a cui è seguito un periodo di minore stabilità fino a fine gennaio inizio febbraio. Successivamente, da fine gennaio ed inizio febbraio, venti e piogge relativamente intensi hanno contribuito a creare condizioni di maggior rimescolamento ed abbattimento degli inquinanti.

Da figura 88 a figura 92 sono riportati gli andamenti dei parametri meteorologici durante il periodo estivo di misura nel sito di Rivoltella dal 22 agosto 2014 al 21 ottobre 2014.

Il periodo è stato interessato da abbondanti e frequenti episodi di precipitazione.

A causa dell'elevata copertura nuvolosa, i valori di radiazione solare incidente presentano a loro volta frequenti diminuzioni in concomitanza al passaggio delle perturbazioni.

Il campo barico mostra variazioni non particolarmente evidenti rispetto ai valori medi anche se si evidenzia il temporaneo rafforzamento e successivo indebolimento al termine della seconda decade di ottobre.

La velocità del vento misurata presso la postazione di Toscolano Maderno mostra valori mediamente superiori rispetto alle postazioni della pianura. È evidente la giornata del 2 settembre quando a velocità del vento decisamente superiori alla media si accompagna una diminuzione dell'umidità relativa, a seguito dell'afflusso di aria asciutta e pulita dagli strati superiori della troposfera.

Più frequenti sono le occasioni in cui il vento ha spirato dai settentrionali apportando aria pulita dal lago verso la costa.

Da figura 93 a figura 97 sono riportati gli andamenti dei parametri meteorologici durante il periodo invernale di misura nel sito di Rivoltella dal 31 dicembre 2014 al 02 febbraio 2015.

Il periodo di misura invernale è stato interessato nella seconda metà da frequenti episodi di precipitazione. Conseguentemente, mentre la prima metà del periodo è interessata da valori di radiazione incidente piuttosto costanti, ancorché bassi in funzione del periodo, la seconda metà evidenzia giornate con pesante copertura nuvolosa ma anche la risalita dei valori di insolazione all'aumentare del periodo di luce diurna.

Le velocità del vento risultano superiori rispetto al periodo estivo, in particolare è evidente un episodio in cui la velocità media oraria ha superato gli 8 m/s in corrispondenza del 25 gennaio 2015. Da notare che in occasione di tale giornata si osservano le concentrazioni minori di PM10, congiuntamente ai valori più bassi di umidità relativa ed alle temperature più alte del periodo.

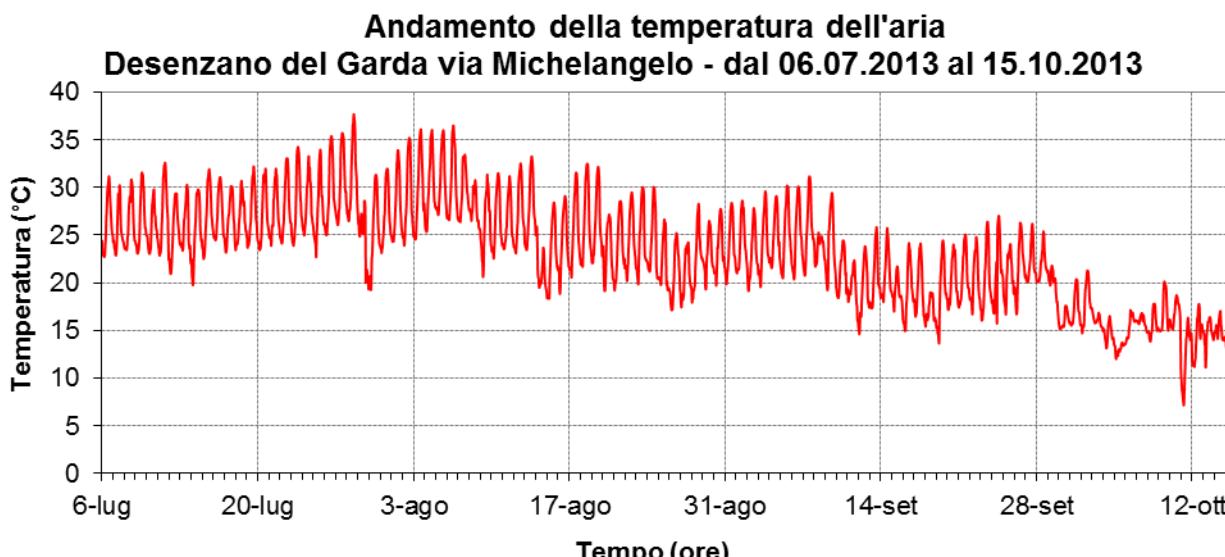


figura 13 - andamento orario della temperatura dell'aria registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

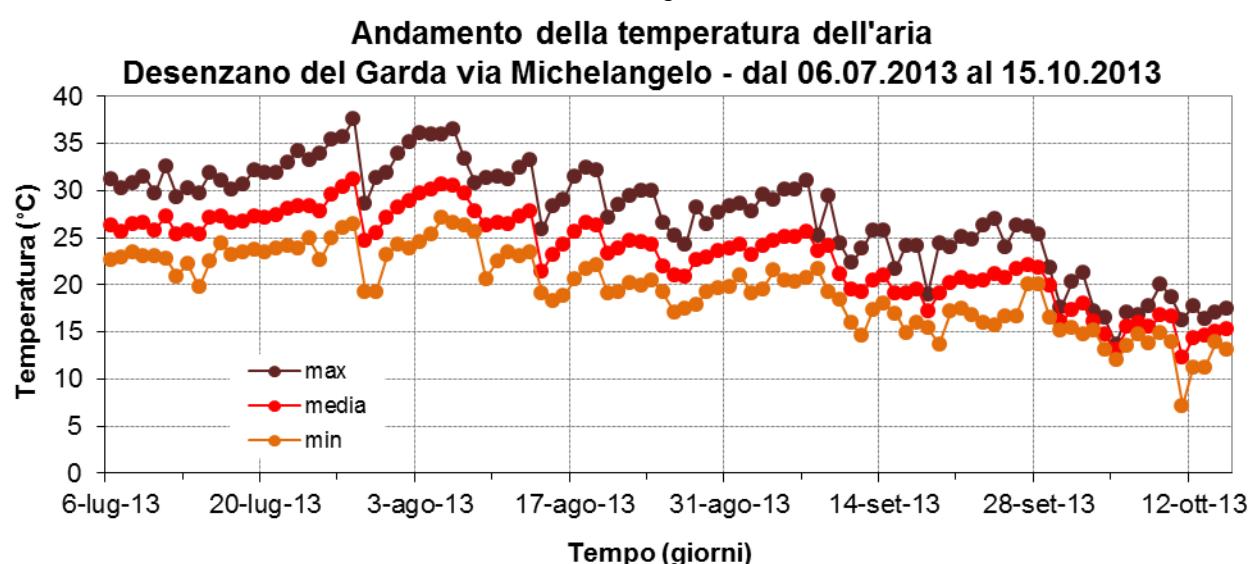


figura 14 - andamento giornaliero della temperatura dell'aria registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

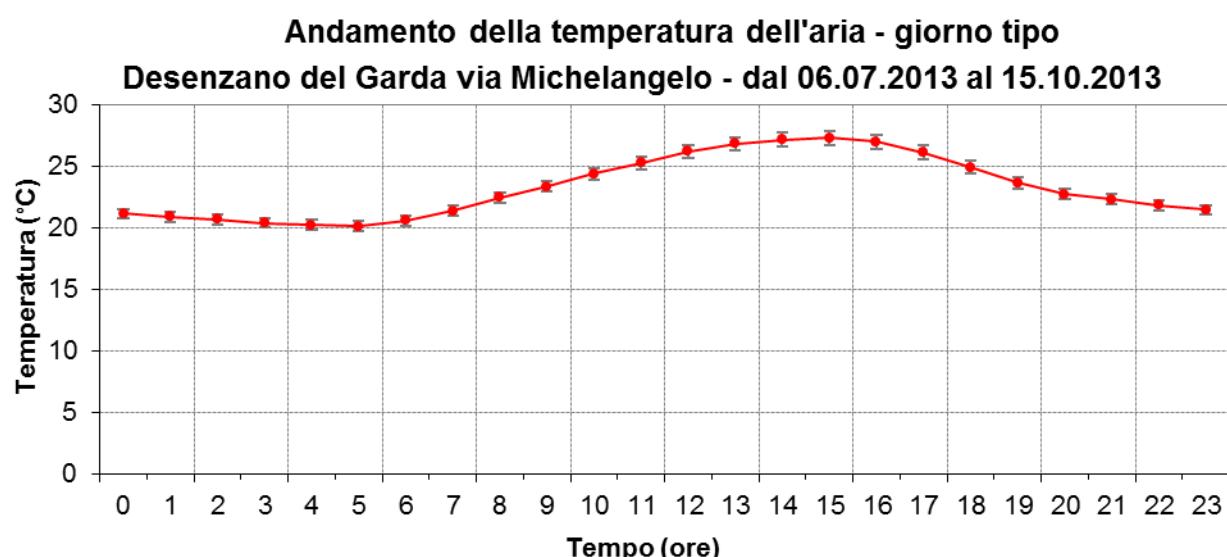


figura 15 - giorno tipo della temperatura dell'aria registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

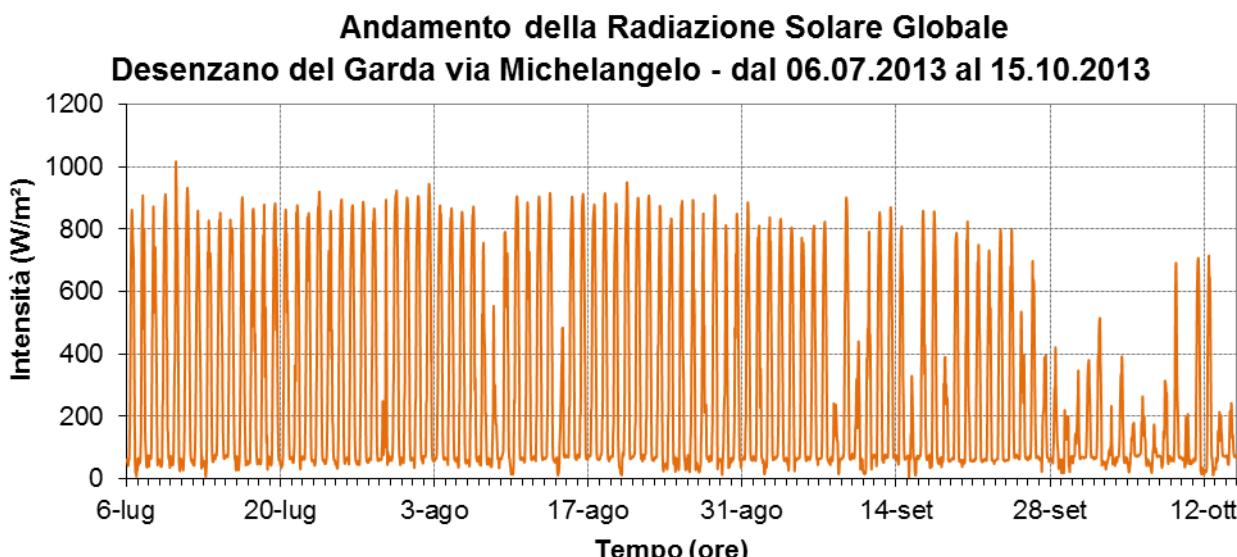


figura 16 - andamento orario della radiazione solare globale registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

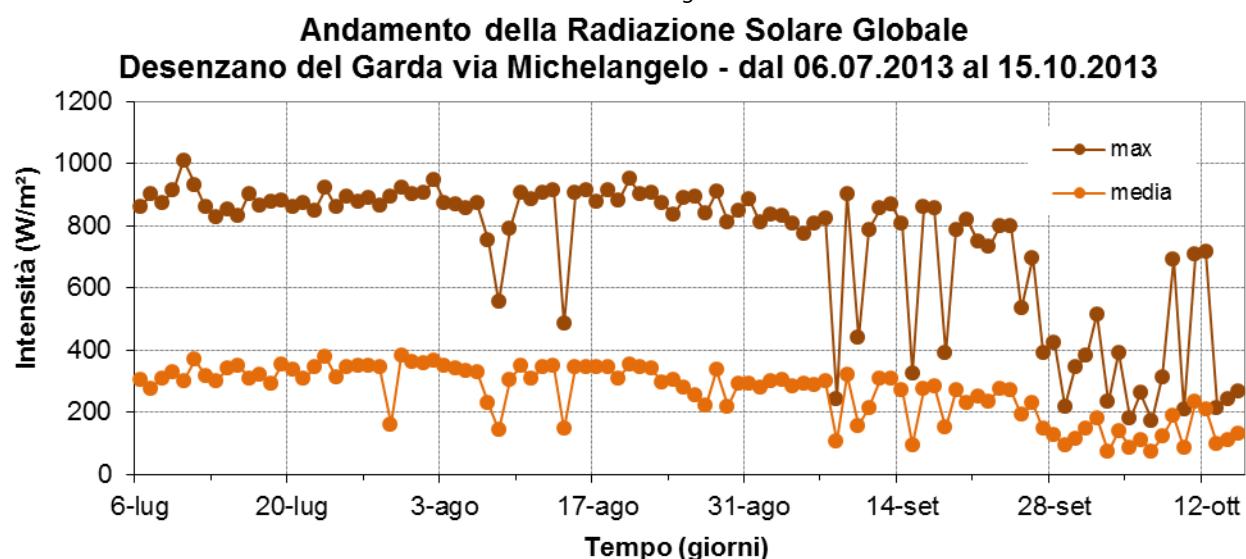


Figura 17 - andamento giornaliero della radiazione solare globale registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

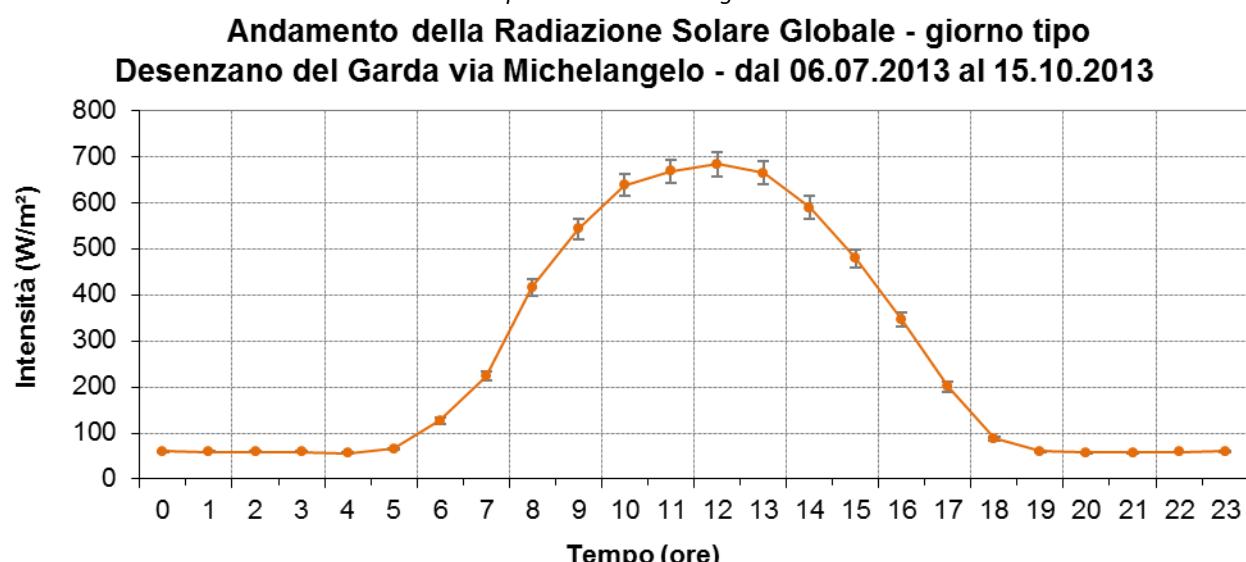


Figura 18 - giorno tipo della radiazione solare globale registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

Andamento dell'umidità relativa dell'aria Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

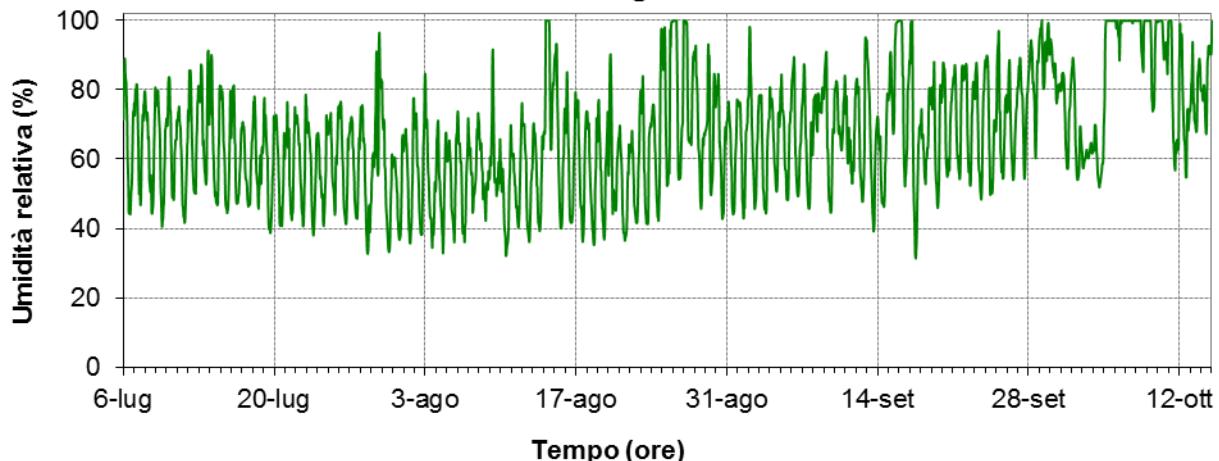


figura 19 – andamento orario della umidità relativa registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

Andamento dell'umidità relativa dell'aria Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

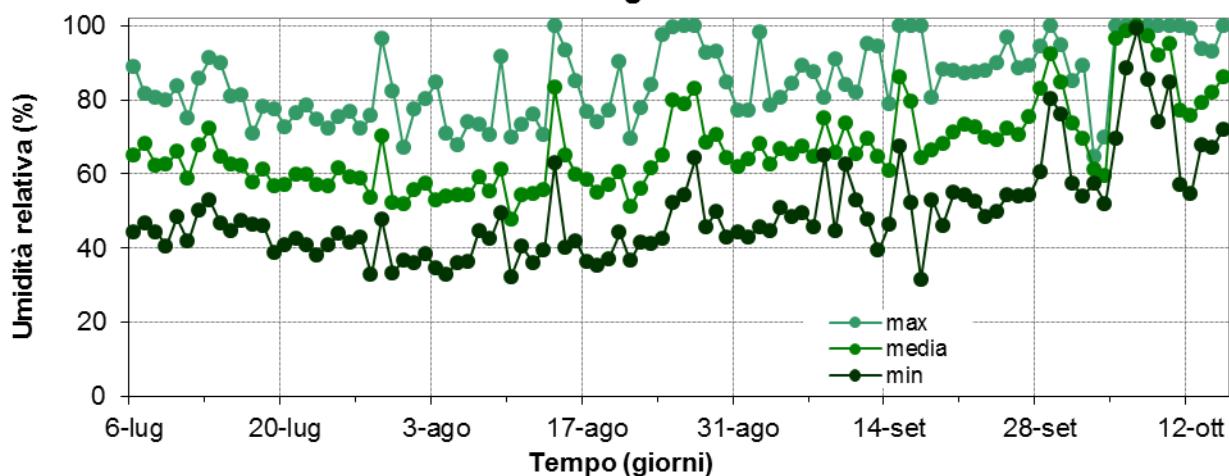


figura 20 – andamento giornaliero della umidità relativa registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

Andamento dell'umidità relativa dell'aria - giorno tipo Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

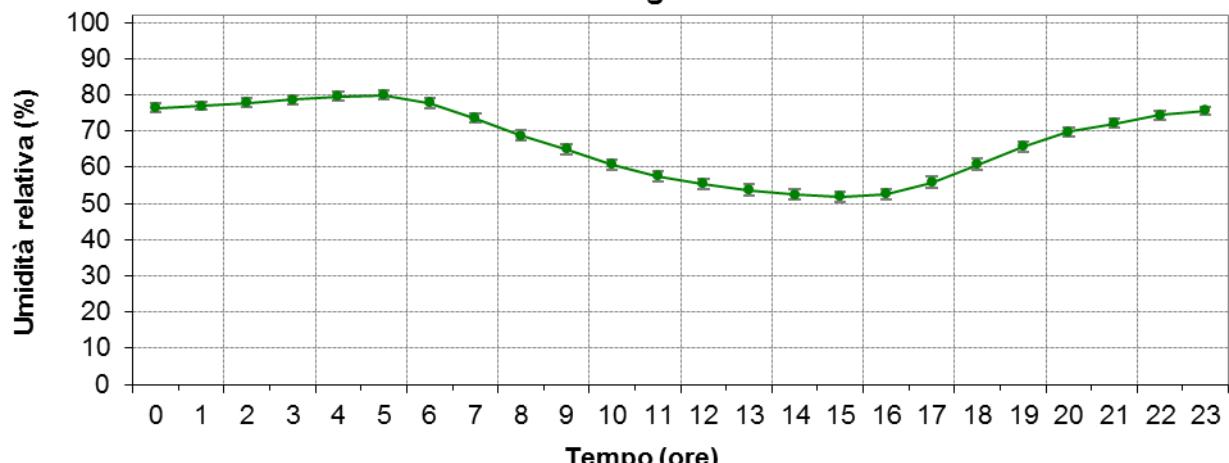


figura 21 – giorno tipo della umidità relativa registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

Andamento dell'umidità assoluta dell'aria
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

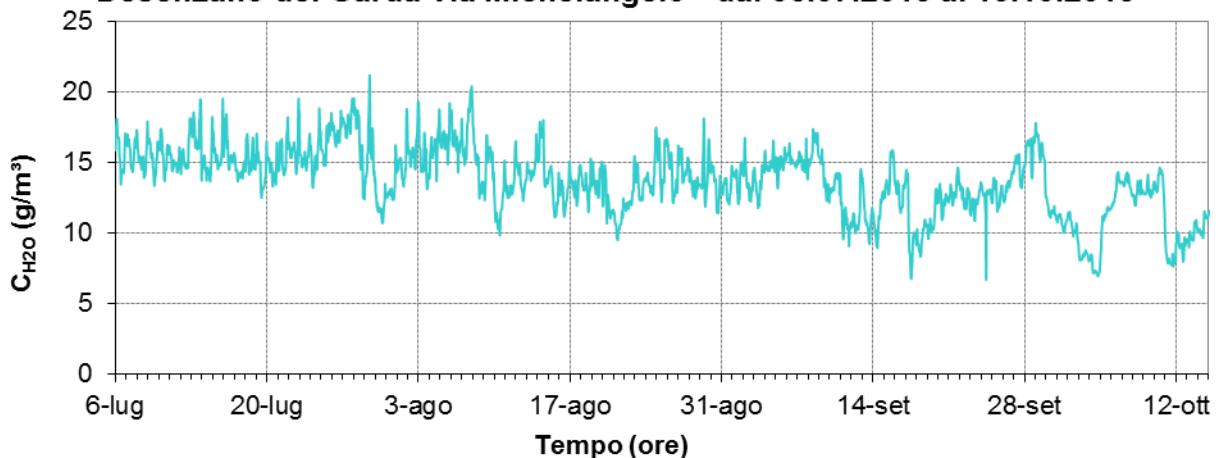


figura 22 – andamento orario della umidità assoluta registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

Andamento dell'umidità assoluta dell'aria
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

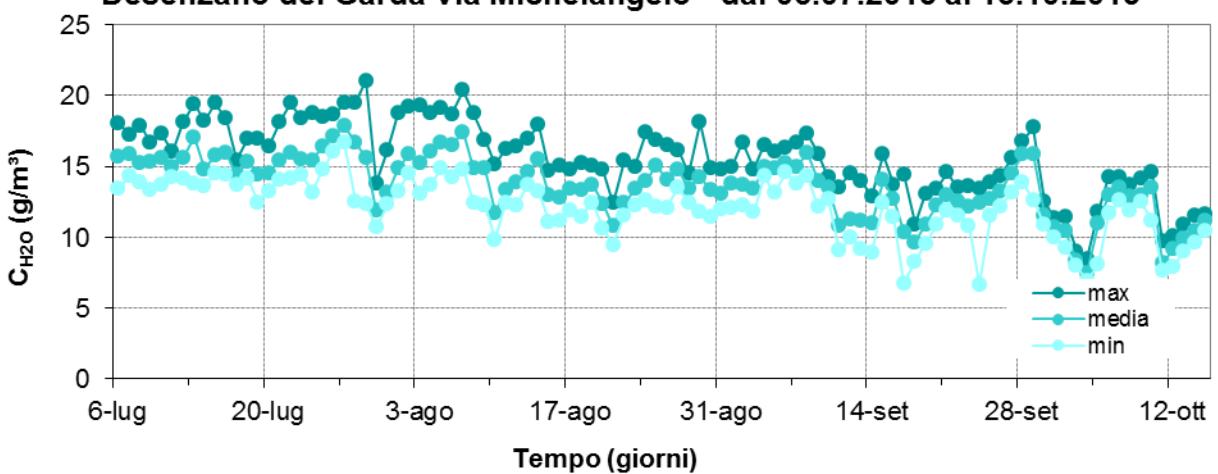


figura 23 – andamento giornaliero della umidità assoluta registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

Andamento dell'umidità assoluta dell'aria - giorno tipo
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

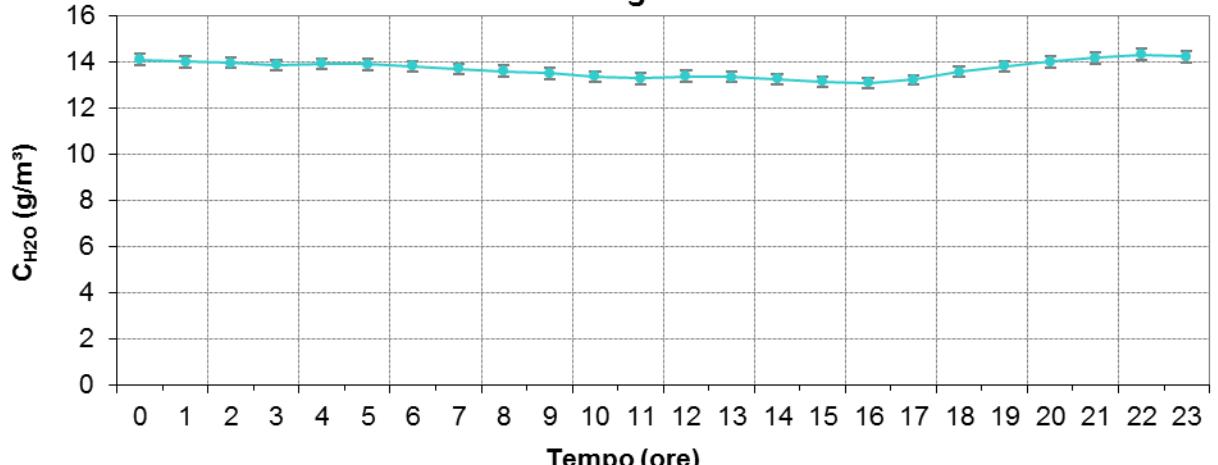


figura 24 - giorno tipo della umidità assoluta registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

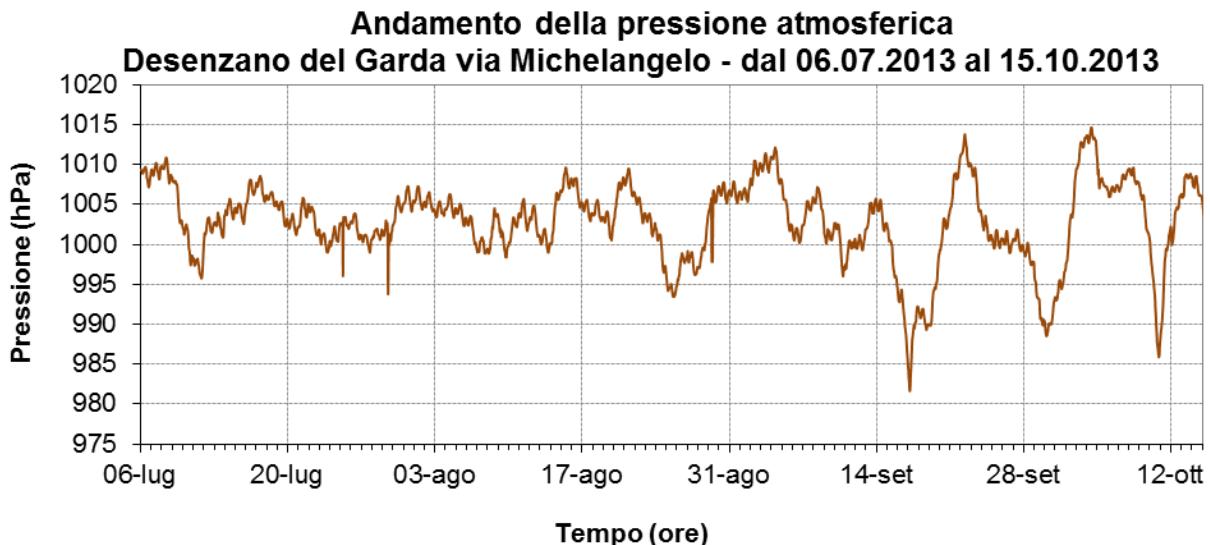


figura 25 - andamento orario della pressione atmosferica registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

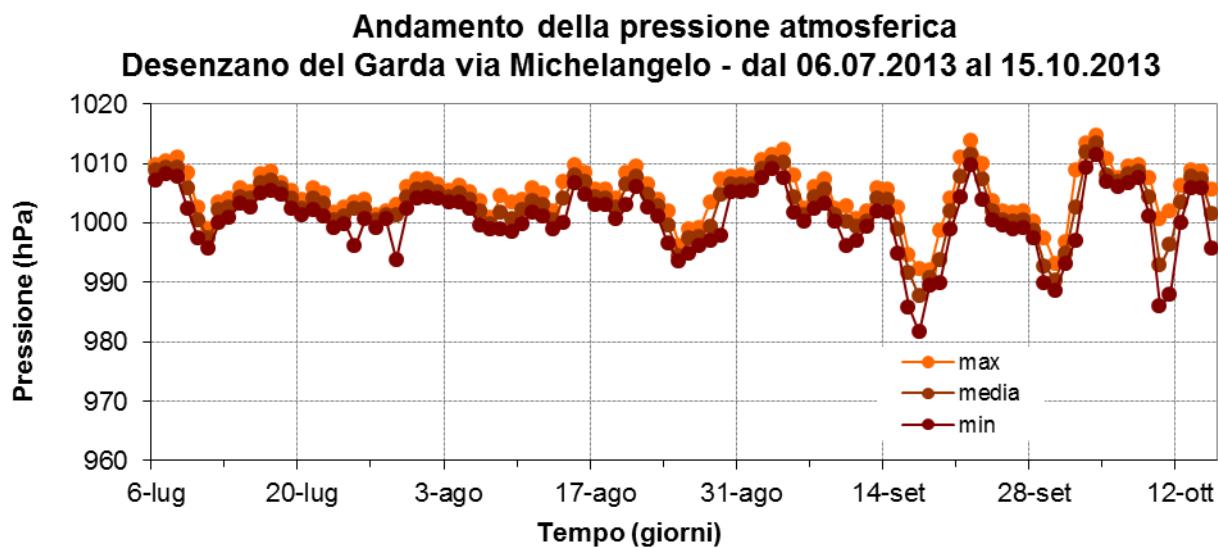


figura 26 – andamento orario della pressione atmosferica registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

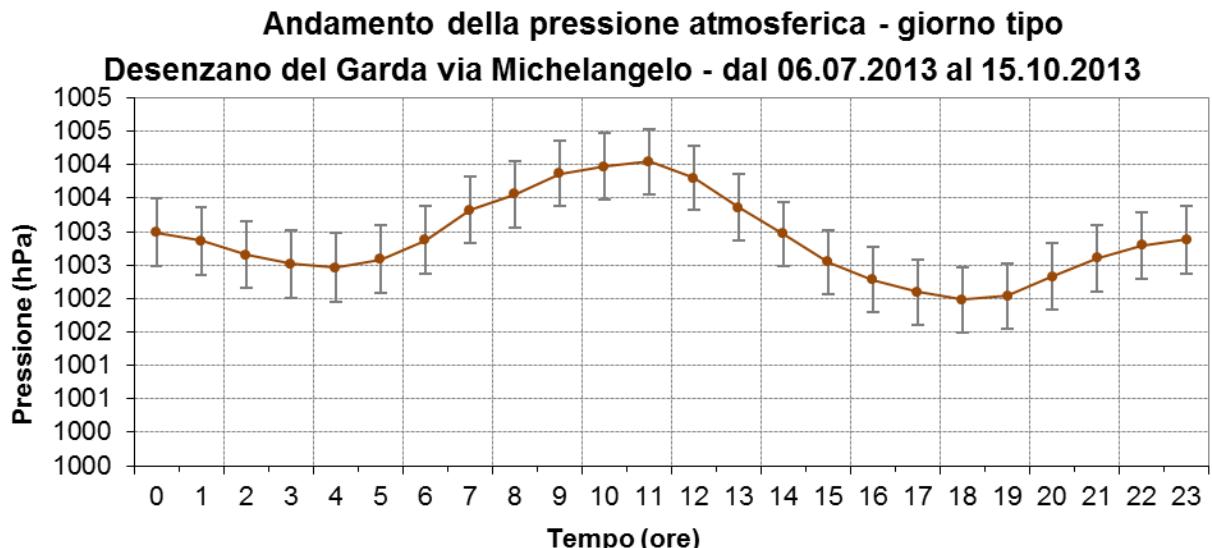


figura 27 – andamento orario della pressione atmosferica registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

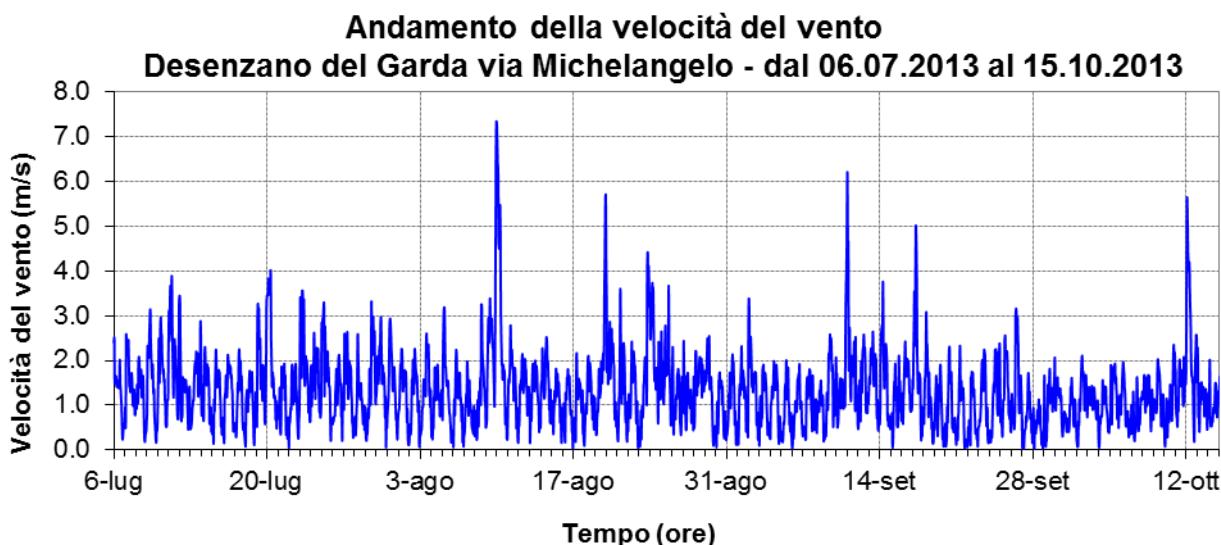


figura 28 – andamento orario della velocità del vento registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

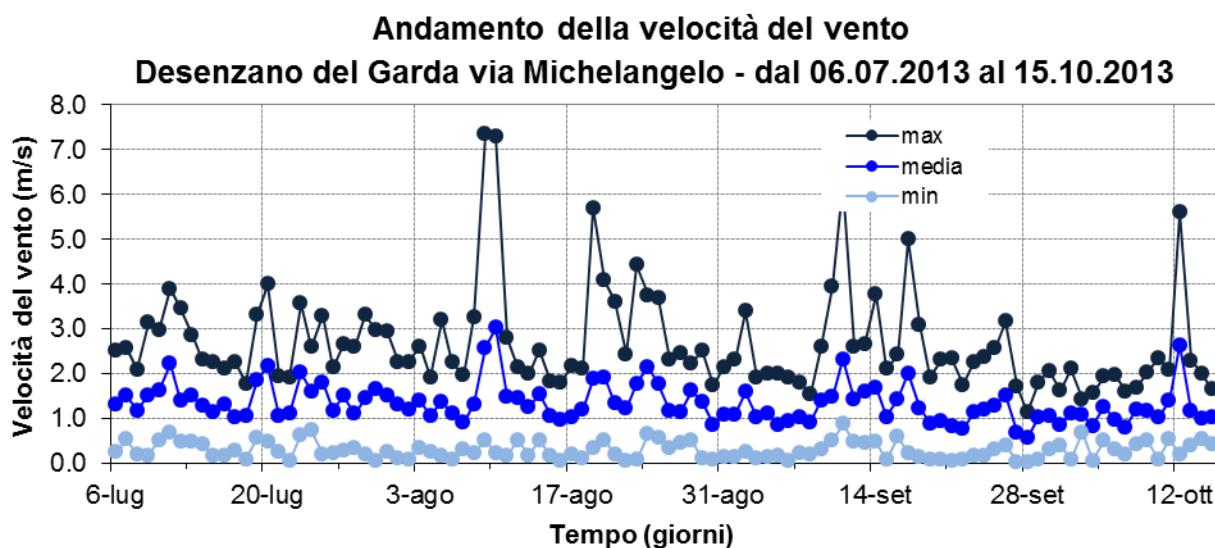


figura 29 – andamento giornaliero della velocità del vento registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

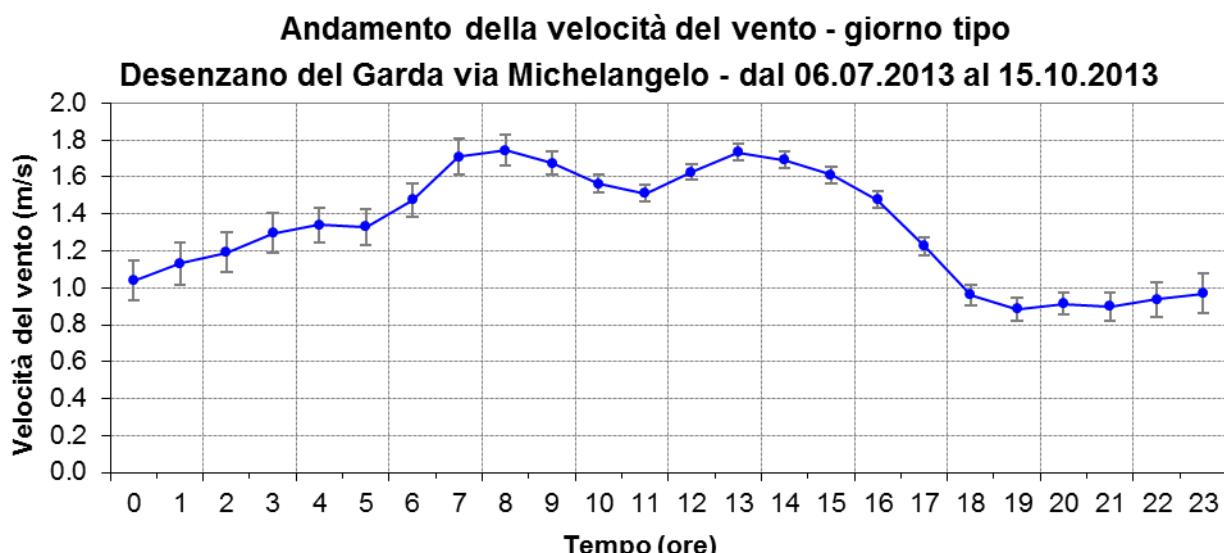


figura 30 – giorno tipo della velocità del vento registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

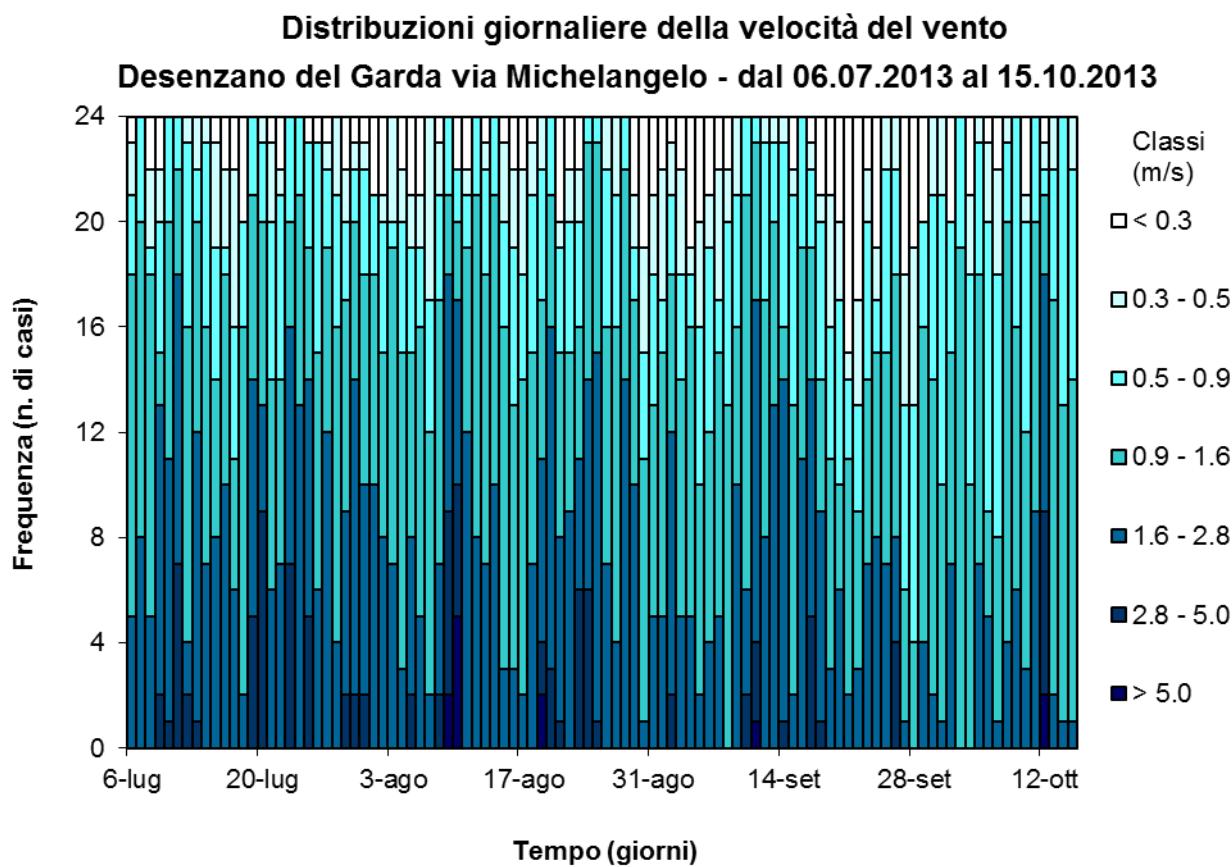


figura 31 – distribuzioni giornaliere velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

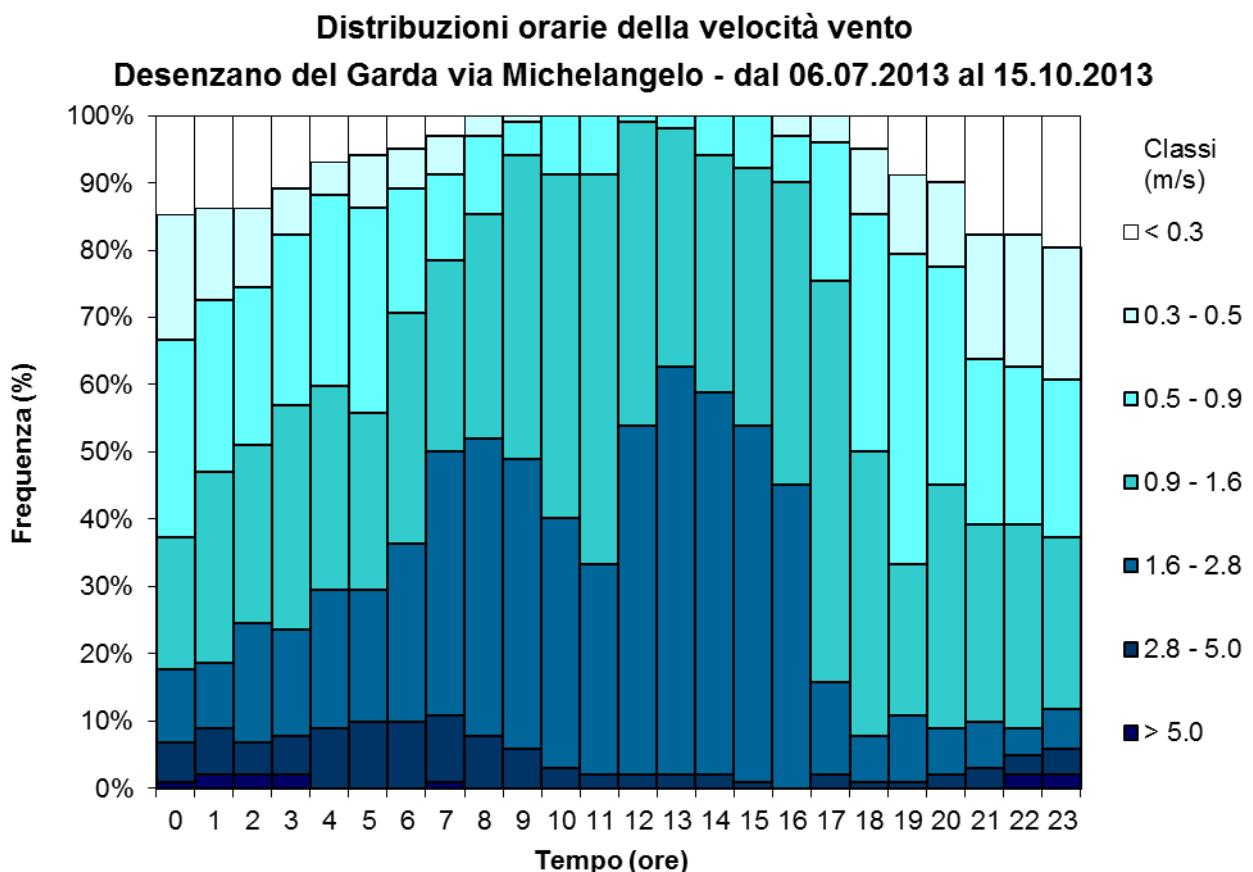


figura 32 –distribuzioni orarie velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

Rose giornaliere del vento

Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

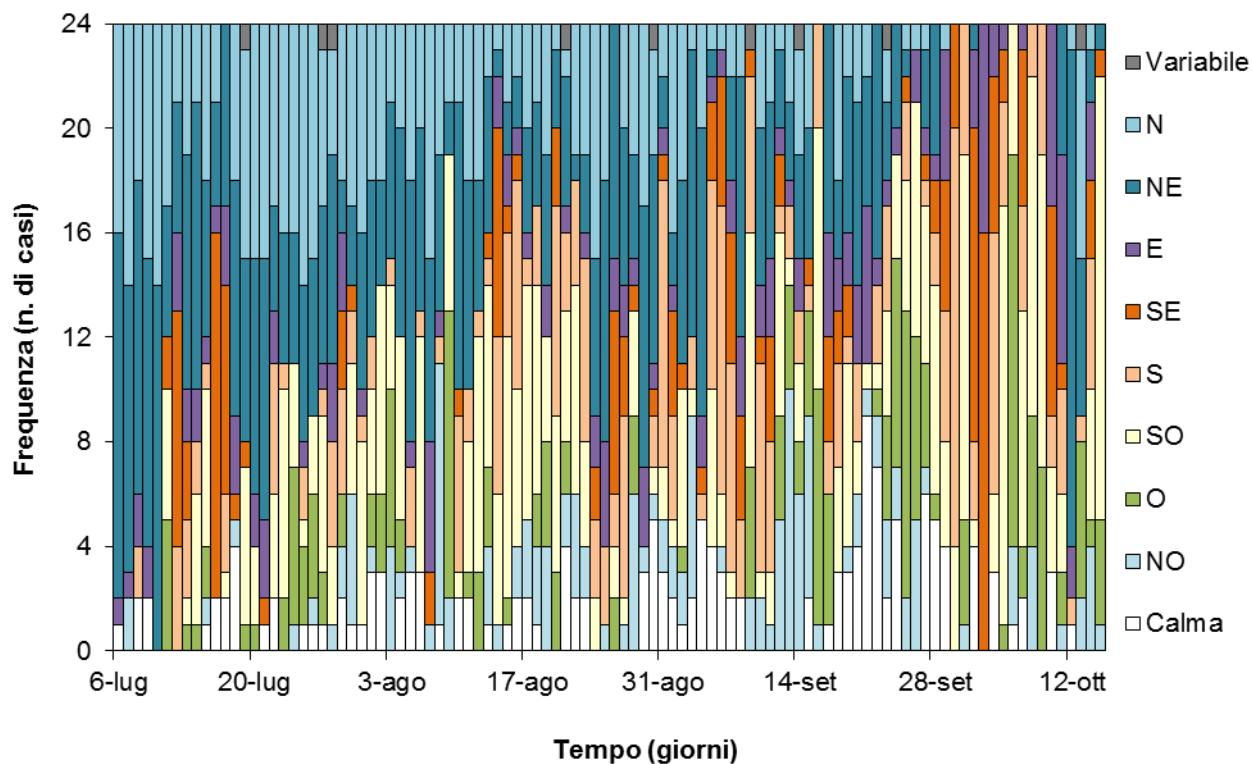


figura 33 –rose giornaliere del vento registrate dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

Rose orarie del vento

Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

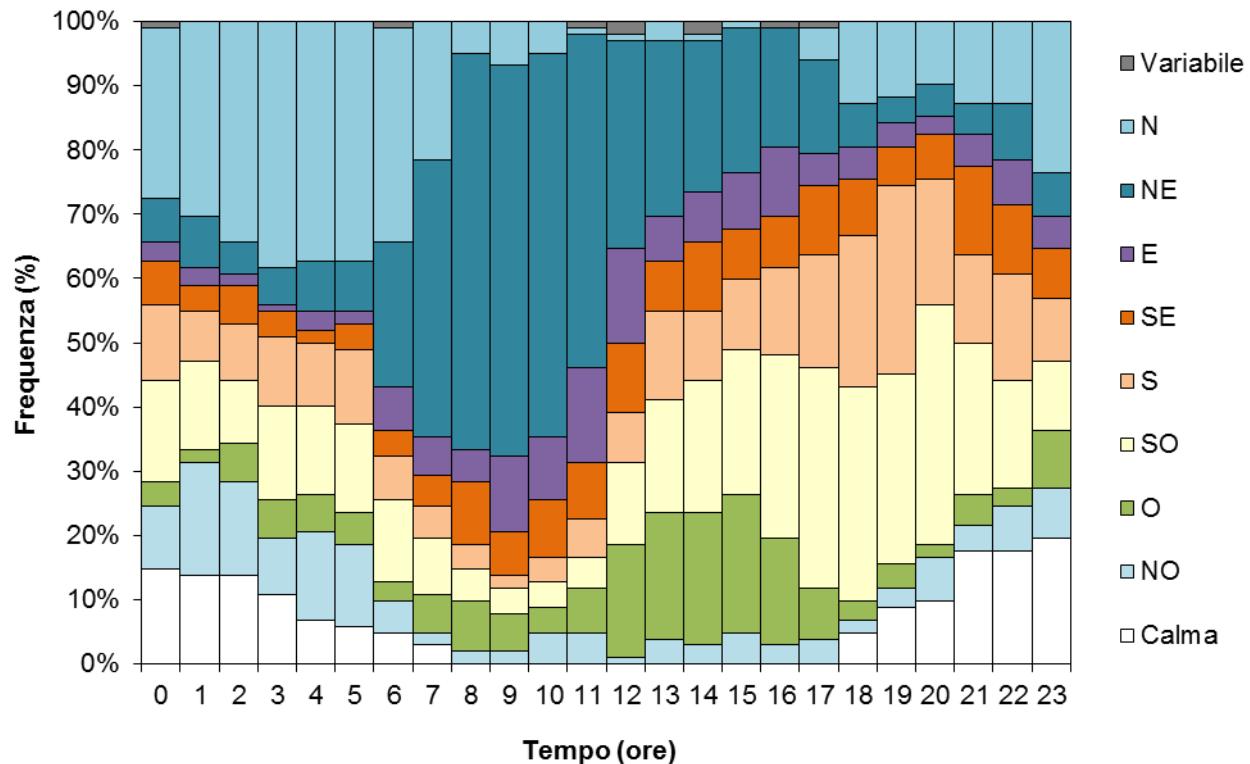


figura 34 - rose orarie del vento registrate dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

Rosa del vento
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

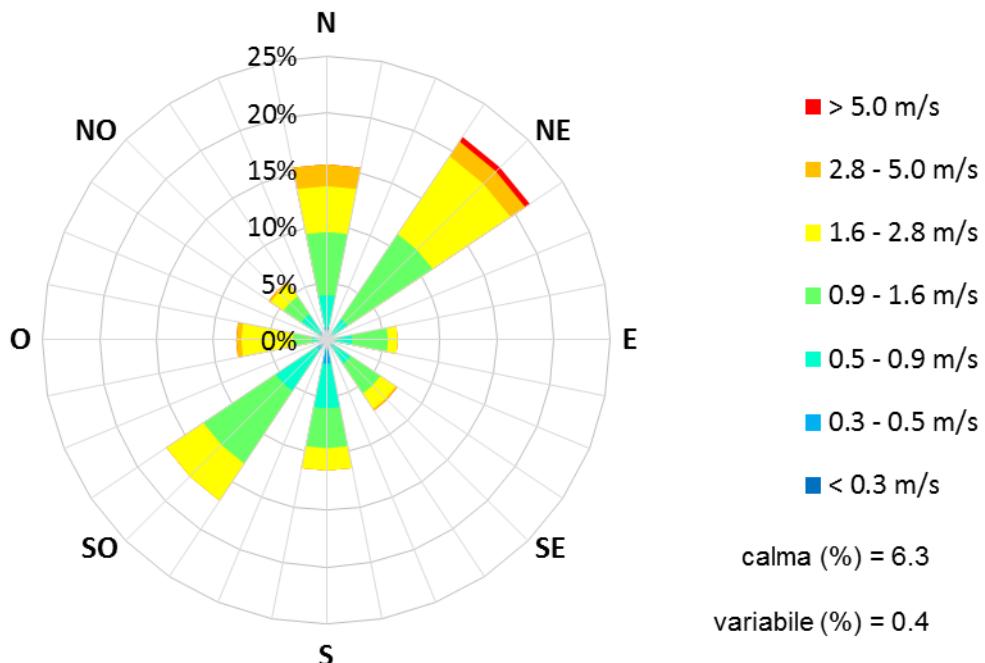


figura 35 - rosa del vento registrata dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

Andamento delle precipitazioni
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

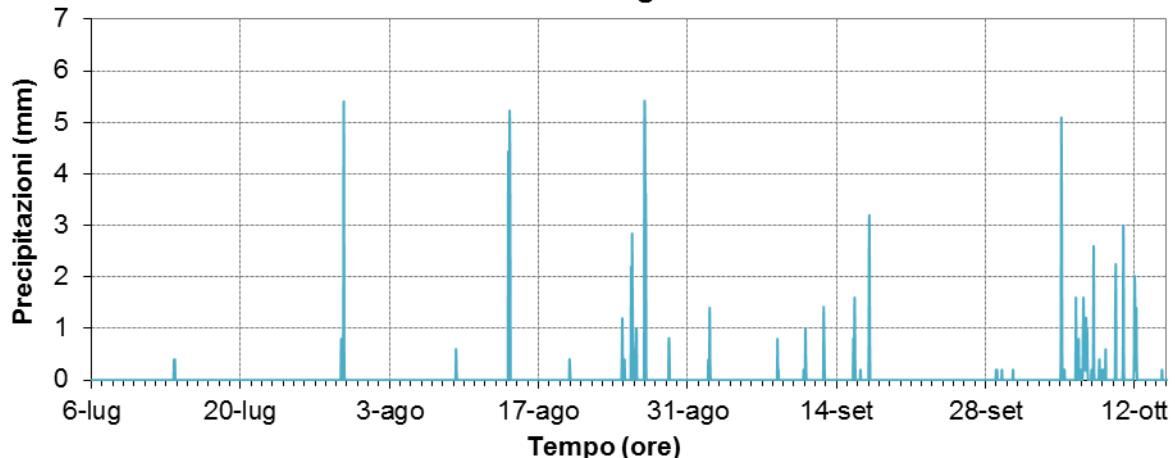


figura 36 – andamento orario delle precipitazioni registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

Andamento delle precipitazioni
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

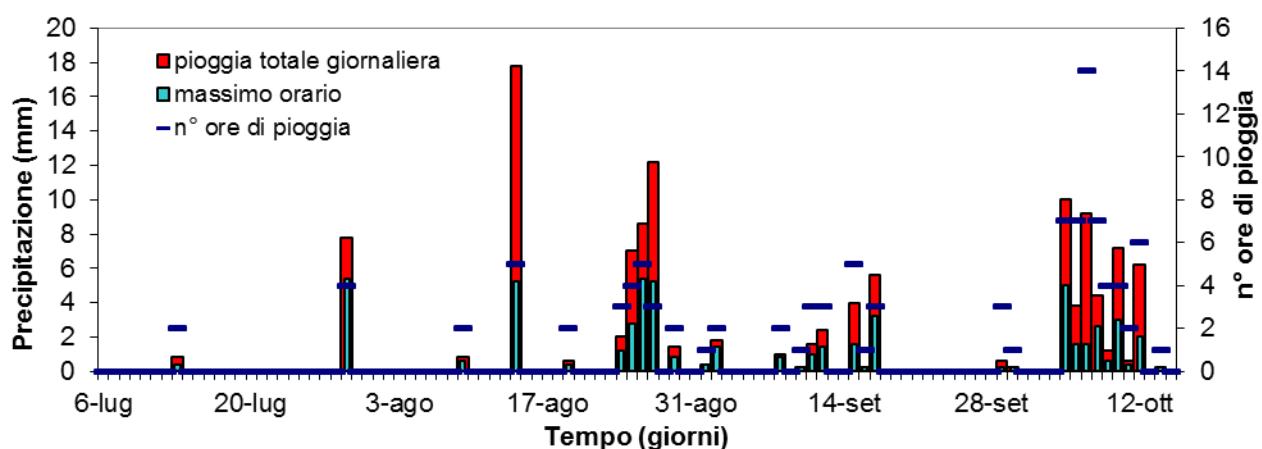


figura 37 – andamento giornaliero delle precipitazioni registrato dal laboratorio mobile nel periodo estivo presso via Michelangelo

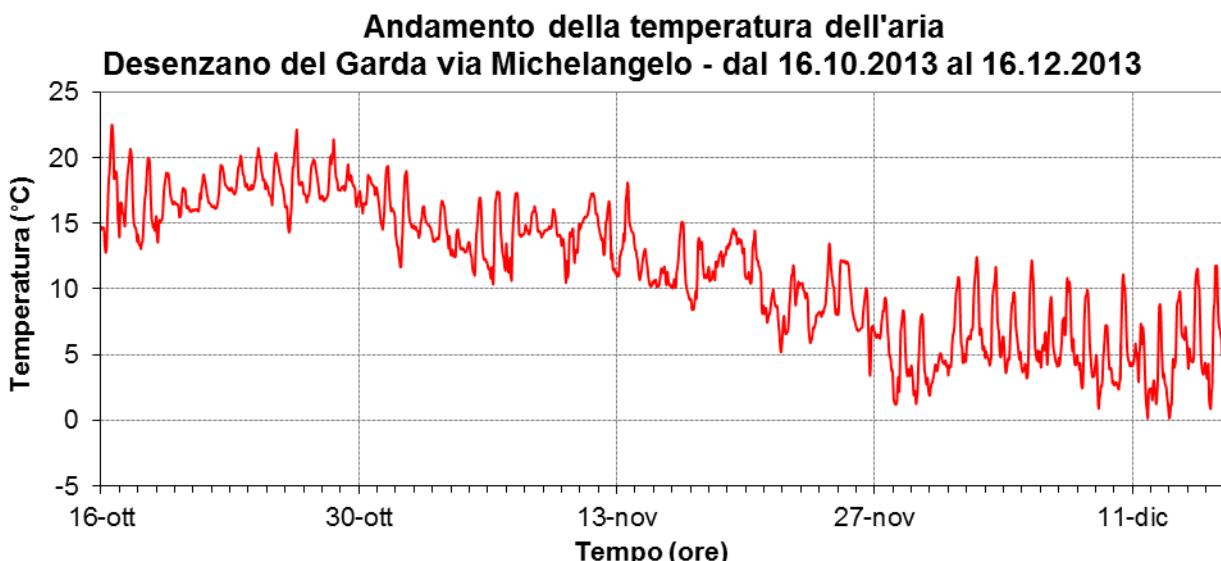


figura 38 - andamento orario della temperatura dell'aria registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

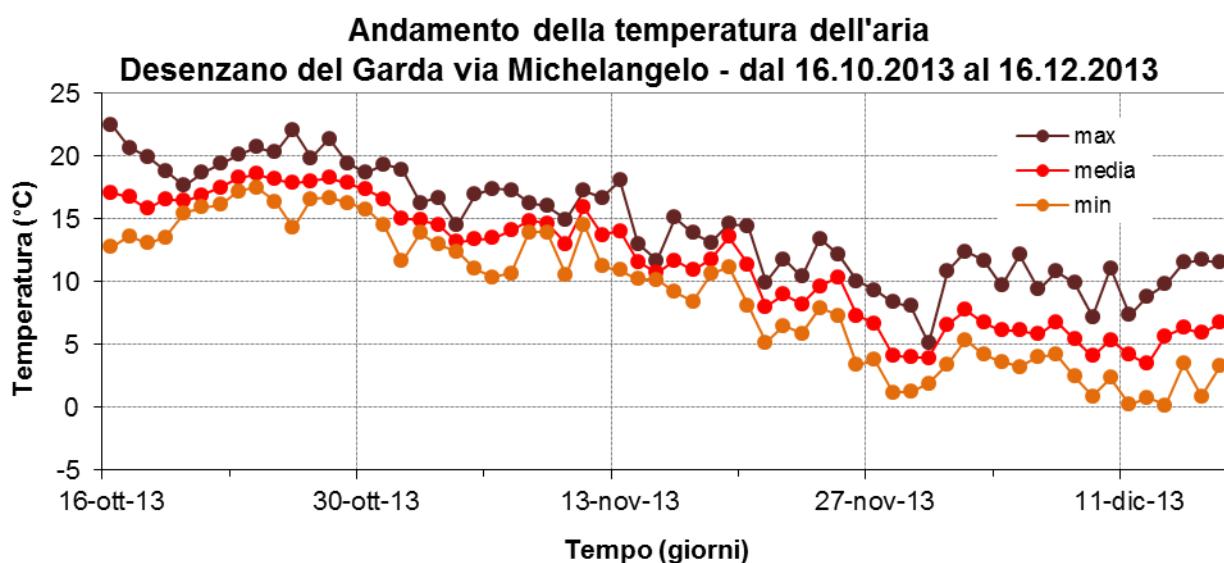


figura 39 - andamento giornaliero della temperatura dell'aria registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

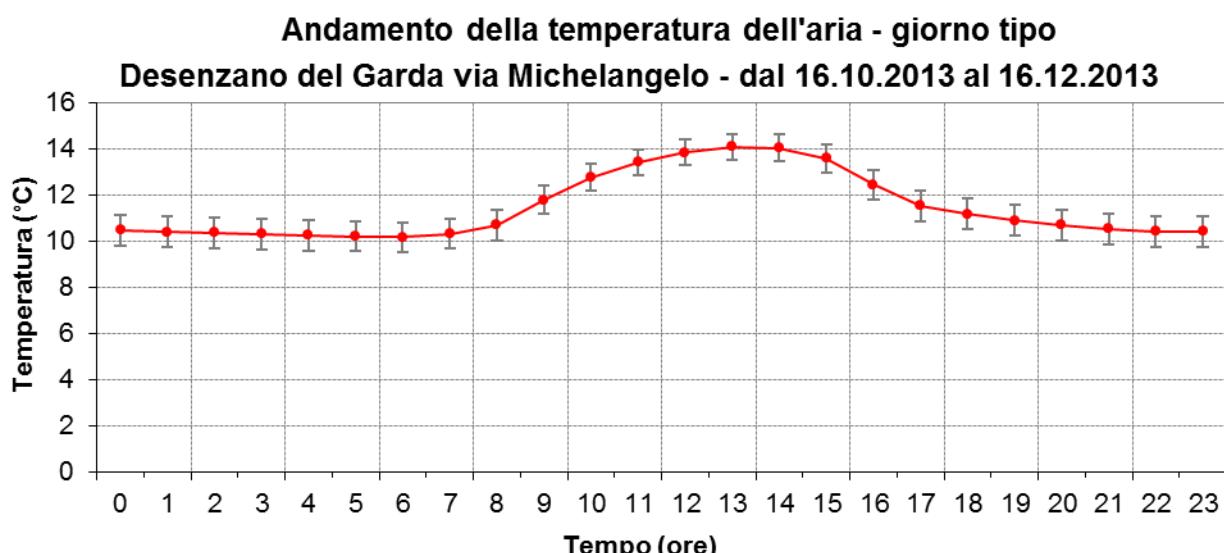


figura 40 - giorno tipo della temperatura dell'aria registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

Andamento della Radiazione Solare Globale
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

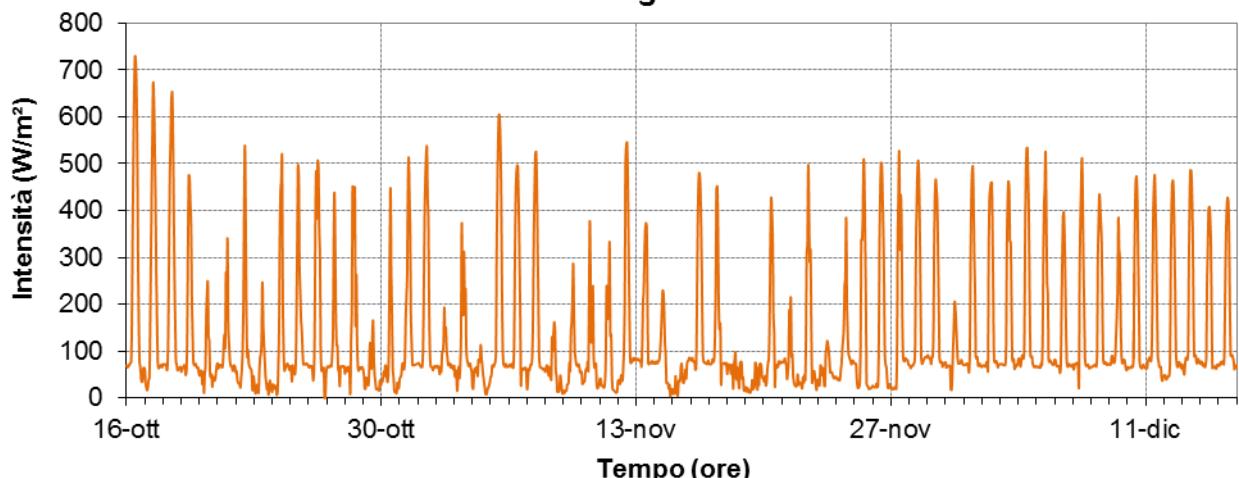


figura 41 - andamento orario della radiazione solare globale registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

Andamento della Radiazione Solare Globale
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

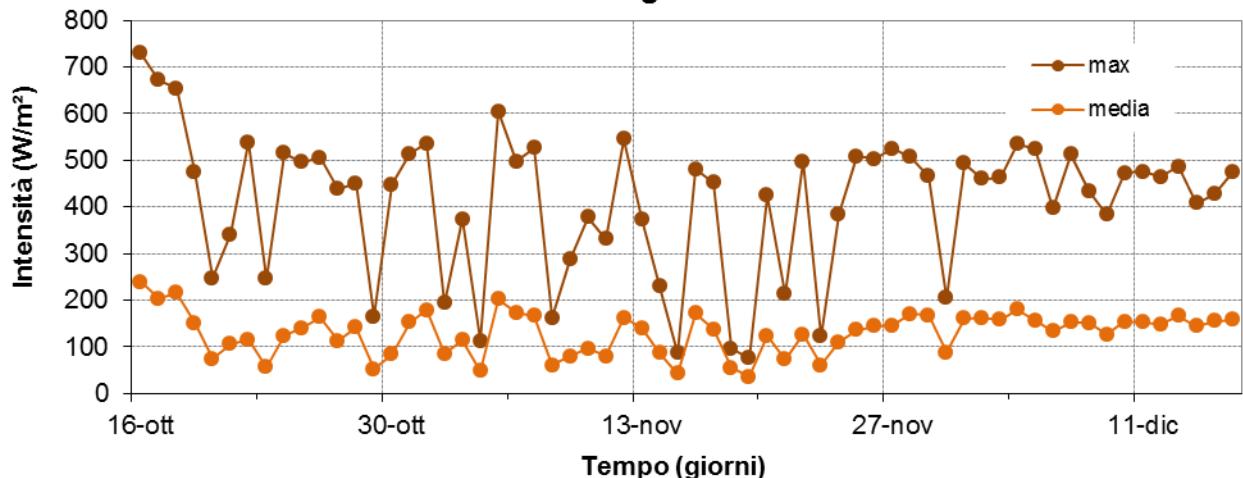


figura 42 - andamento giornaliero della radiazione solare globale registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

Andamento della Radiazione Solare Globale - giorno tipo
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

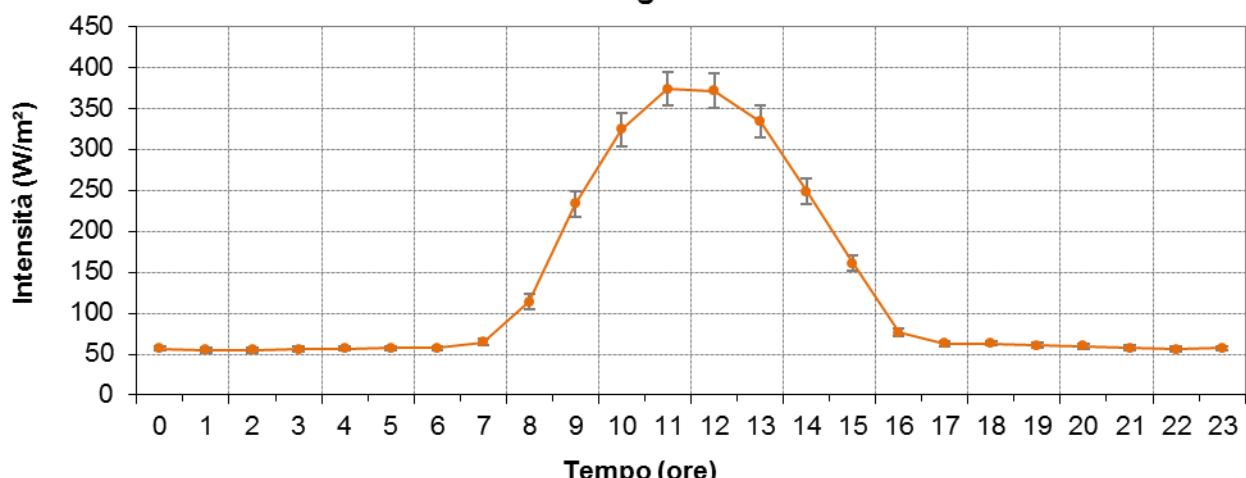


figura 43 – giorno tipo della radiazione solare globale registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

Andamento dell'umidità relativa dell'aria

Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

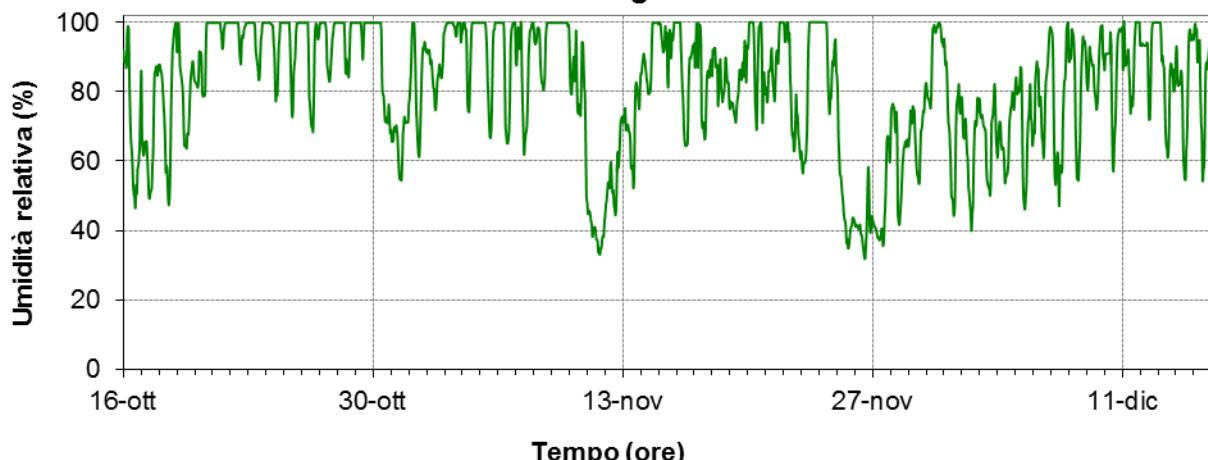


figura 44 - andamento orario della umidità relativa registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

Andamento dell'umidità relativa dell'aria

Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

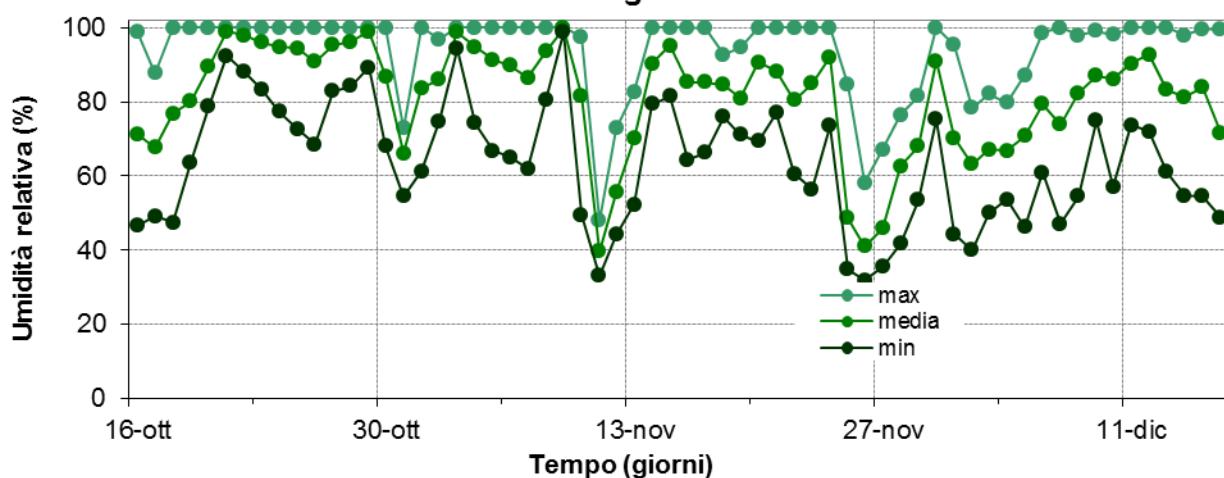


figura 45 – andamento giornaliero della umidità relativa registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

Andamento dell'umidità relativa dell'aria - giorno tipo

Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

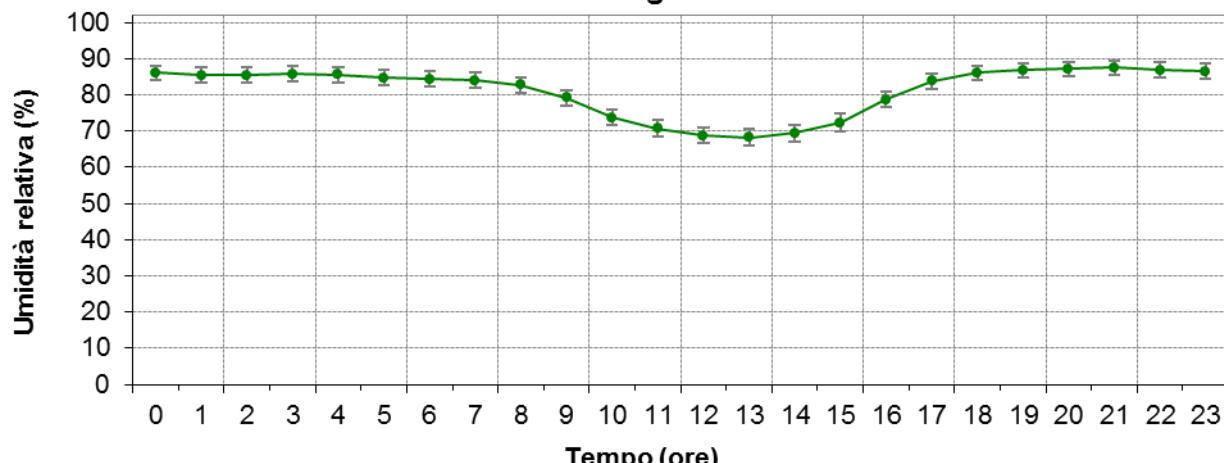


figura 46 - giorno tipo della umidità relativa registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

Andamento dell'umidità assoluta dell'aria
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

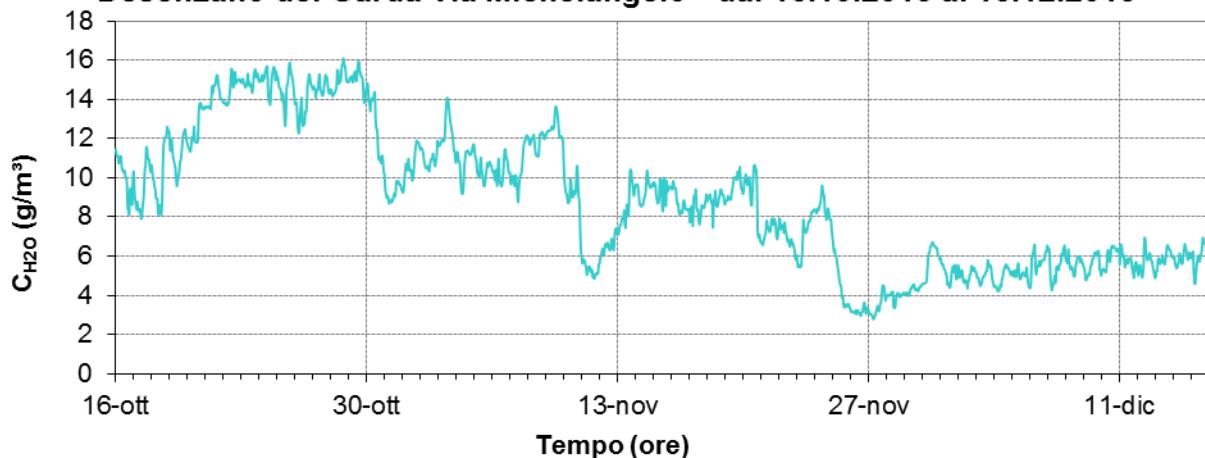


figura 47 – andamento orario della umidità assoluta registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

Andamento dell'umidità assoluta dell'aria
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

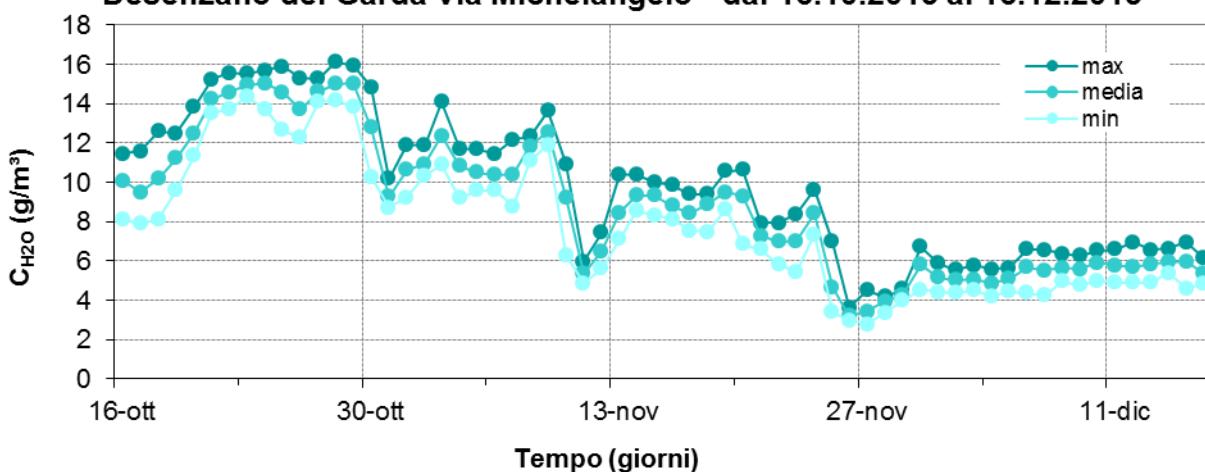


figura 48 – andamento giornaliero della umidità assoluta registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

Andamento dell'umidità assoluta dell'aria - giorno tipo
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

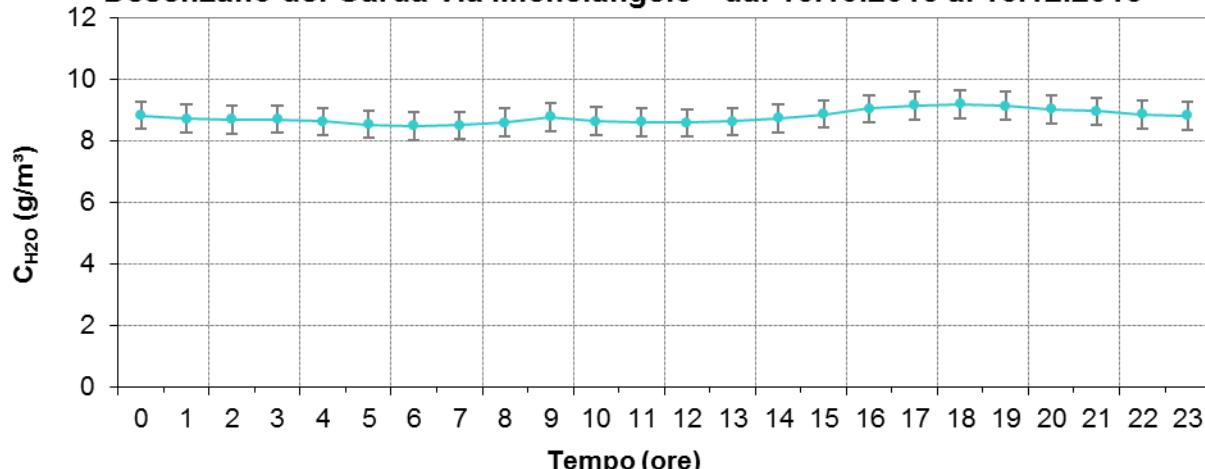


figura 49 – giorno tipo della umidità assoluta registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

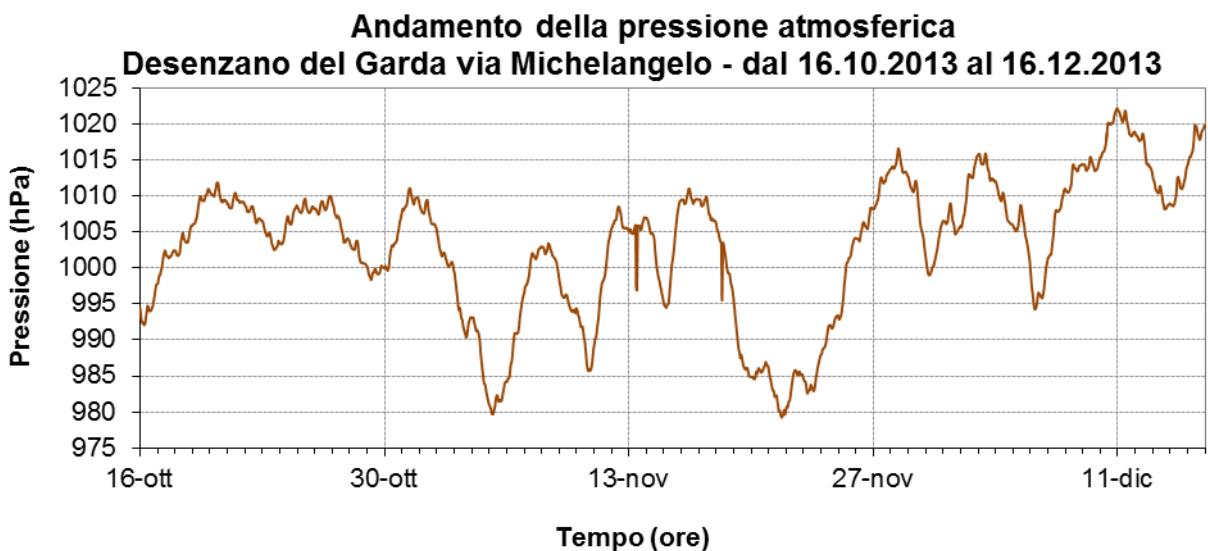


figura 50 – andamento orario della pressione atmosferica registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

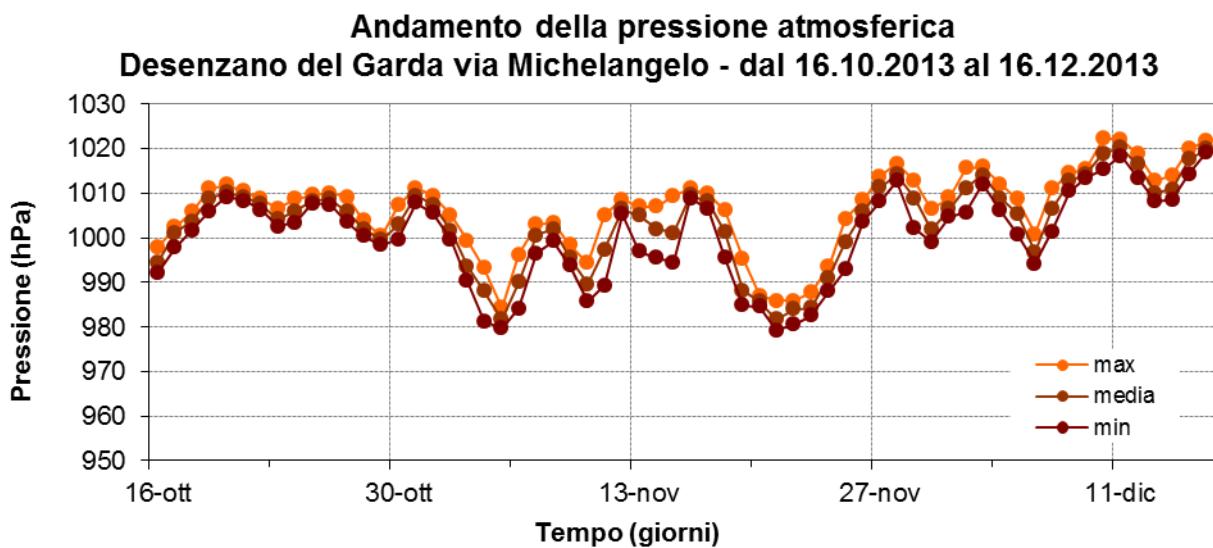


figura 51 – andamento giornaliero della pressione atmosferica registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

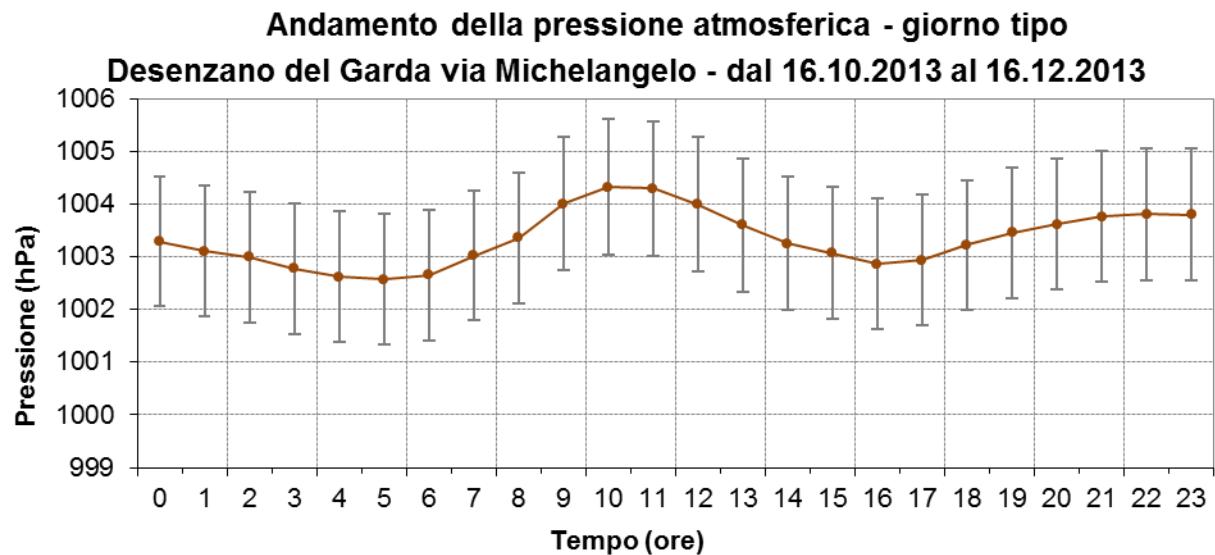


figura 52 – giorno tipo della pressione atmosferica registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

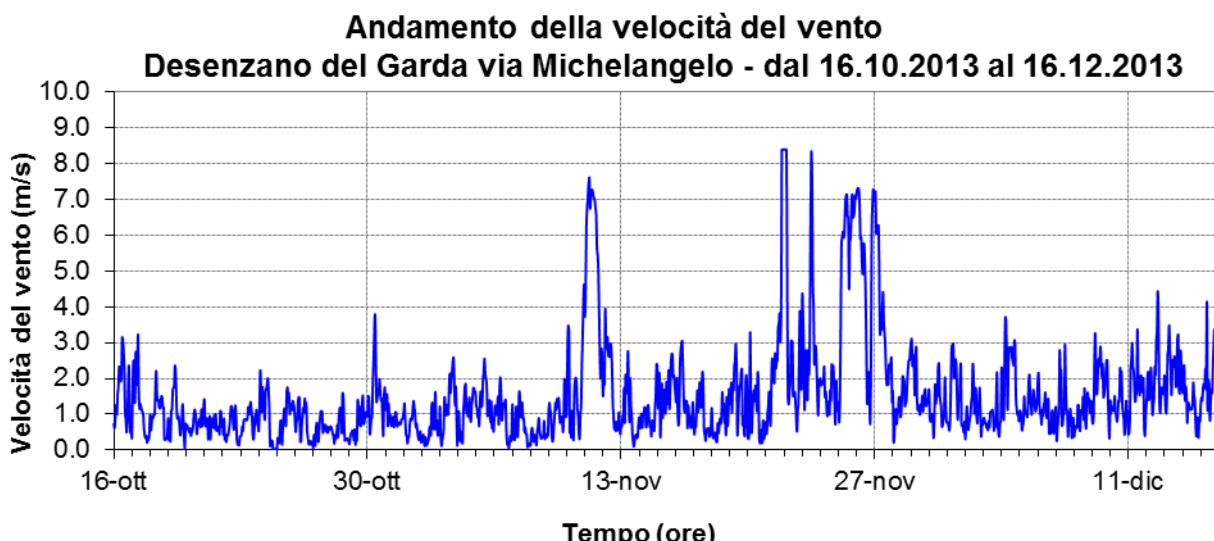


figura 53 – andamento orario della velocità del vento registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

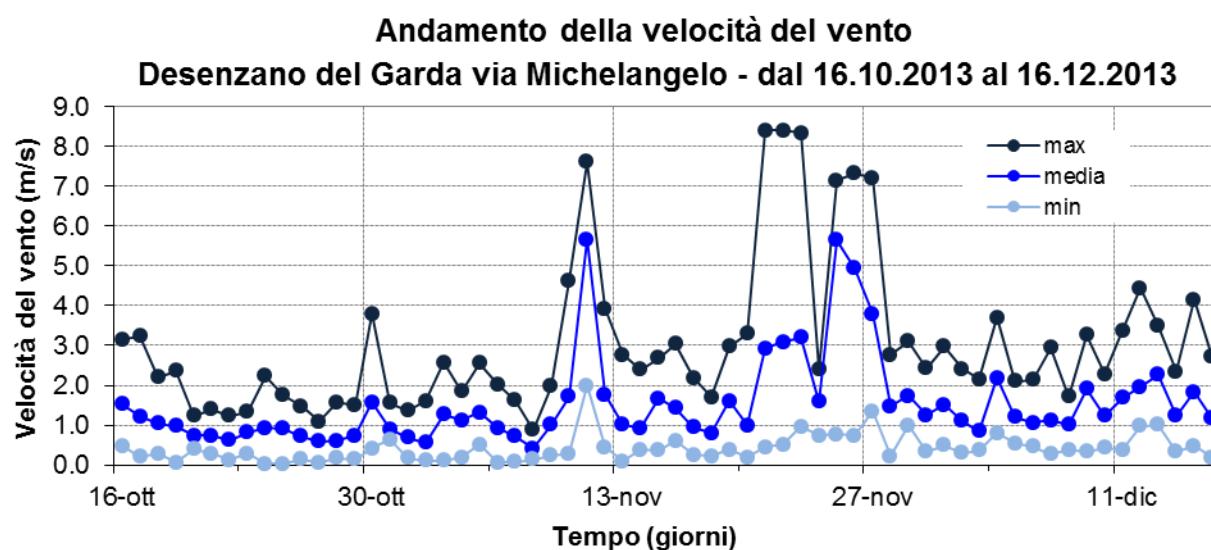


figura 54 – andamento giornaliero della velocità del vento registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

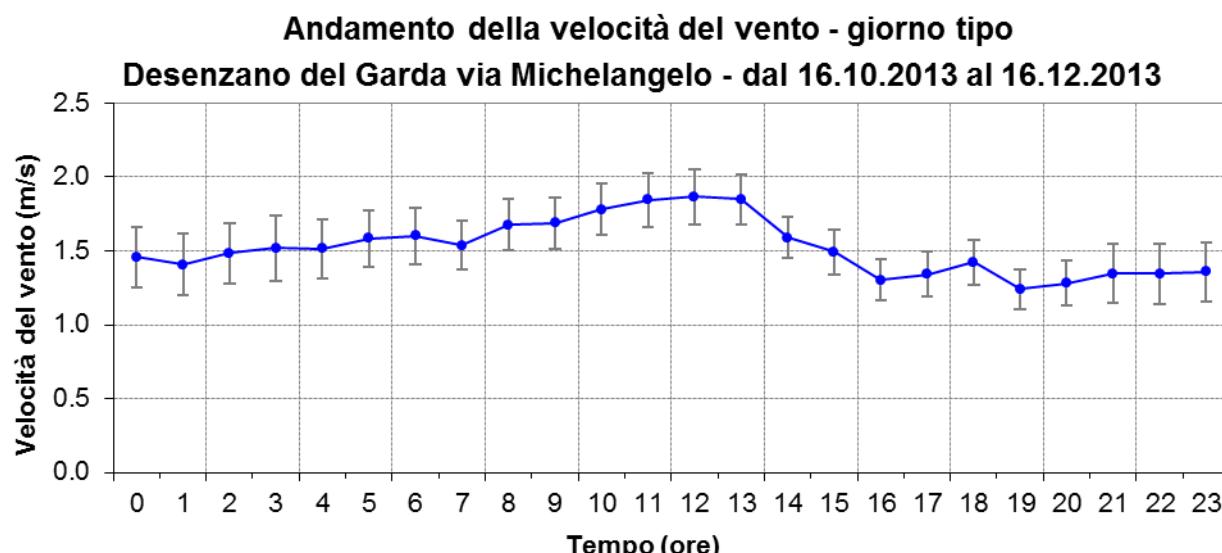


figura 55 - giorno tipo della velocità del vento registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

Distribuzioni giornaliere della velocità del vento
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

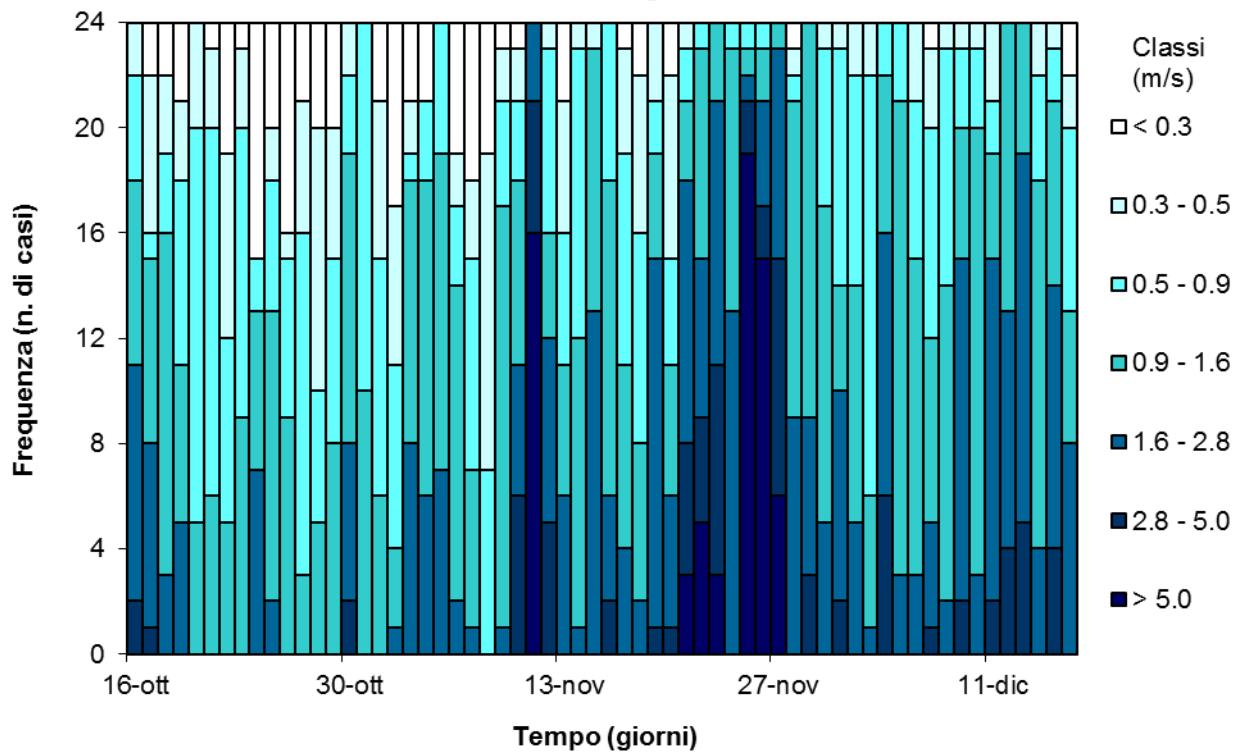


figura 56 – distribuzioni giornaliere velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

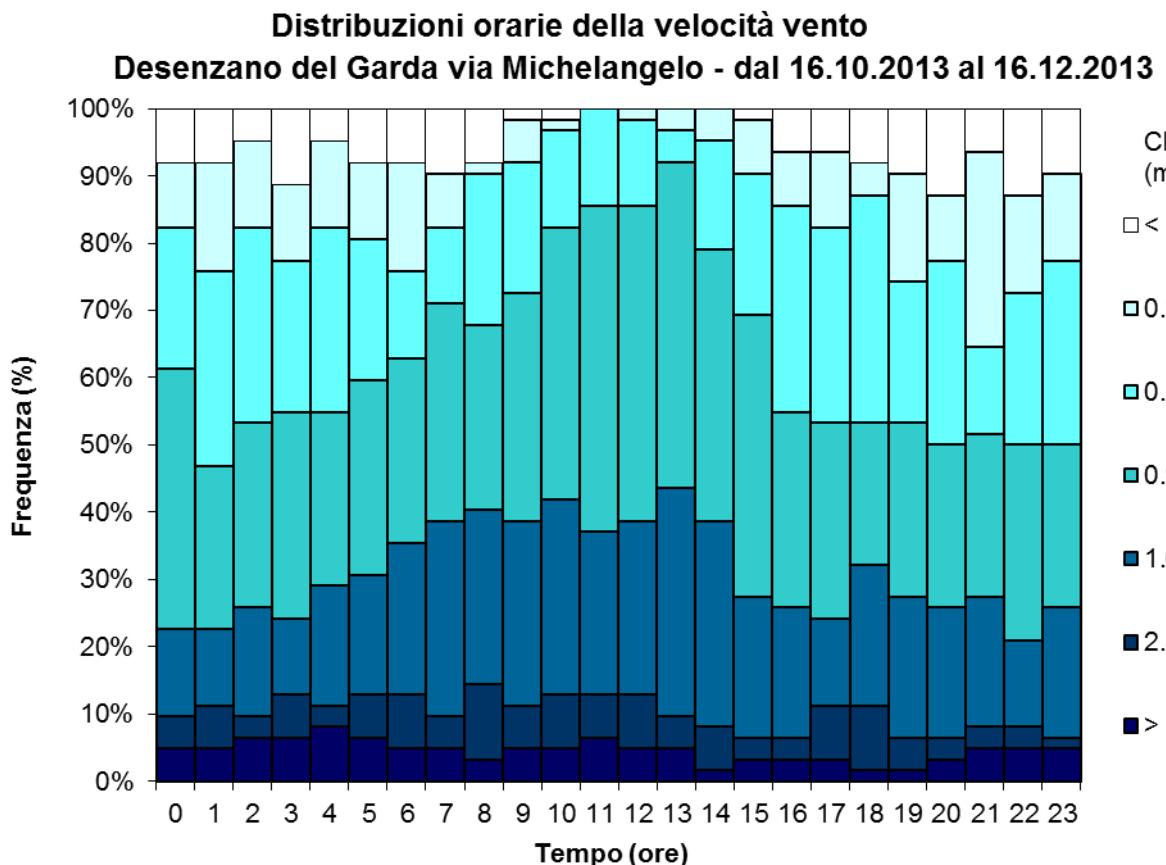


figura 57 –distribuzioni orarie velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

Rose giornaliere del vento

Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

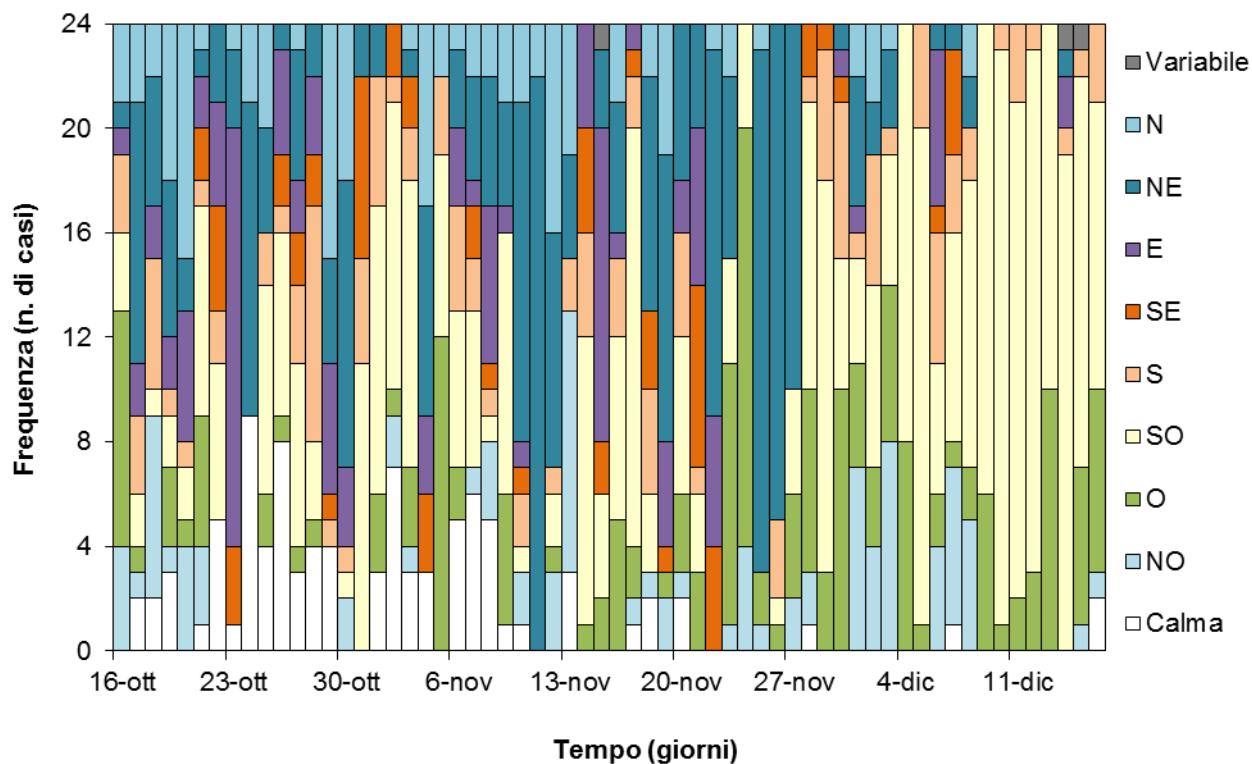


figura 58 –rose giornaliere del vento registrate dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

Rose orarie del vento

Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

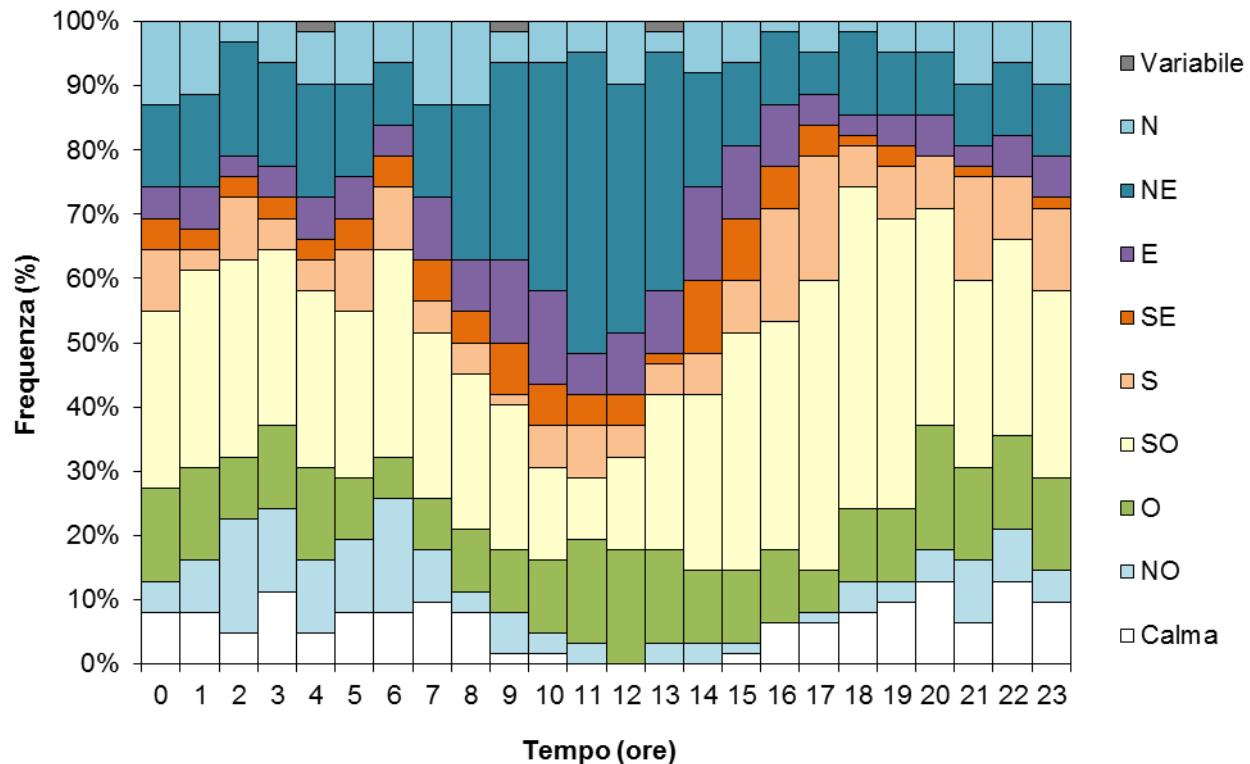


figura 59 –rose orarie del vento registrate dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

Rosa del vento
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

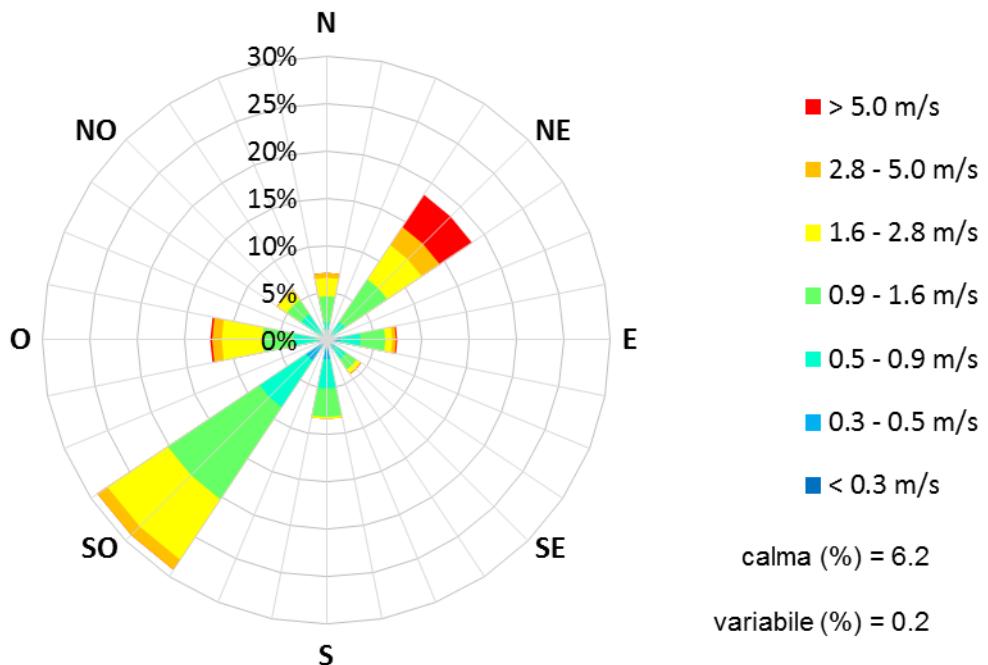


figura 60 – rosa del vento registrata dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

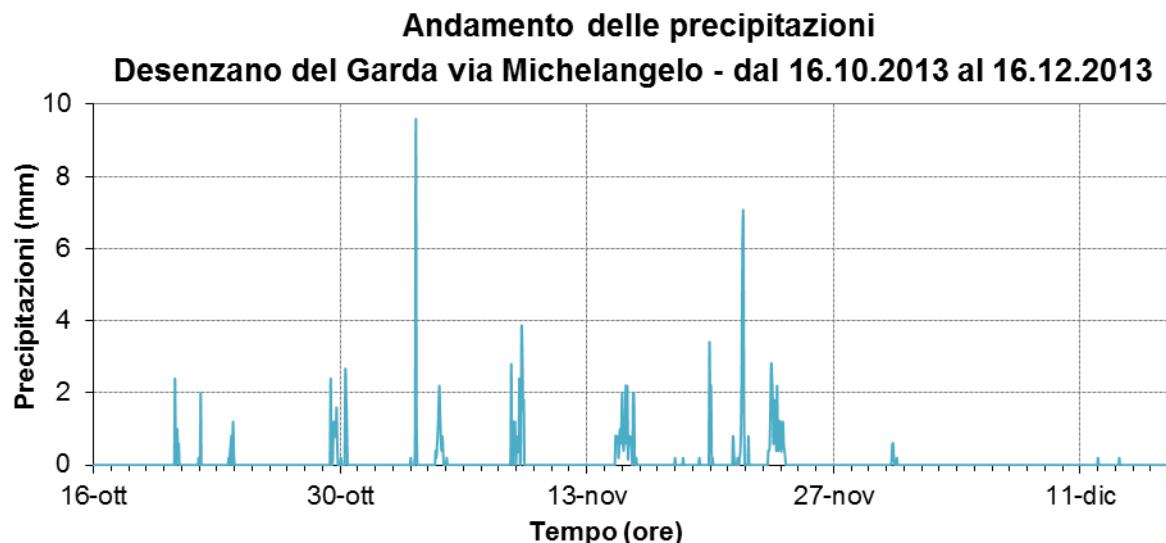


figura 61 – andamento orario delle precipitazioni registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

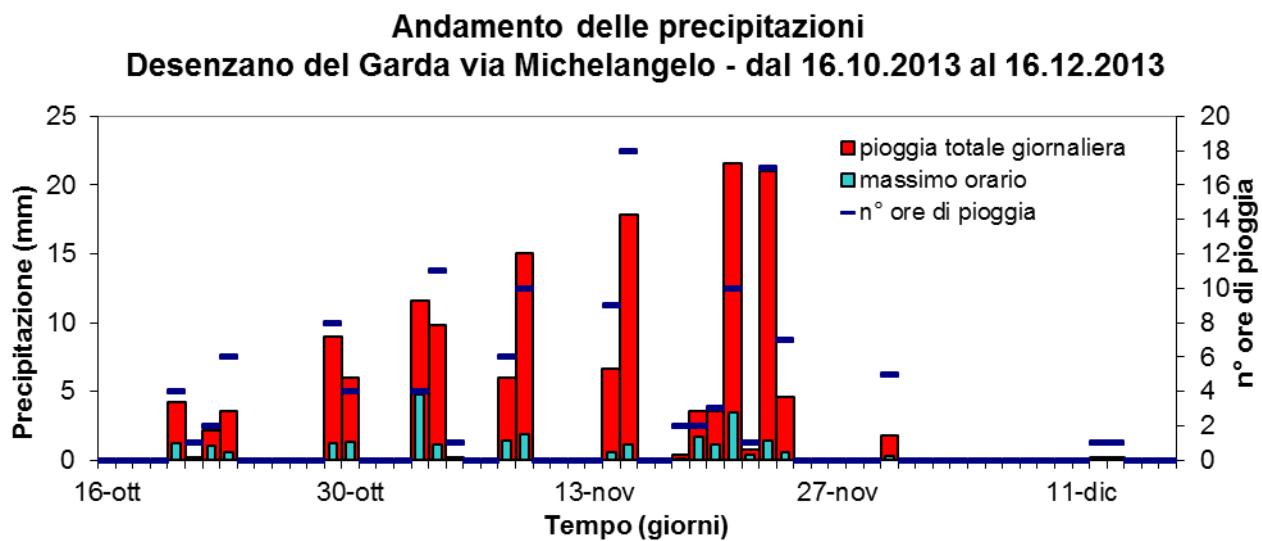


figura 62 – andamento giornaliero delle precipitazioni registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Michelangelo

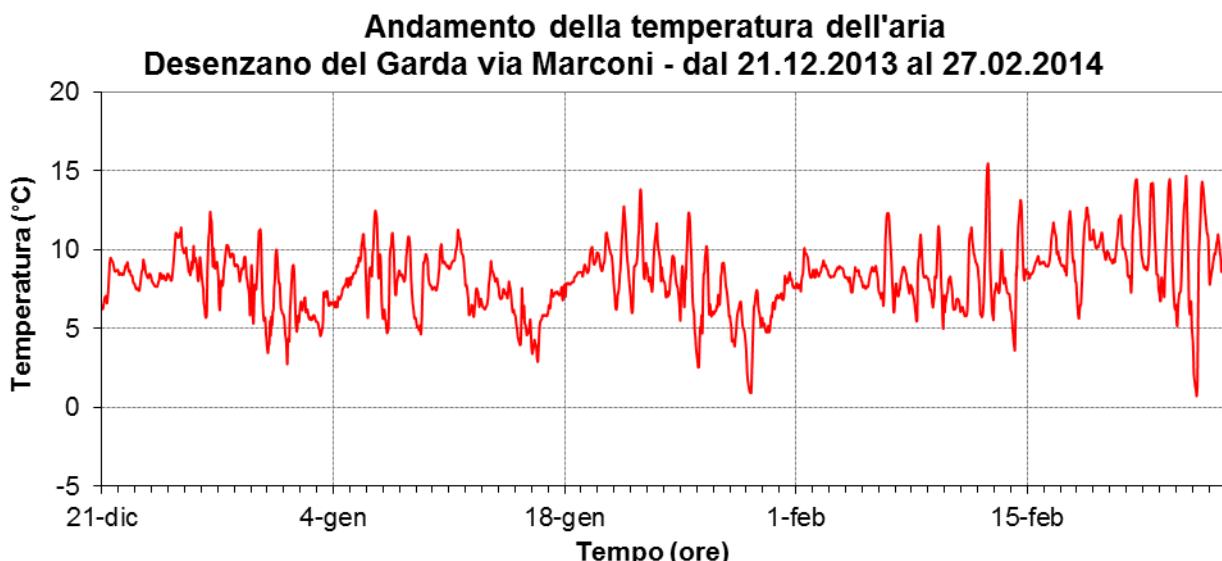


figura 63 - andamento orario della temperatura dell'aria registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

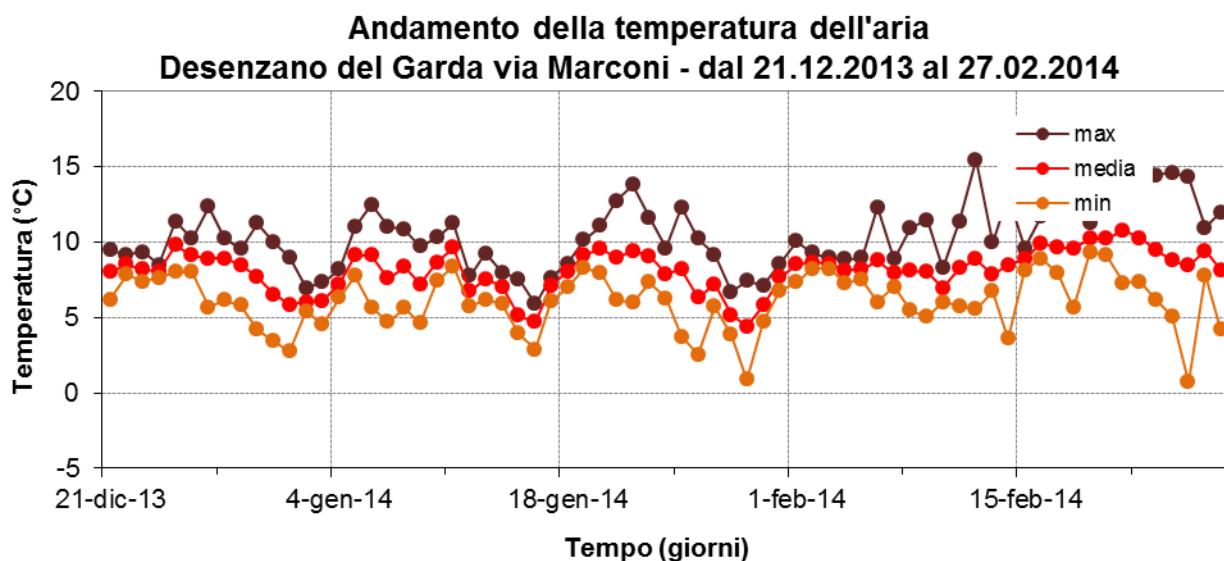


figura 64 - andamento giornaliero della temperatura dell'aria registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

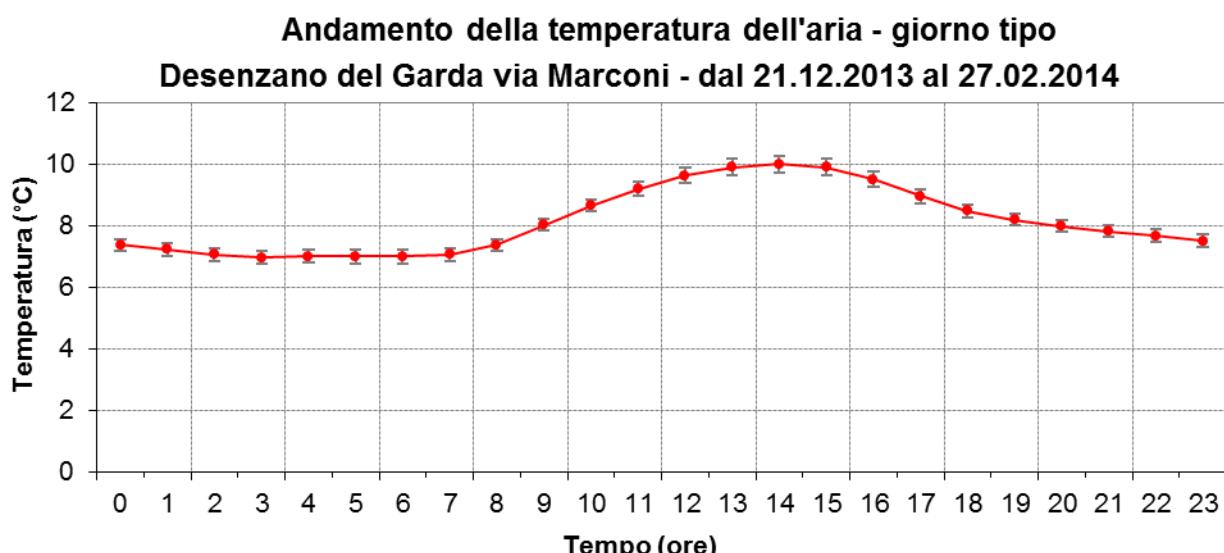


figura 65 - giorno tipo della temperatura dell'aria registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

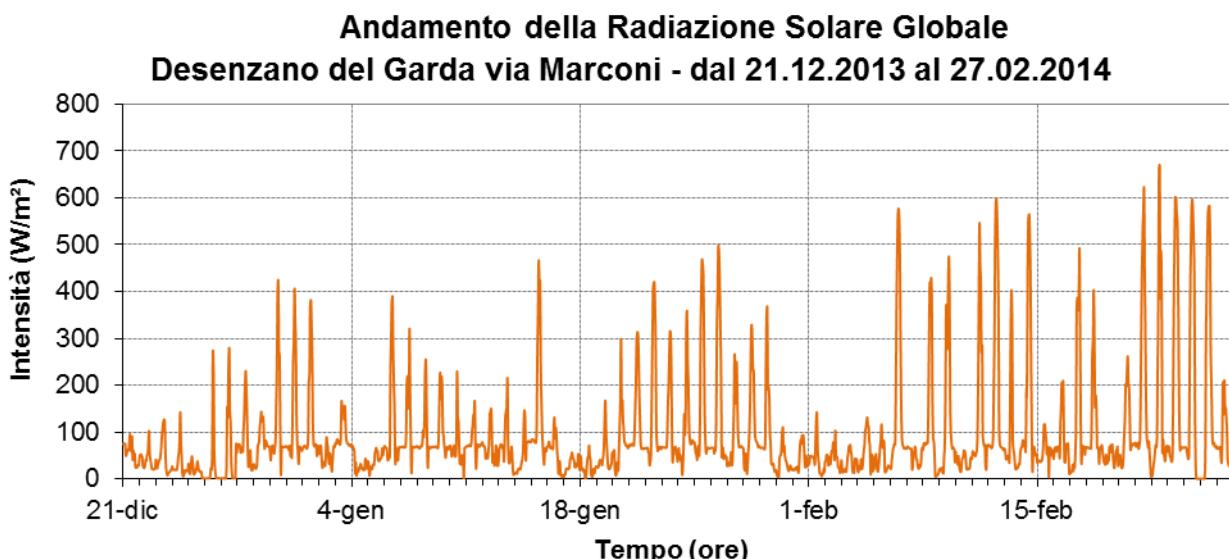


figura 66 - andamento orario della radiazione solare globale registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

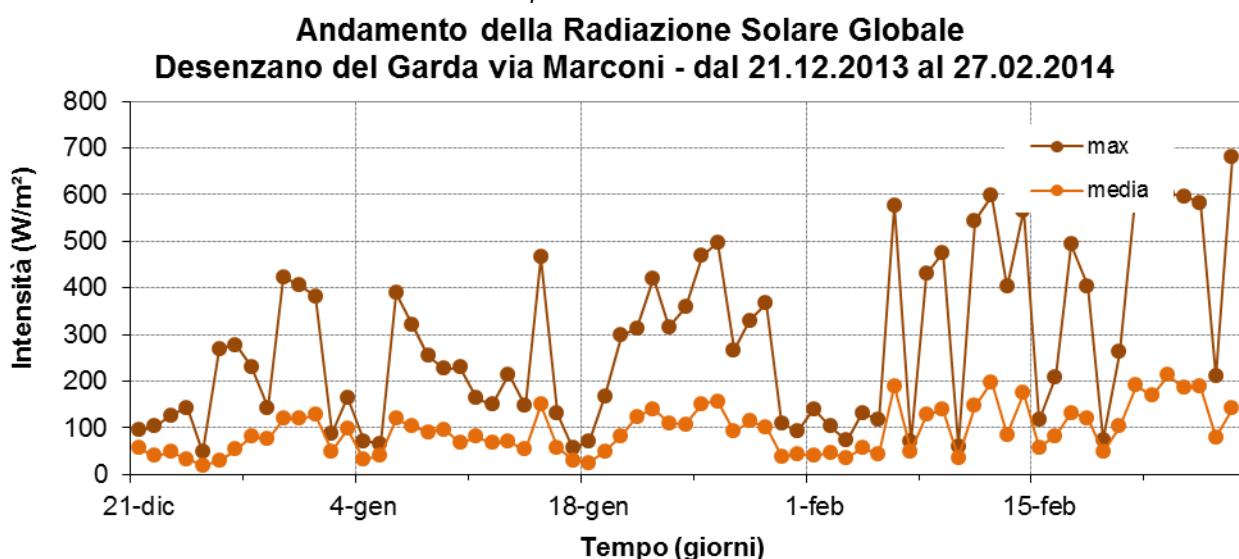


figura 67 - andamento giornaliero della radiazione solare globale registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

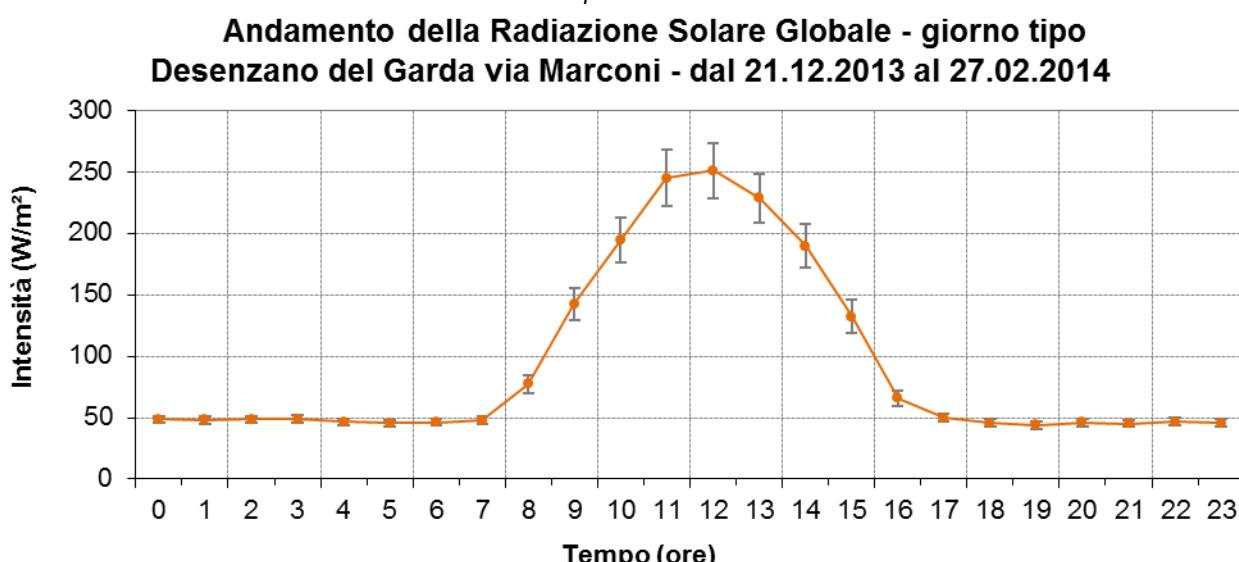


figura 68 - giorno tipo della radiazione solare globale registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

Andamento dell'umidità relativa dell'aria
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

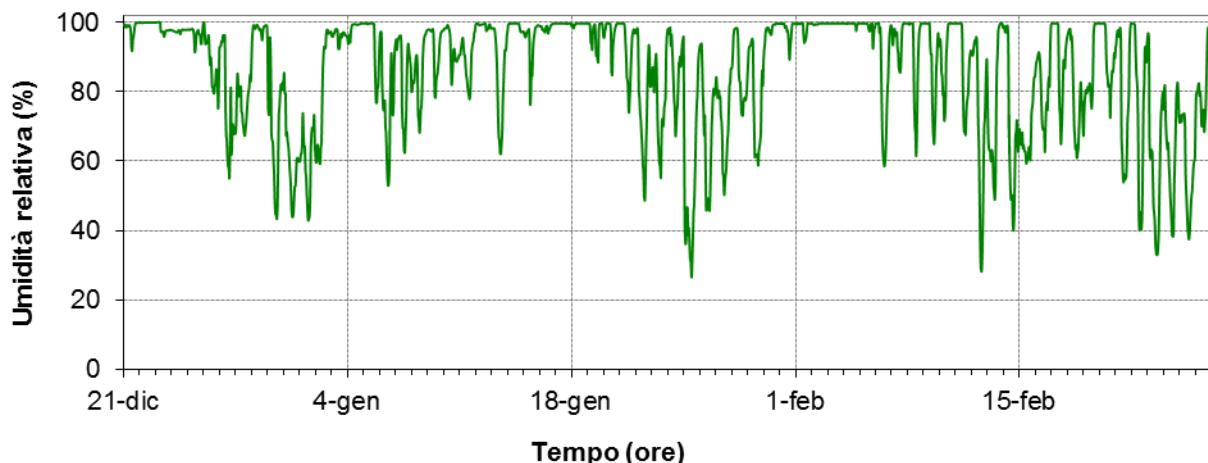


figura 69 – andamento orario della umidità relativa registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

Andamento dell'umidità relativa dell'aria
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

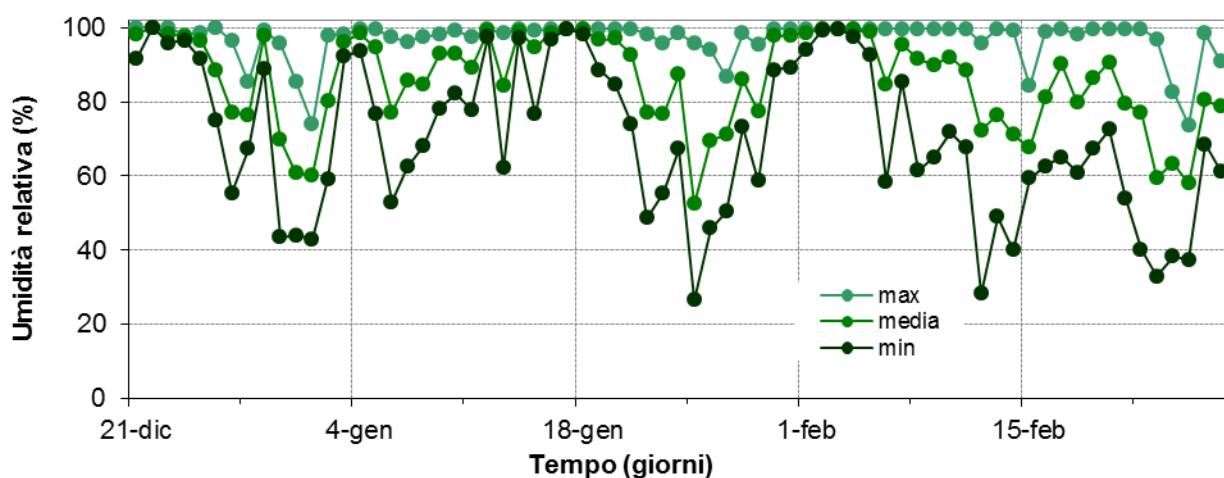


figura 70 - andamento giornaliero della umidità relativa registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

Andamento dell'umidità relativa dell'aria - giorno tipo
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

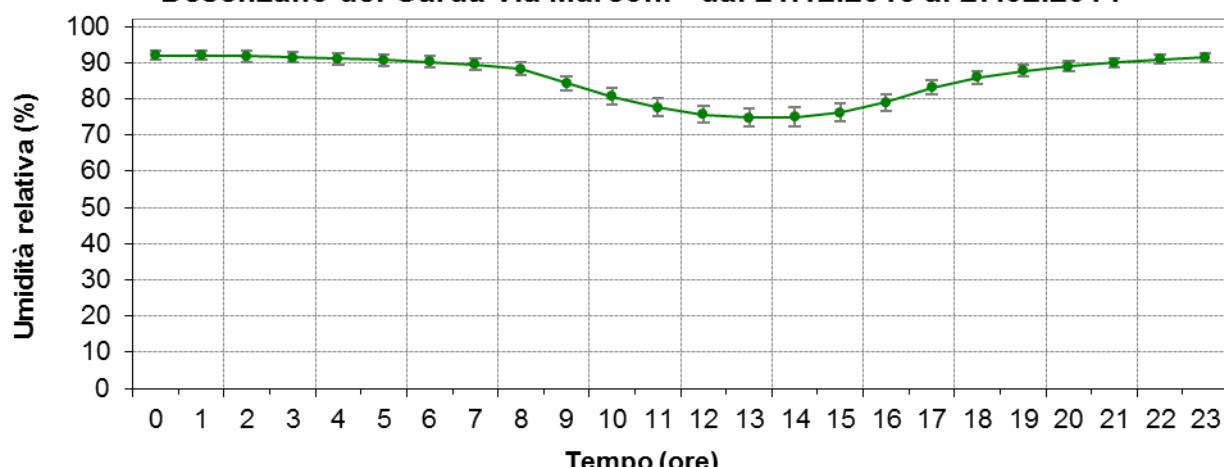


figura 71 - giorno tipo della umidità relativa registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

Andamento dell'umidità assoluta dell'aria
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

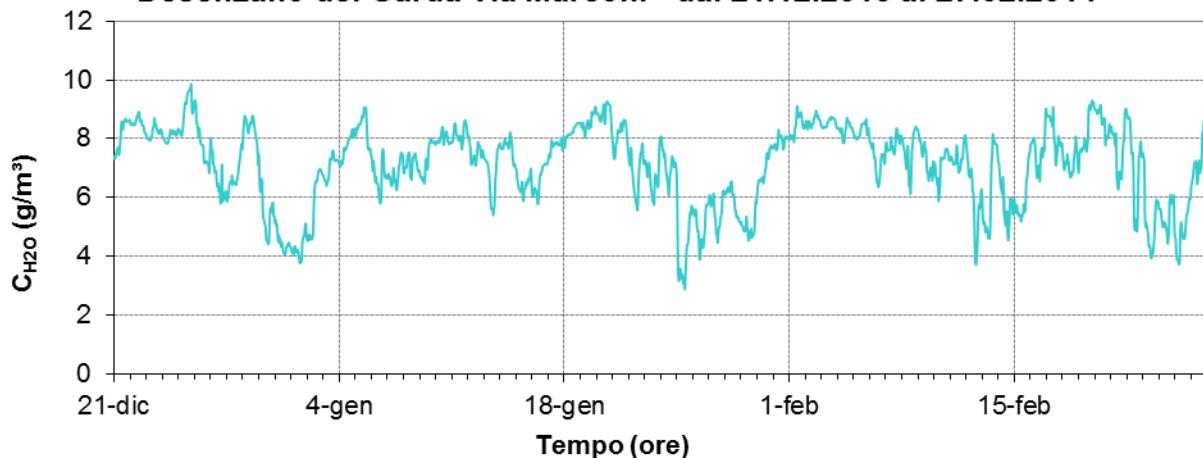


figura 72 - andamento orario della umidità assoluta registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

Andamento dell'umidità assoluta dell'aria
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

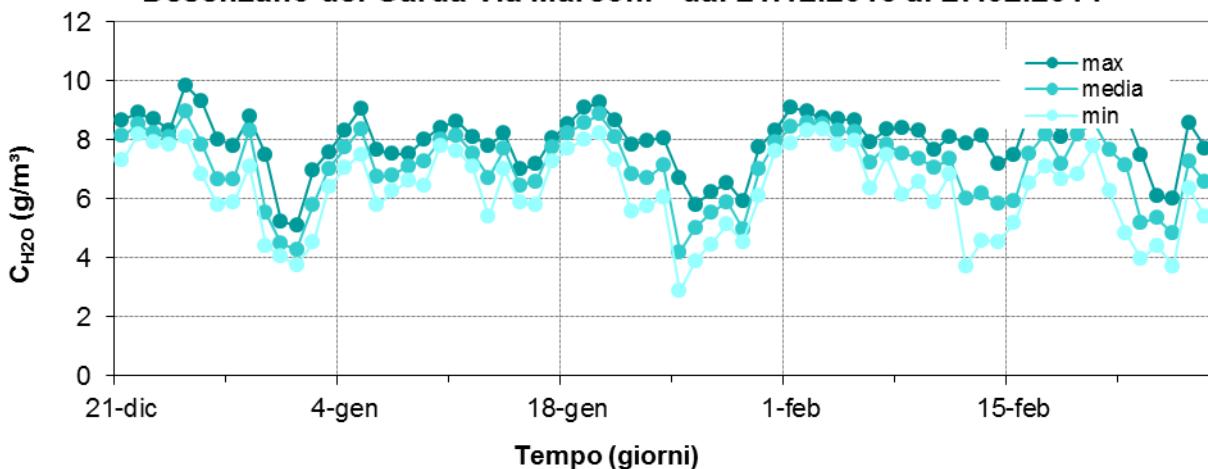


figura 73 - andamento giornaliero della umidità assoluta registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

Andamento dell'umidità assoluta dell'aria - giorno tipo
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

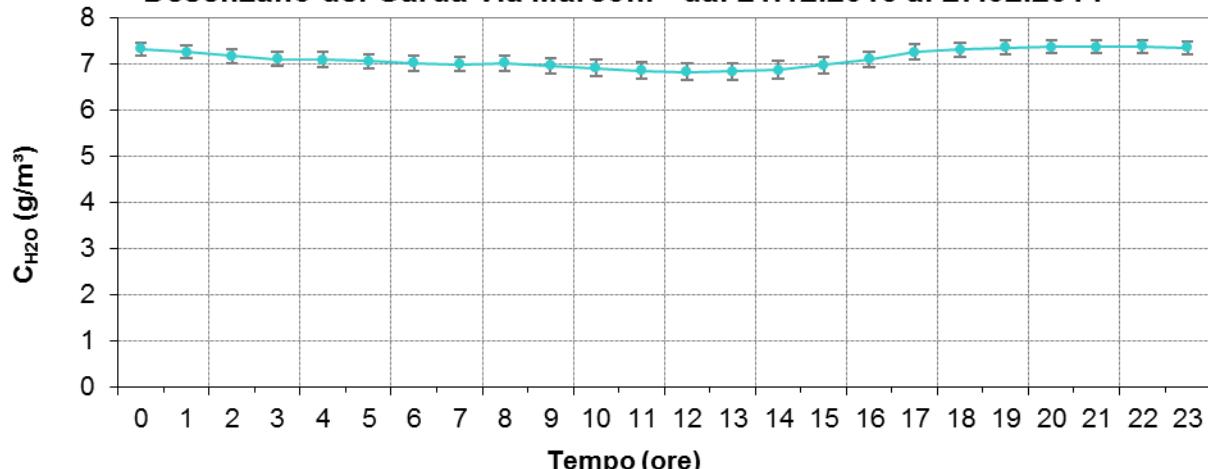


figura 74 - giorno tipo della umidità assoluta registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

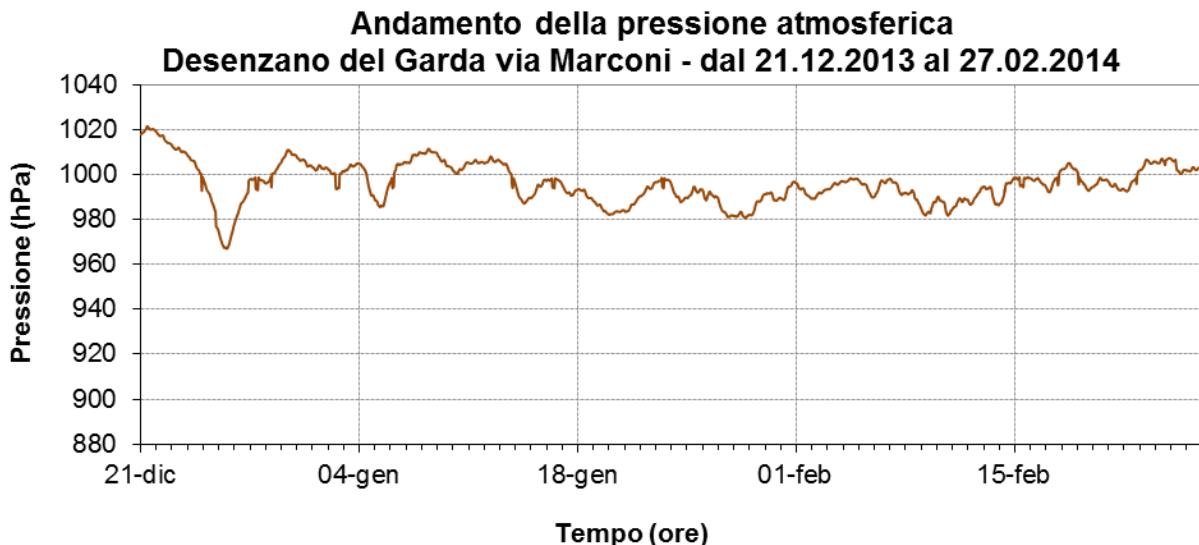


figura 75 - andamento orario della pressione atmosferica registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

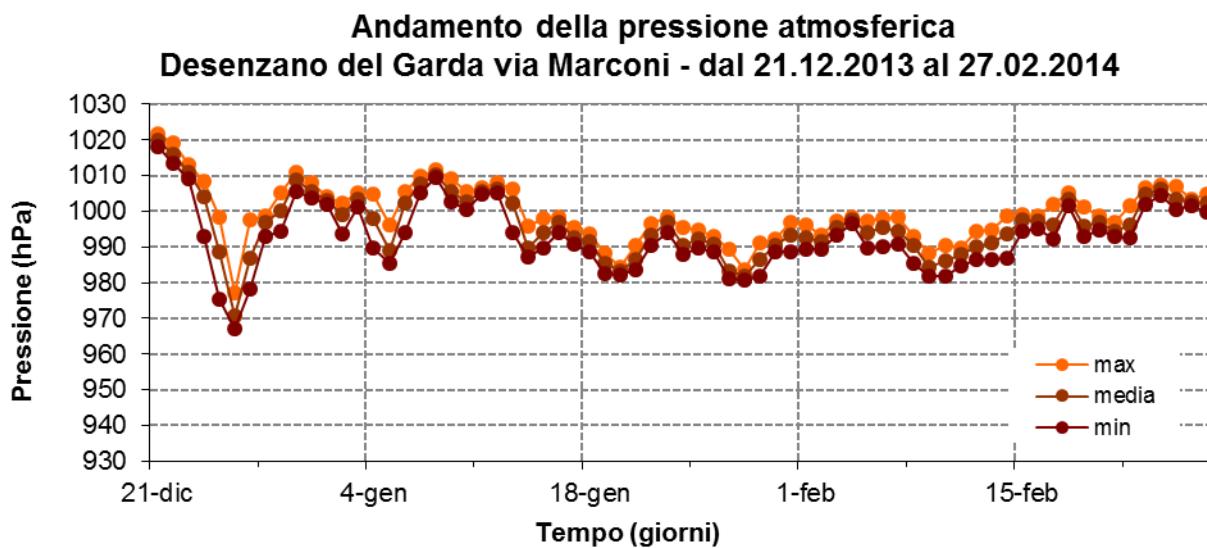


figura 76 - andamento orario della pressione atmosferica registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

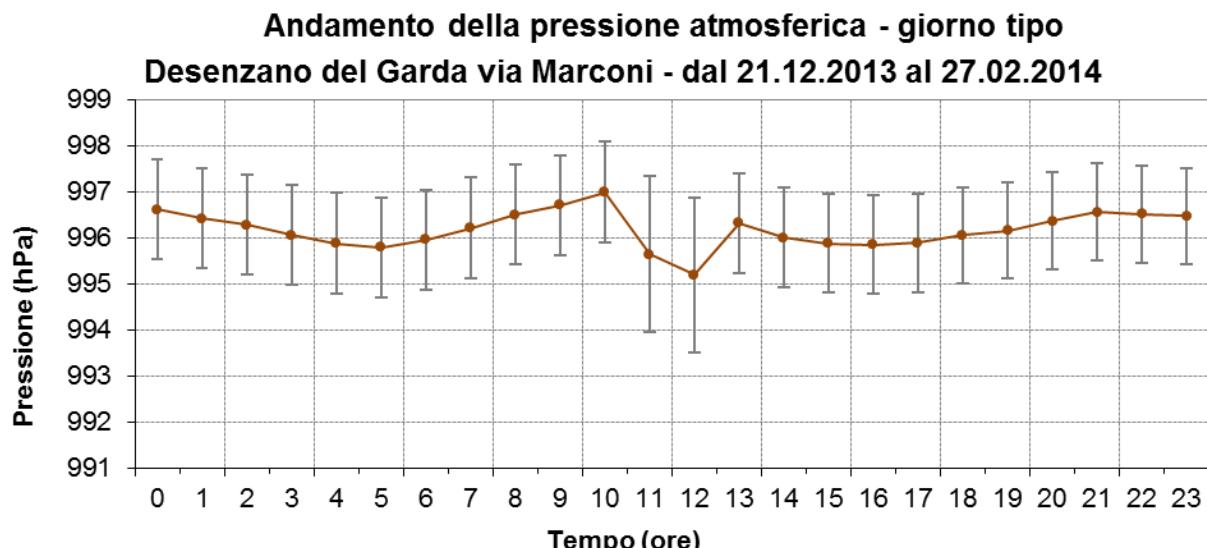


figura 77 - andamento orario della pressione atmosferica registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

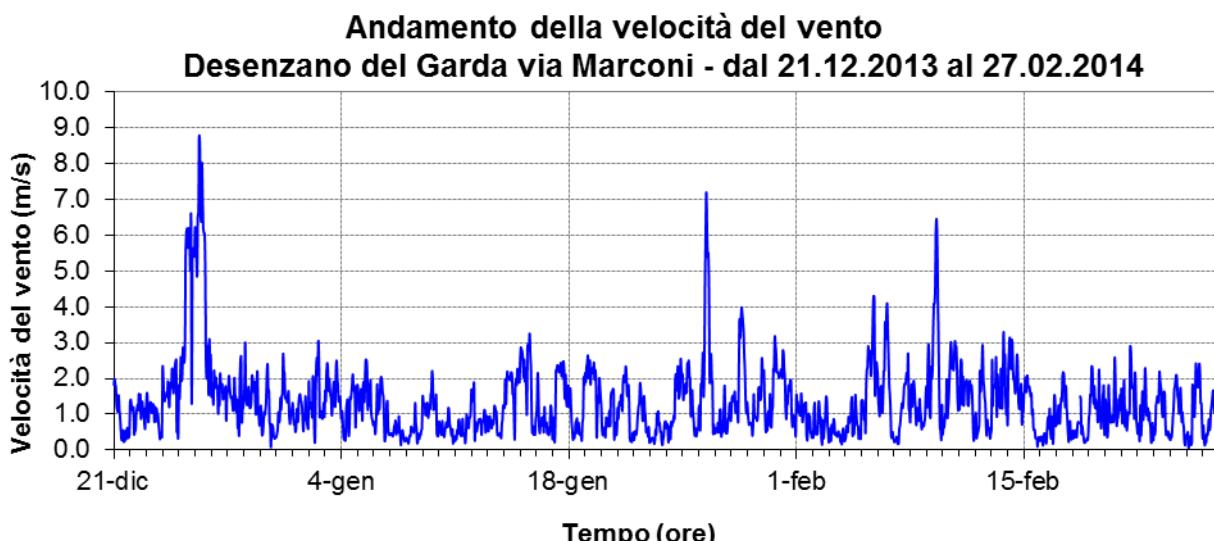


figura 78 - andamento orario della umidità assoluta registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

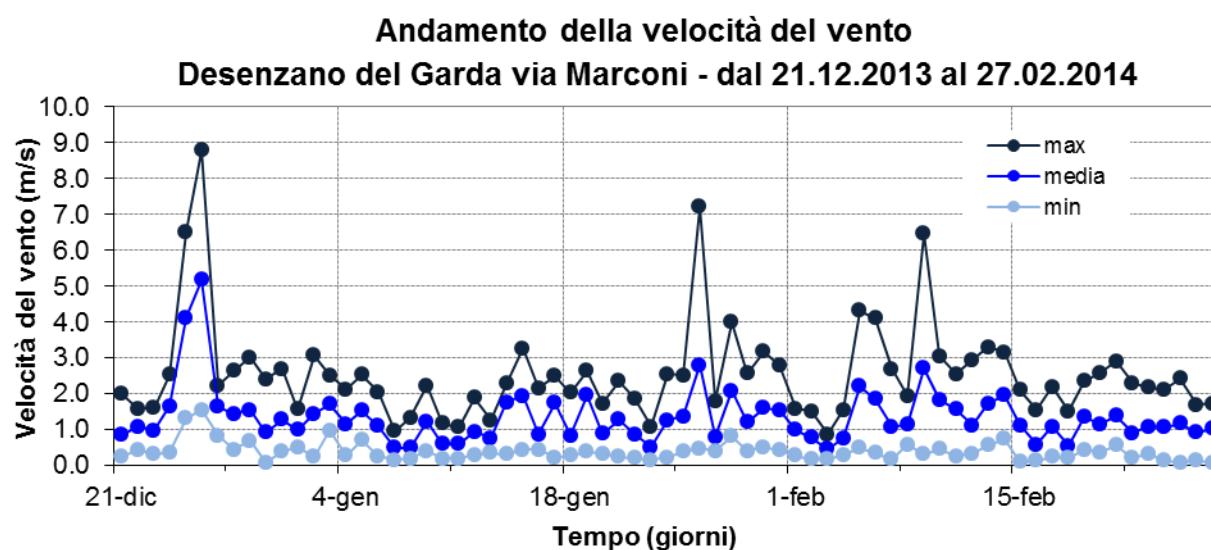


figura 79 - andamento giornaliero della umidità assoluta registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

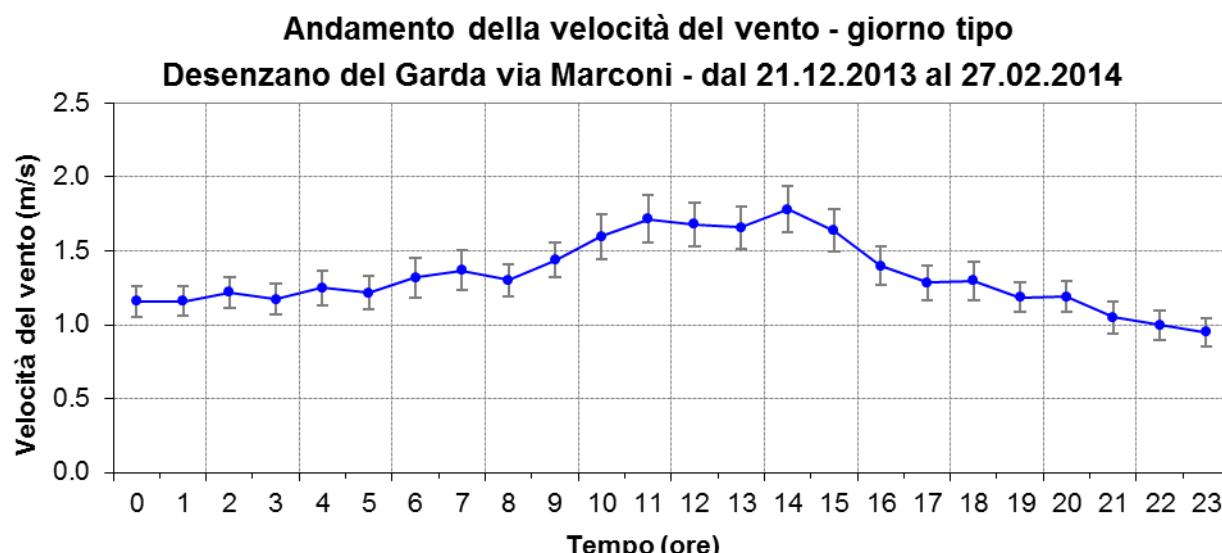


figura 80 - giorno tipo della umidità assoluta registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

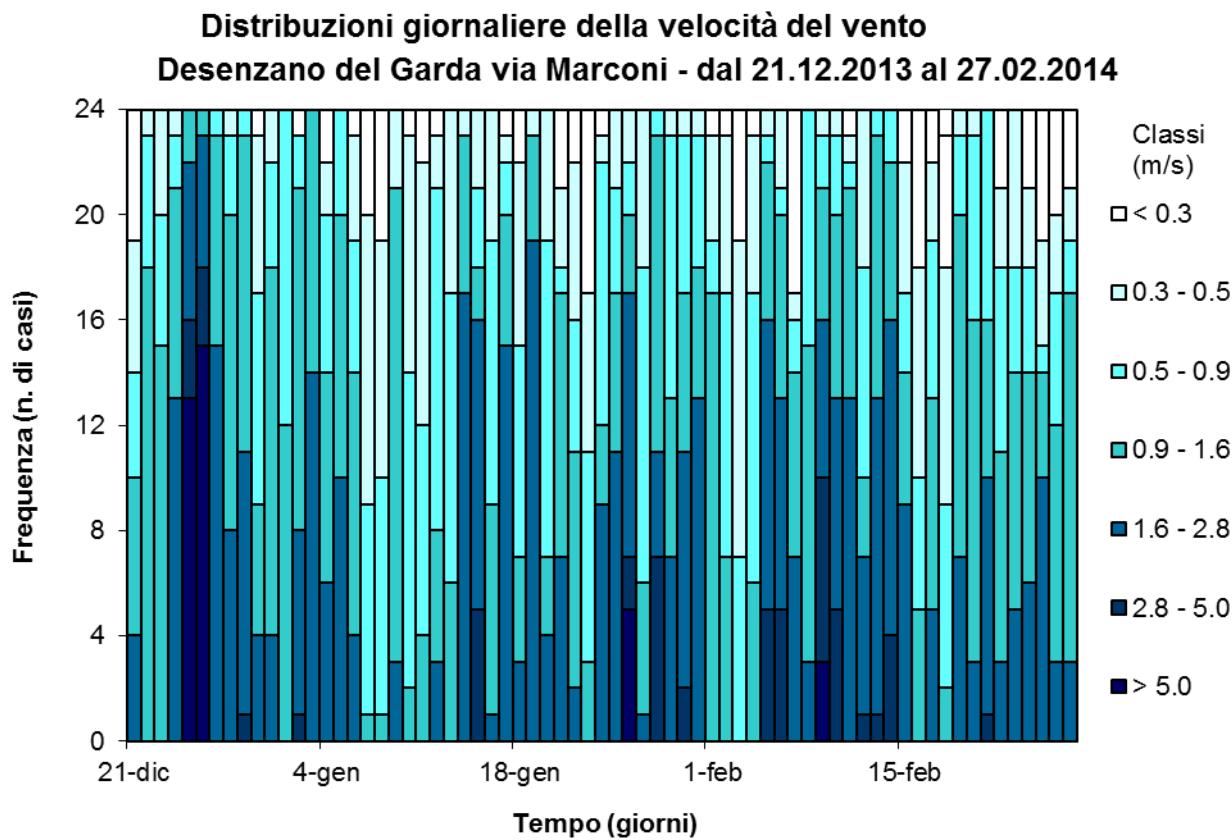


figura 81 - distribuzioni giornaliere velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

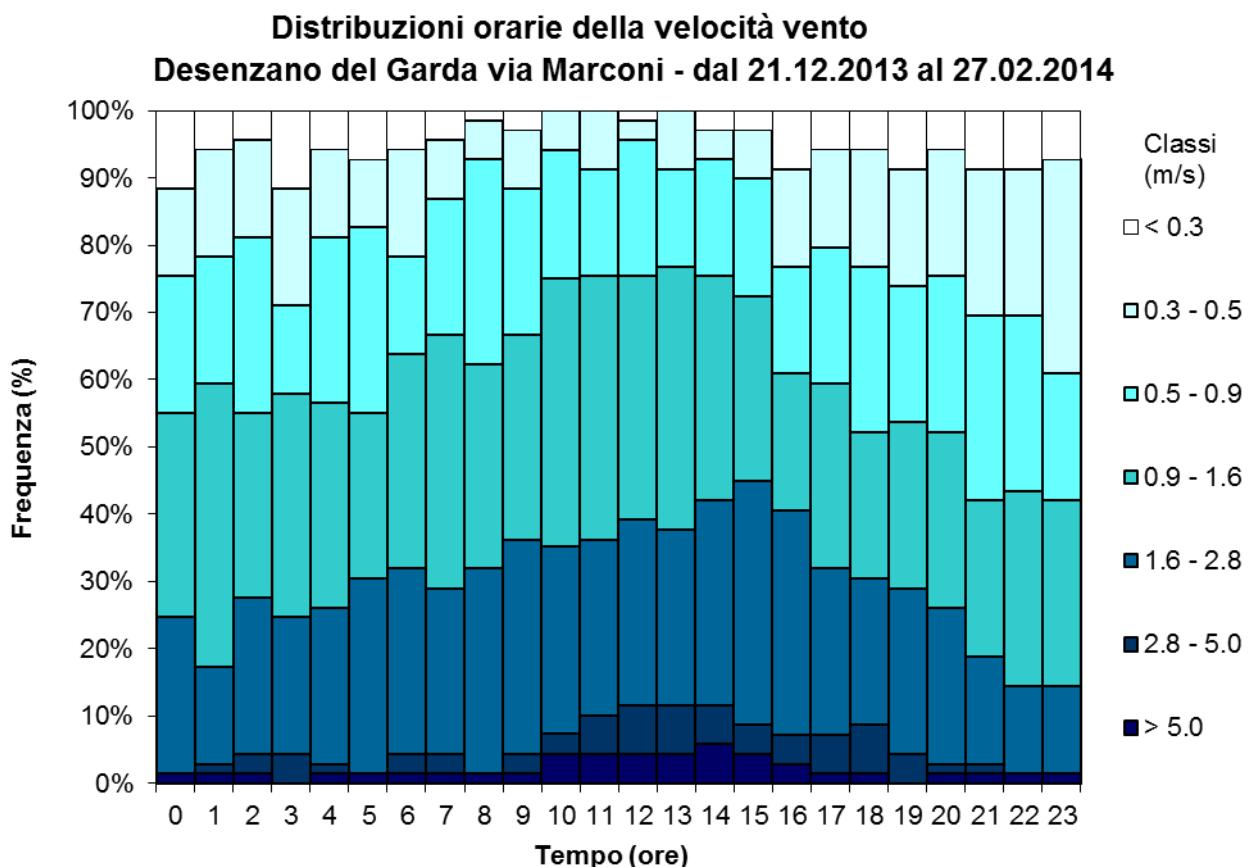


figura 82 - distribuzioni orarie velocità del vento registrate dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

Rose giornaliere del vento

Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

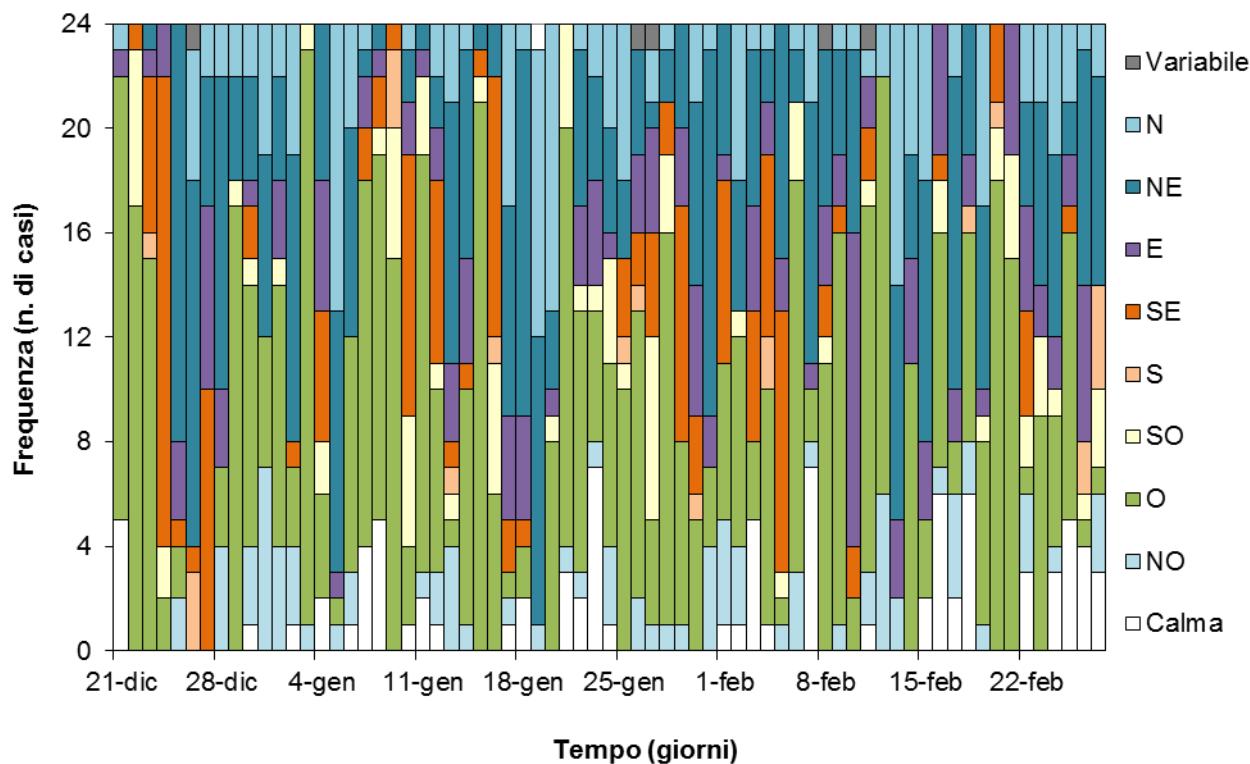


figura 83 - rose giornaliere del vento registrate dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

Rose orarie del vento

Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

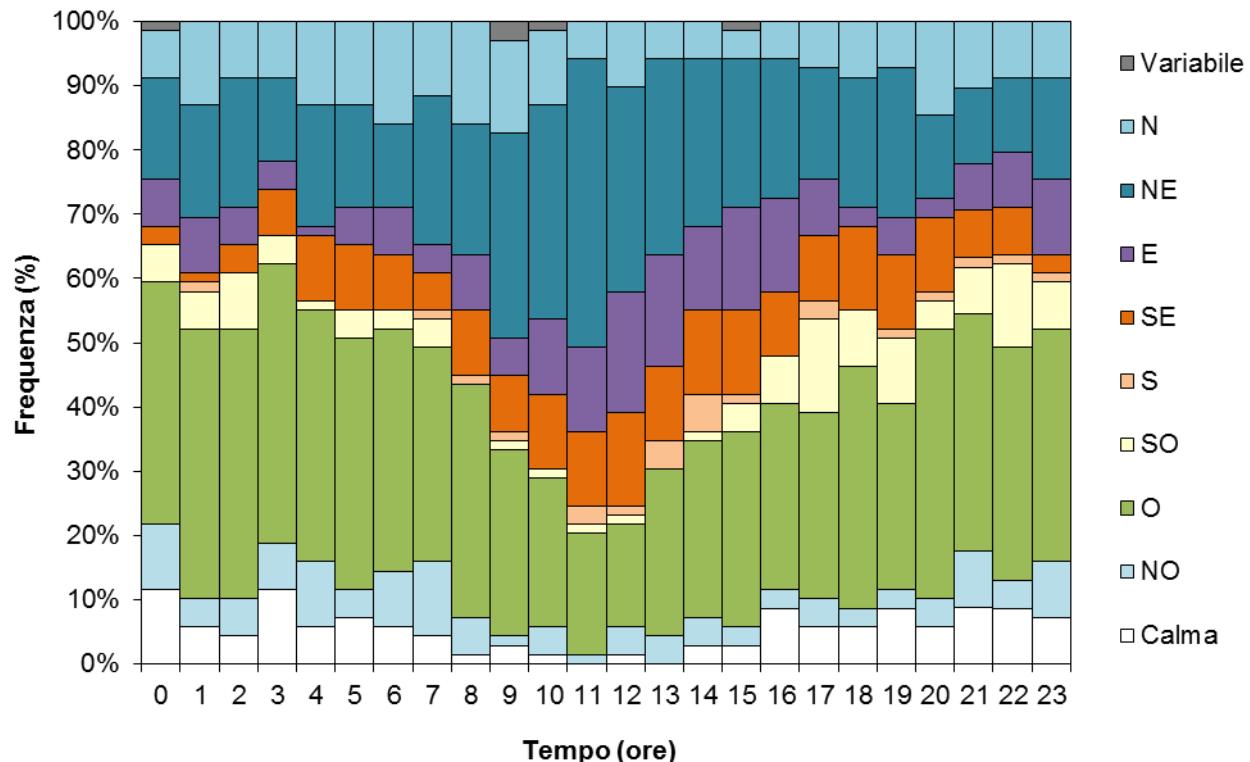


figura 84 - rose orarie del vento registrate dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

Rosa del vento
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

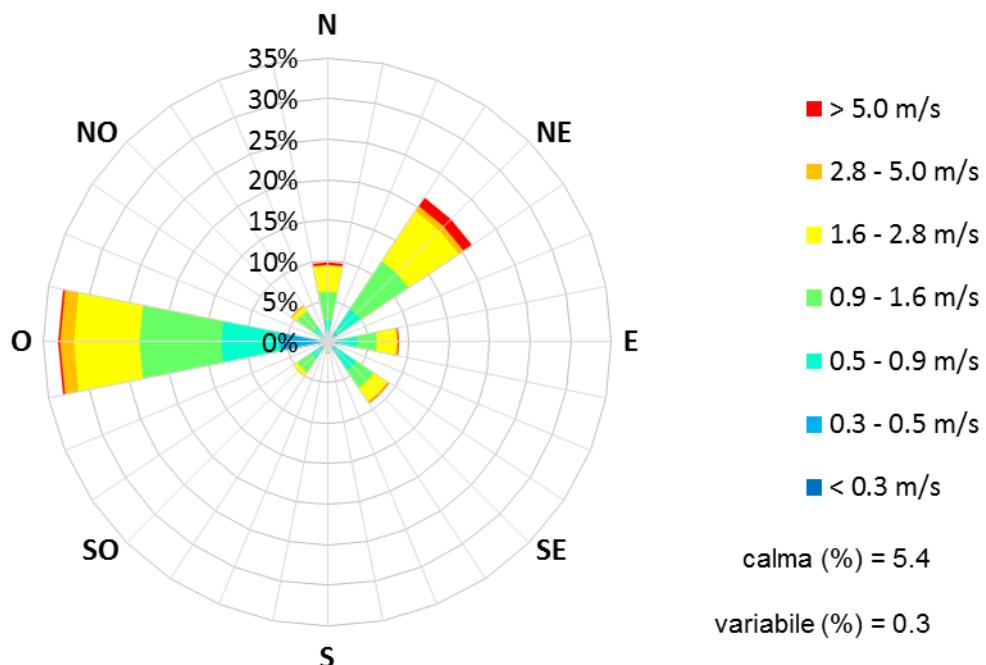


figura 85 - rosa del vento registrata dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

Andamento delle precipitazioni
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

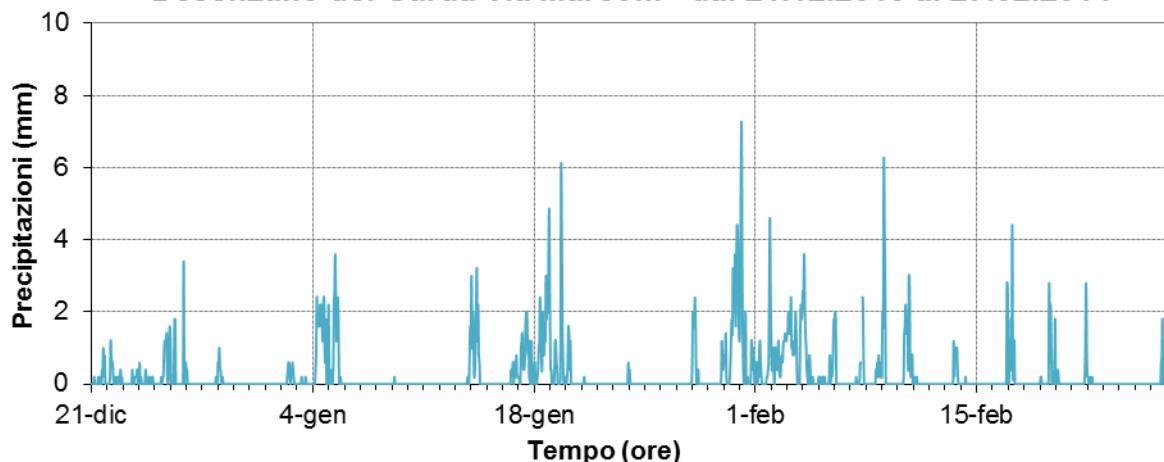


figura 86 - andamento orario delle precipitazioni registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

Andamento delle precipitazioni
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

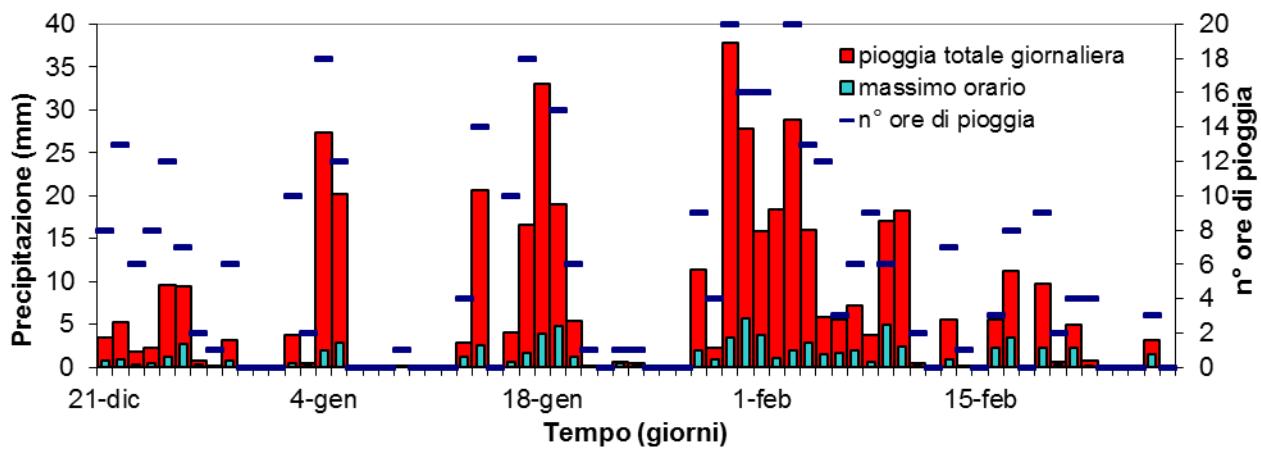


figura 87 - andamento giornaliero delle precipitazioni registrato dal laboratorio mobile nel periodo invernale presso via Marconi

Andamento della pressione e delle precipitazioni Rivoltella - dal 22.08.2014 al 21.10.2014

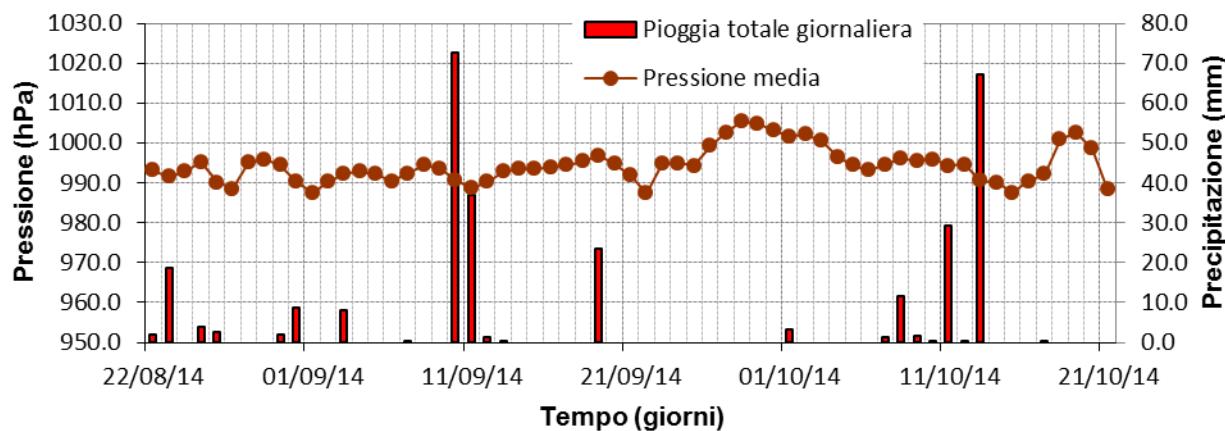


figura 88 - andamento giornaliero delle precipitazioni e della pressione nel periodo estivo a Rivoltella

Andamento della temperatura e della radiazione solare media Rivoltella - dal 22.08.2014 al 21.10.2014

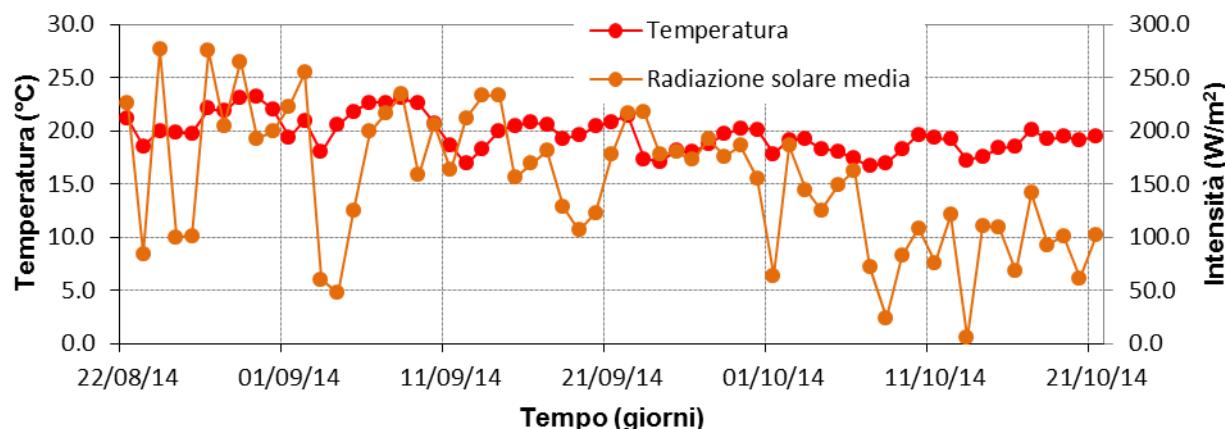


figura 89 - andamento giornaliero e della temperatura e della radiazione solare nel periodo estivo a Rivoltella

Andamento della umidità relativa e della velocità del vento Rivoltella - dal 22.08.2014 al 21.10.2014

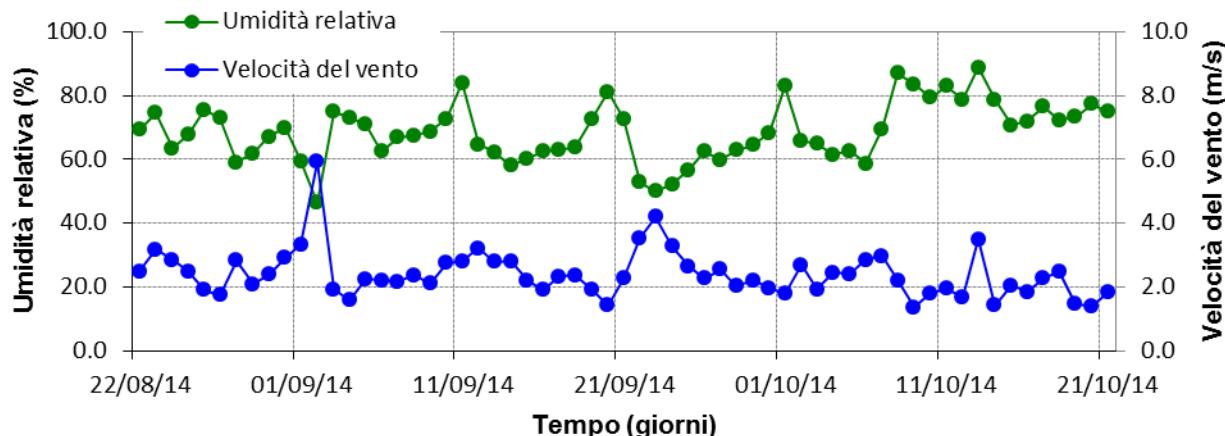


figura 90 - andamento giornaliero dell'umidità relativa e della velocità del vento nel periodo estivo a Rivoltella

Rosa del vento
Rivoltella - dal 22.08.2014 al 21.10.2014

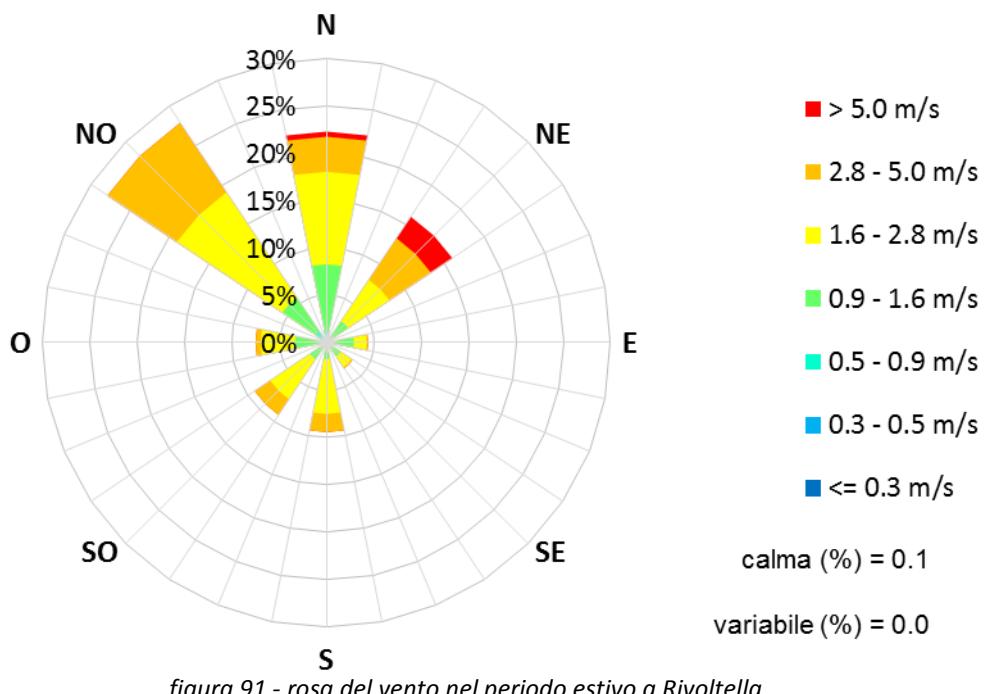


figura 91 - rosa del vento nel periodo estivo a Rivoltella

Distribuzioni velocità del vento
Rivoltella - dal 22.08.2014 al 21.10.2014

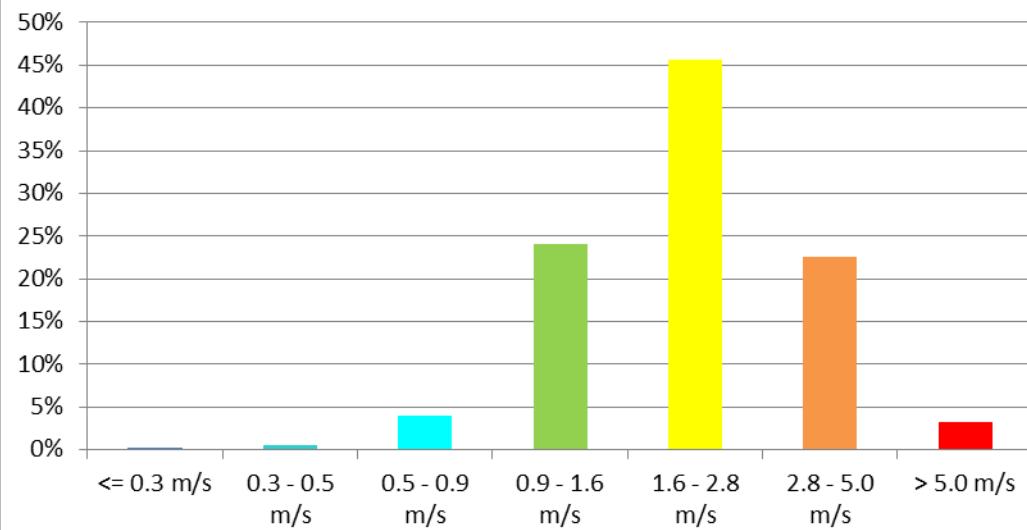


figura 92 - distribuzione delle velocità del vento nel periodo estivo a Rivoltella

Andamento della pressione e delle precipitazioni Rivoltella - dal 31.12.2014 al 02.02.2015

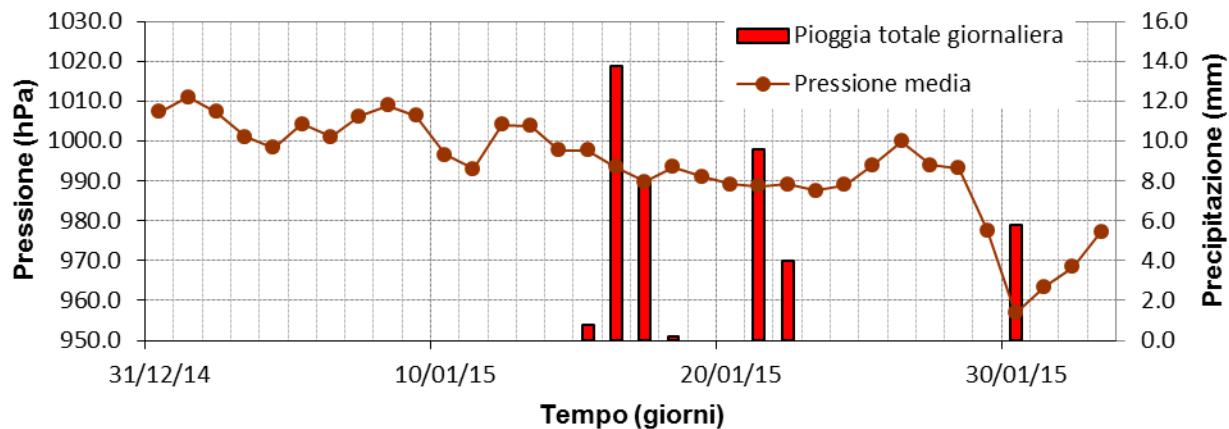


figura 93 - andamento giornaliero delle precipitazioni e della pressione nel periodo invernale a Rivoltella

Andamento della temperatura e della radiazione solare media Rivoltella - dal 31.12.2014 al 02.02.2015

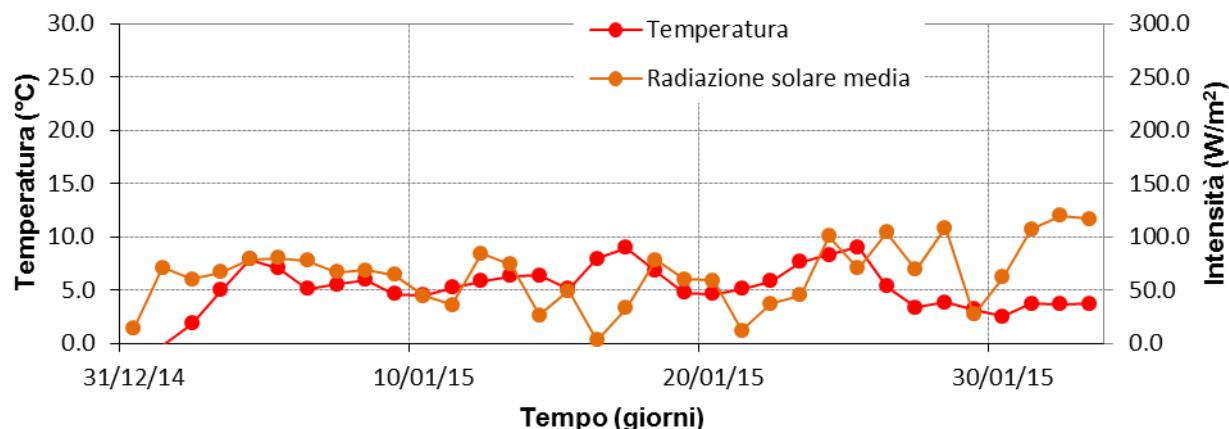


figura 94 - andamento giornaliero e della temperatura e della radiazione solare nel periodo invernale a Rivoltella

Andamento della umidità relativa e della velocità del vento Rivoltella - dal 31.12.2014 al 02.02.2015

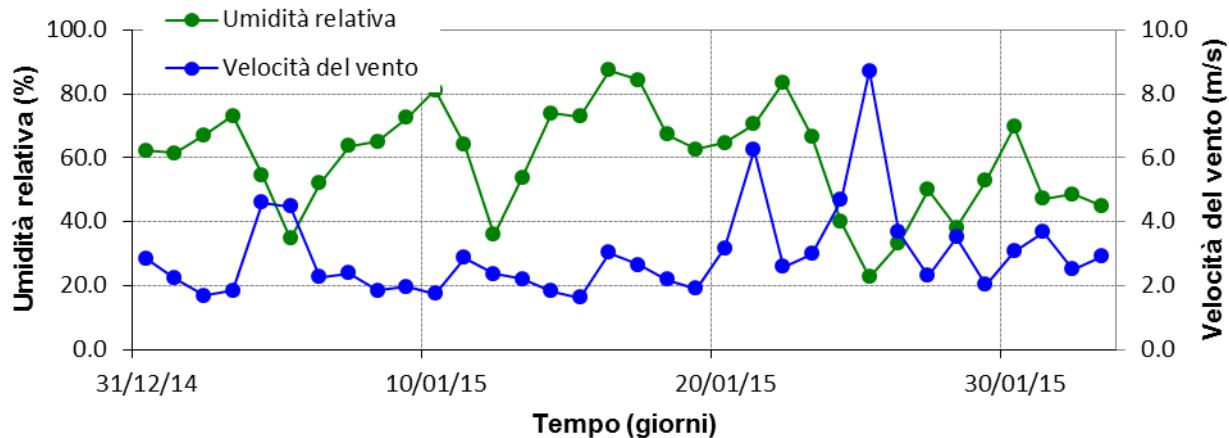


figura 95 - andamento giornaliero dell'umidità relativa e della velocità del vento nel periodo invernale a Rivoltella

Rosa del vento
Rivoltella - dal 31.12.2014 al 02.02.2015

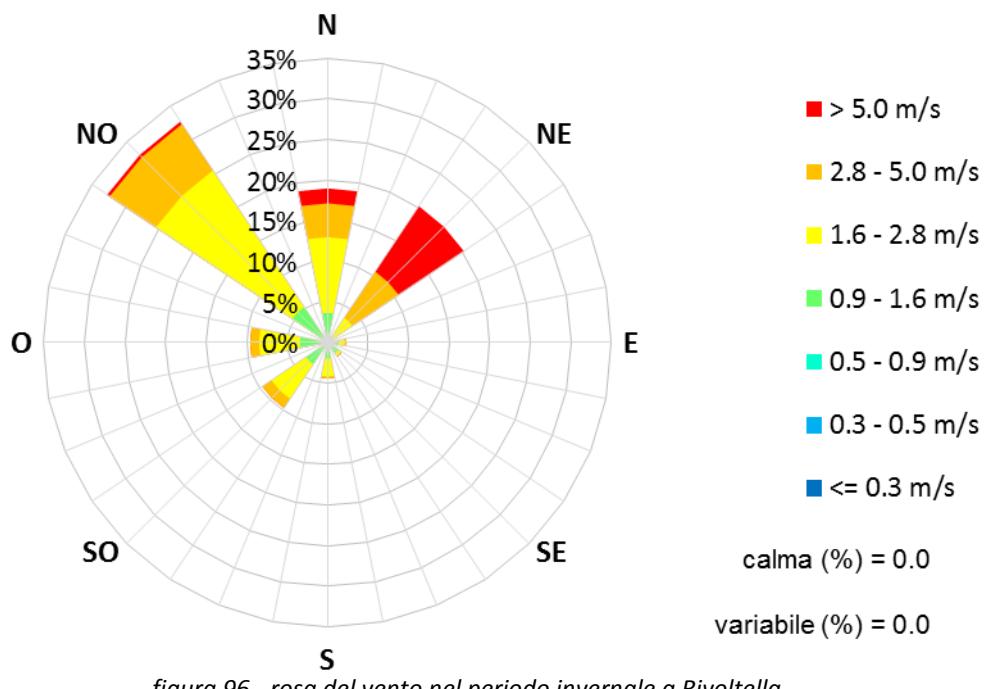


figura 96 - rosa del vento nel periodo invernale a Rivoltella

Distribuzioni velocità del vento
Rivoltella - dal 31.12.2014 al 02.02.2015

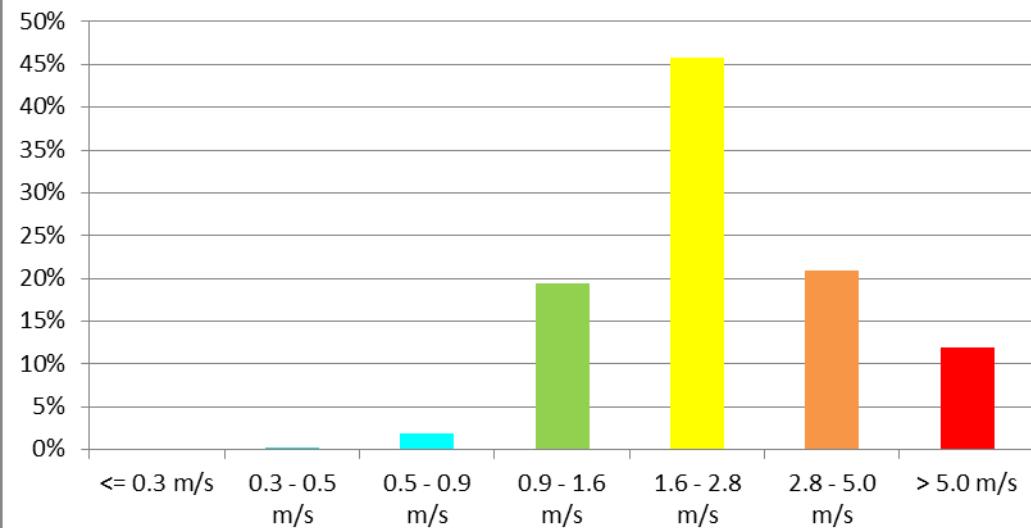


figura 97 - distribuzione delle velocità del vento nel periodo invernale a Rivoltella

Andamento degli inquinanti

Gli inquinanti monitorati presso Desenzano del Garda sono stati messi a confronto con le misurazioni effettuate presso le postazioni fisse delle Rete Regionale di rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA) dell'Est Lombardia. Fanno parte di tali stazioni quelle delle provincie di Brescia e Mantova. Sono state prese a riferimento anche le tre postazioni situate in territorio veneto gestite direttamente da ARPA Lombardia. I grafici che illustrano gli andamenti nel tempo presso Desenzano del Garda riportano, per confronto, la media delle concentrazioni misurate presso le postazioni prese a riferimento e il range definito dal 10° e dal 90° percentile dei dati di tali postazioni e sono sempre riferiti all'orario solare.

Biossido di zolfo

Le concentrazioni di biossido di zolfo (SO_2) sono rimaste ampiamente al di sotto del valore limite di legge sia durante la campagna estiva che durante i due periodi di campagna invernale. Il biossido di zolfo è legato sostanzialmente alla combustione di prodotti petroliferi contenenti zolfo; il livello raggiunto in atmosfera, spesso ai limiti della rilevabilità strumentale, conferma a livello sinottico già da alcuni anni l'assenza di sorgenti specifiche. L'analisi del giorno tipo mostra comunque una modulazione maggiore durante la campagna estiva a Desenzano, sostanzialmente a seguito dell'innalzamento dei valori minimi.

Il confronto con le postazioni di riferimento evidenzia variazioni poco significative. La tabella 11 mostra una statistica di sintesi per le postazioni di Desenzano del Garda e per ciascuno dei periodi di misura presi a riferimento insieme alla statistica calcolata per le stazioni di riferimento nel loro complesso. Il grafico di figura 104 evidenzia invece il confronto tra le concentrazioni medie calcolate sull'intero periodo di misura con mezzo mobile.

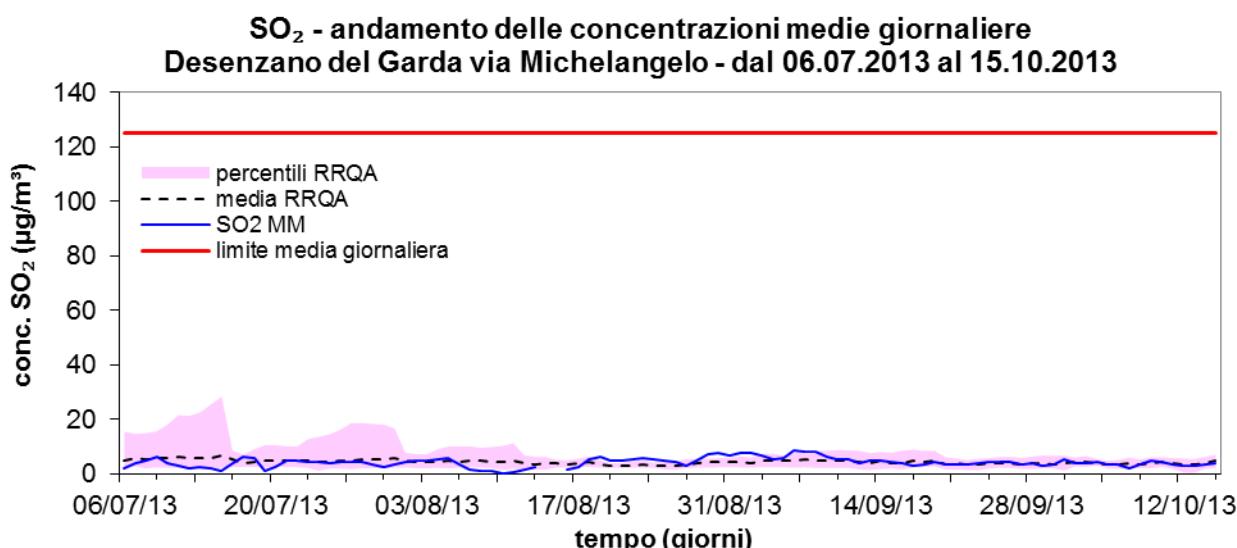


figura 98 - andamento concentrazioni medie giornaliere di SO₂ durante periodo estivo presso via Michelangelo

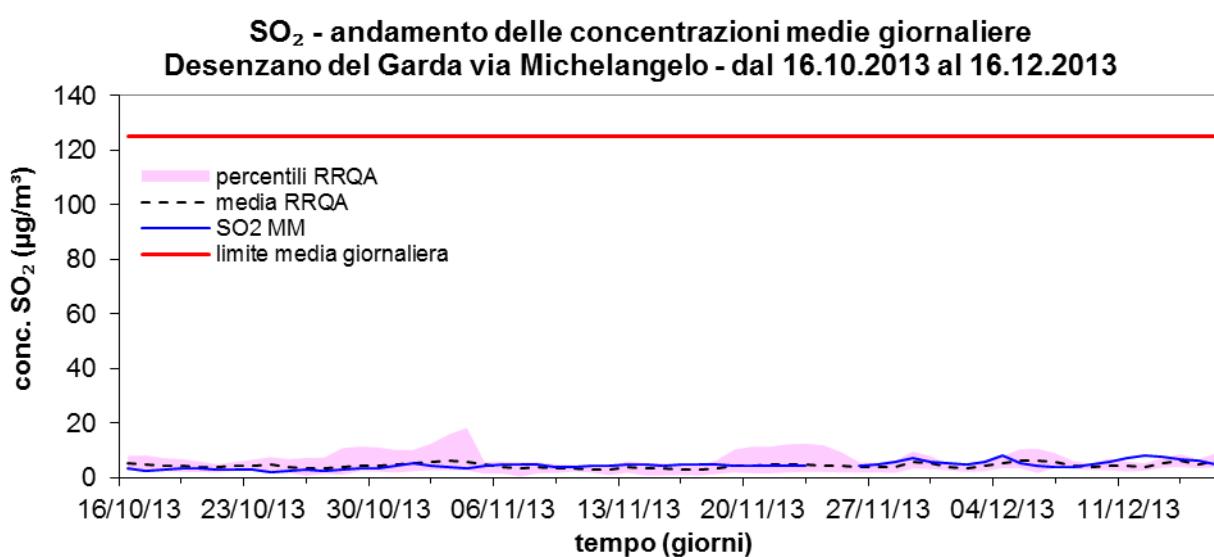


figura 99 - andamento concentrazioni medie giornaliere di SO₂ durante periodo invernale presso via Michelangelo

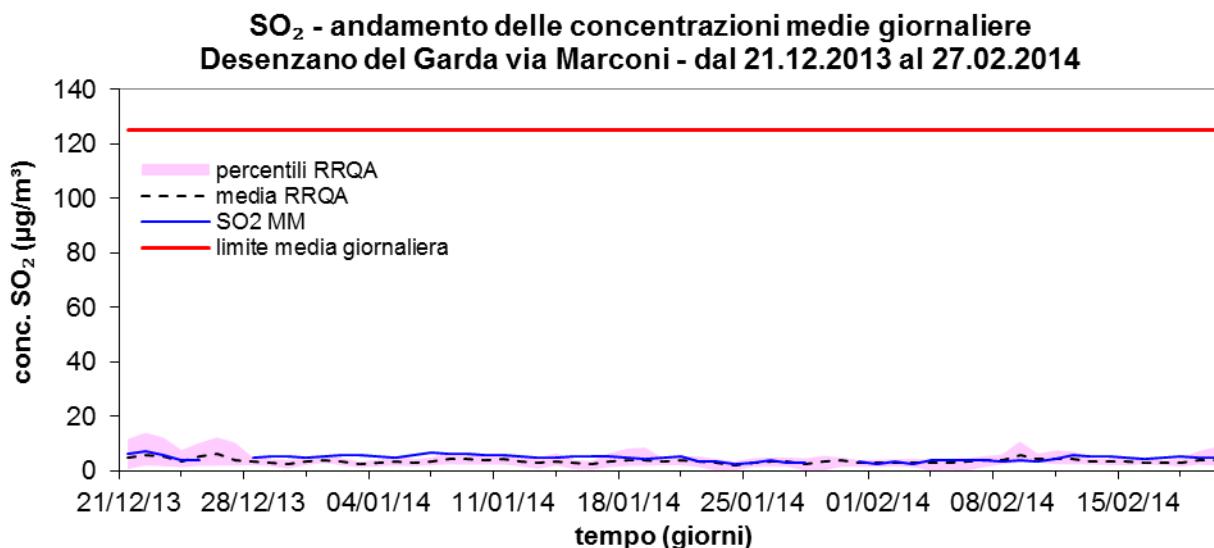


figura 100 - andamento concentrazioni medie giornaliere di SO₂ durante periodo invernale presso via Marconi

SO₂ - giorno tipo
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

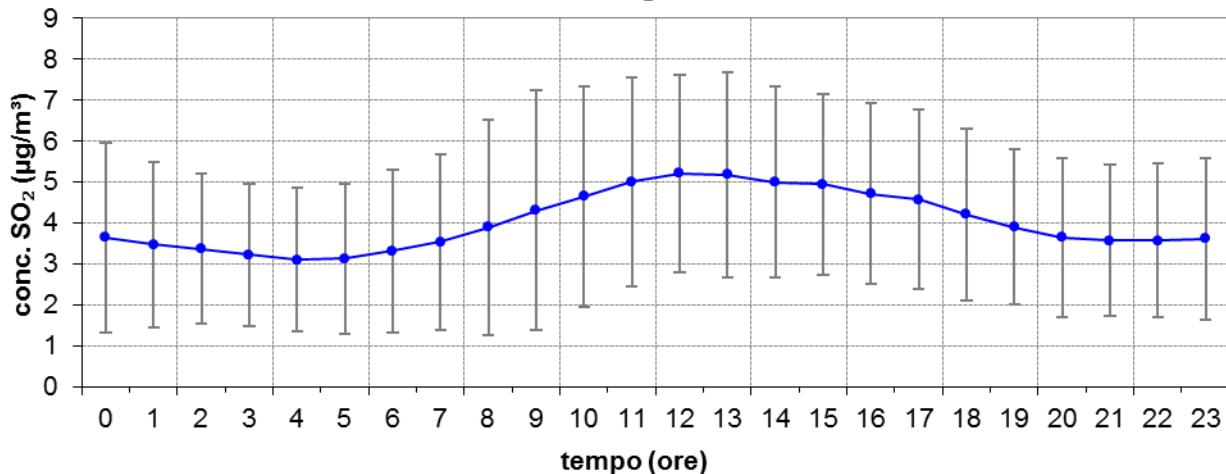


figura 101 - giorno tipo concentrazioni di SO₂ durante periodo estivo presso via Michelangelo

SO₂ - giorno tipo
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

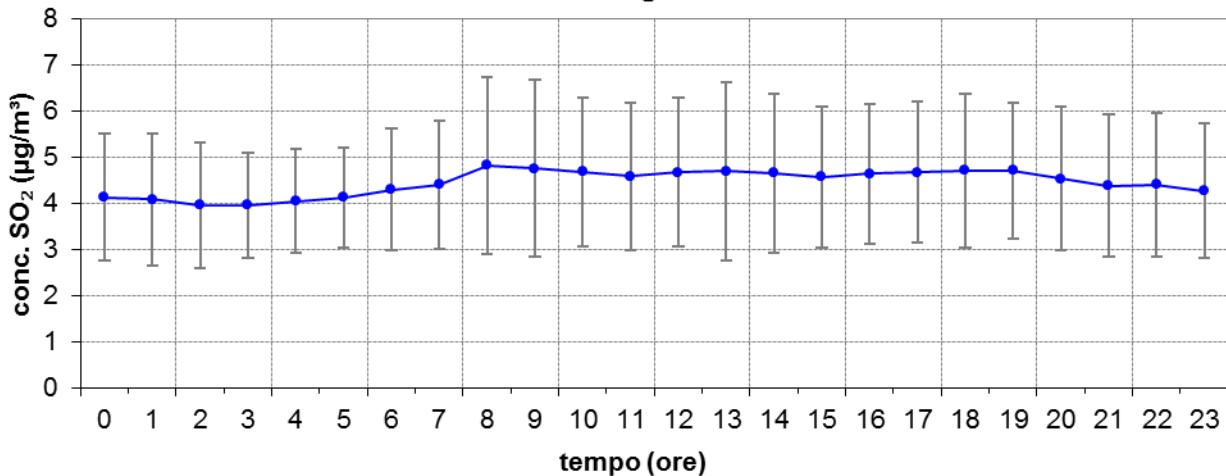


figura 102 - giorno tipo concentrazioni di SO₂ durante periodo invernale presso via Michelangelo

SO₂ - giorno tipo
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

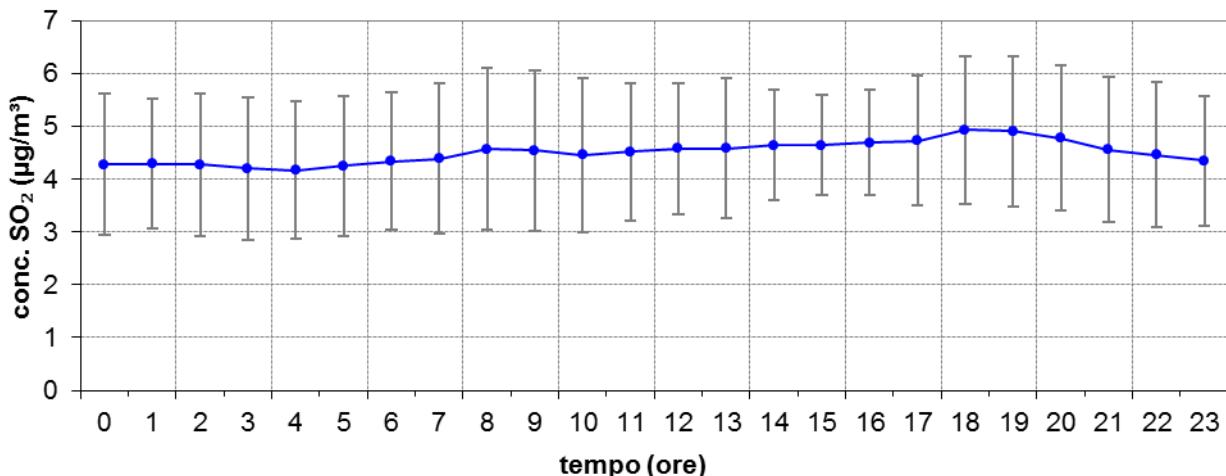


figura 103 - giorno tipo concentrazioni di SO₂ durante periodo invernale presso via Marconi

tabella 11 - principali statistiche delle concentrazioni di biossido di zolfo

SO ₂	periodo estivo via Michelangelo dal 06.07.2013 al 15.10.2013			periodo invernale via Michelangelo dal 16.10.2013 al 16.12.2013			periodo invernale via Marconi dal 21.12.2013 al 26.02.2014		
	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MM Desenzano del Garda	4.0	8.3	19.7	4.4	7.9	13.7	4.5	7.0	9.4
RRQA Est Lombardia	4.3	28.8	68.6	4.3	18.6	33.3	3.5	14.2	23.1
MN Ariosto	3.2	7.1	24.7	3.4	6.7	22.1	3.6	6.2	12.0
MN Gramsci	3.2	8.3	68.6	5.0	12.3	33.3	3.3	5.6	19.3
MN Tridolino	3.6	5.4	22.0	3.8	5.7	10.6	2.7	5.2	23.1
MN Lunetta	2.8	3.7	4.4	3.9	5.3	8.7	3.4	5.3	16.0
Schivenoglia (MN)	4.1	6.1	18.7	3.5	7.0	12.5	3.7	11.5	20.7
Borgofranco (MN)	4.2	7.9	16.0	3.8	6.8	8.0	---	---	---
BS VillSereno	9.2	28.8	55.2	7.0	18.6	29.3	3.7	14.2	18.1
Ceneselli (RO)	3.8	7.8	12.7	4.2	9.5	14.9	4.1	12.5	16.0

SO₂ - confronto concentrazioni medie Desenzano - dal 06.07.2013 al 27.02.2014

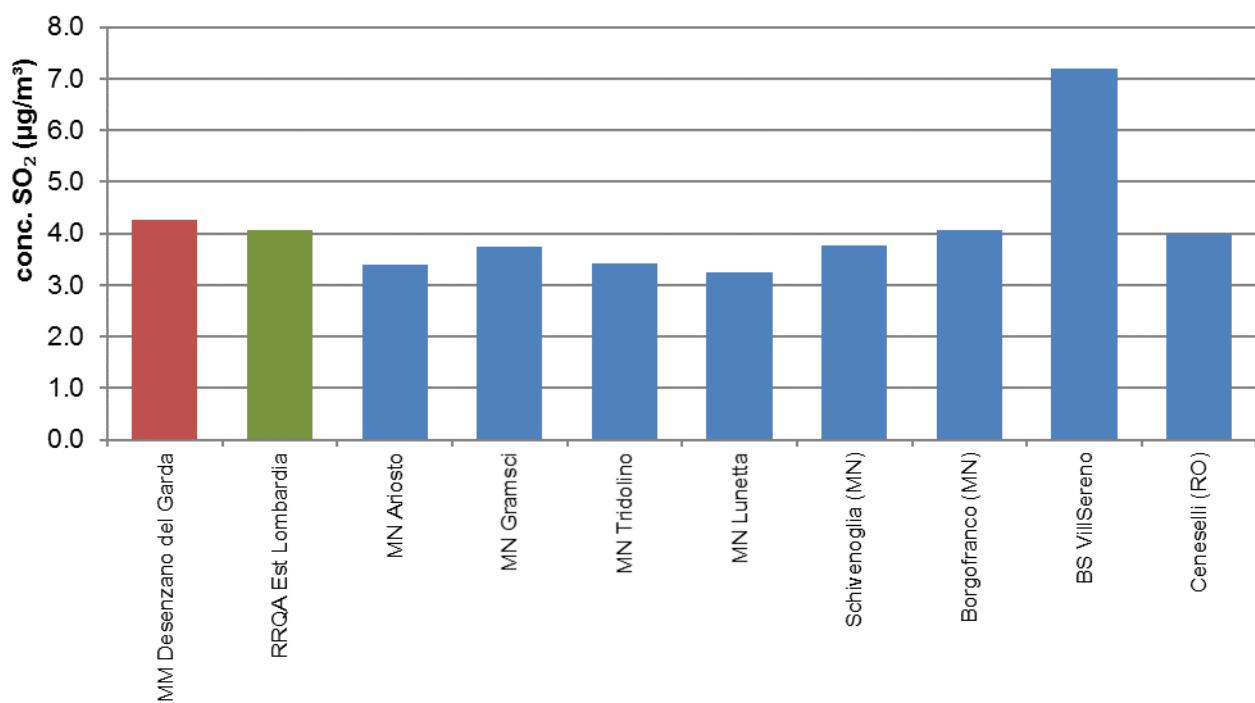


figura 104 - confronto concentrazioni medie SO₂ durante campagna con mezzo mobile a Desenzano

Monossido di carbonio

Anche le concentrazioni di monossido di carbonio (CO) sono rimaste ampiamente al di sotto del limite di legge, che per questo inquinante è calcolato sulla media mobile a 8 ore. Per il CO valgono le stesse considerazioni fatte per l'SO₂ relativamente alla diminuzione delle concentrazioni che si avvicinano spesso ai limiti di rilevabilità strumentali. Durante il periodo estivo è apprezzabile una minima variazione dei valori misurati durante la giornata. Al contrario in periodo invernale è osservabile un modesto aumento delle concentrazioni misurate in corrispondenza agli orari di maggiore rilevanza del traffico veicolare.

Il confronto con le postazioni di riferimento mostra contenute variazioni. I dati di tabella 12, evidenziati anche nel figura 111, suggeriscono che i siti di Desenzano siano interessati da traffico in misura di poco inferiore rispetto alle postazioni classificate da traffico di Brescia e Mantova per quanto attiene alle misurazioni di questo inquinante, testimoniando una modesta influenza del traffico veicolare. Tale influenza si manifesta nelle prime ore del giorno presso l'istituto scolastico in corrispondenza all'orario di entrata degli alunni e nelle ore serali presso il sito di via Marconi che in periodo invernale non presenta gli stessi flussi veicolari del periodo estivo.

CO - andamento delle concentrazioni medie mobili su 8 ore
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

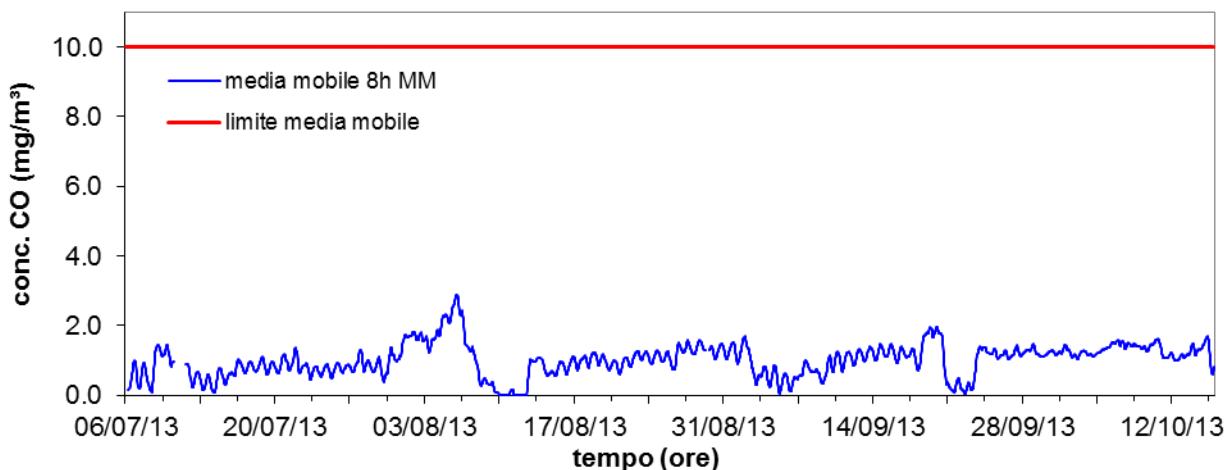


figura 105 - andamento medie mobili concentrazioni di CO durante periodo estivo presso via Michelangelo

CO - andamento delle concentrazioni medie mobili su 8 ore
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

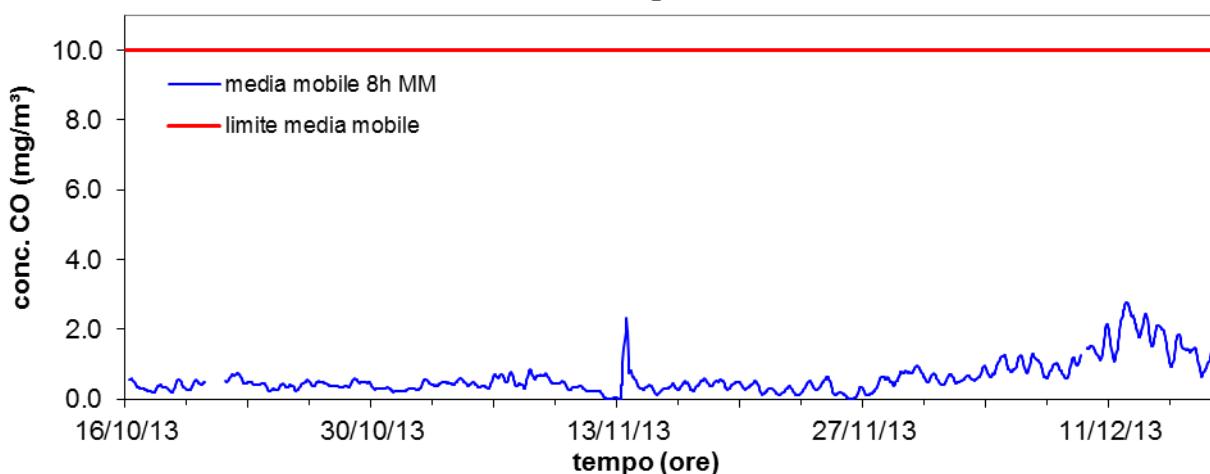


figura 106 - andamento medie mobili concentrazioni di CO durante periodo invernale presso via Michelangelo

CO - andamento delle concentrazioni medie mobili su 8 ore
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

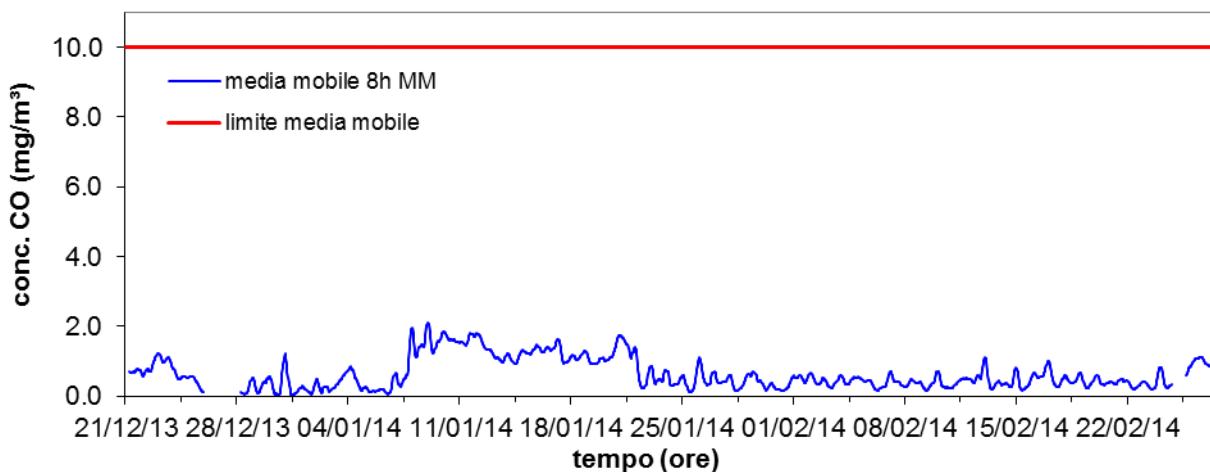


figura 107 - andamento medie mobili concentrazioni di CO durante periodo invernale presso via Marconi

CO - giorno tipo
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

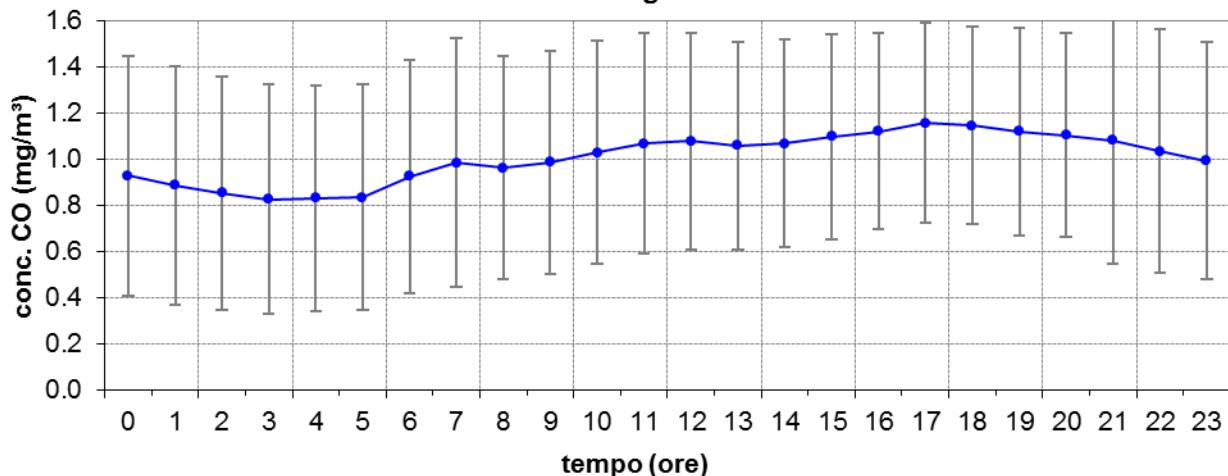


figura 108 - giorno tipo concentrazioni di CO durante periodo estivo presso via Michelangelo

CO - giorno tipo
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

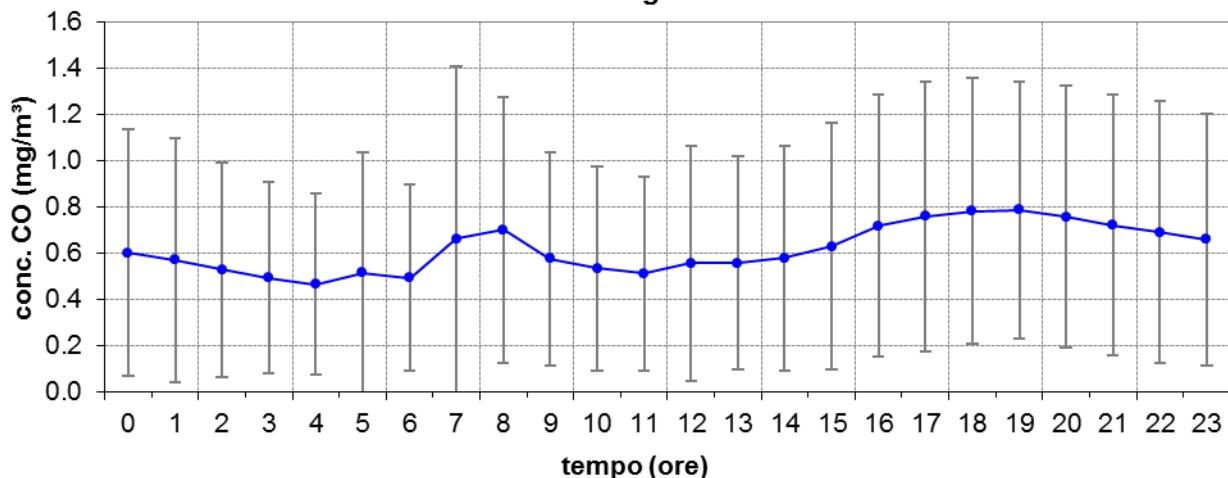


figura 109 - giorno tipo concentrazioni di CO durante periodo invernale presso via Michelangelo

CO - giorno tipo
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

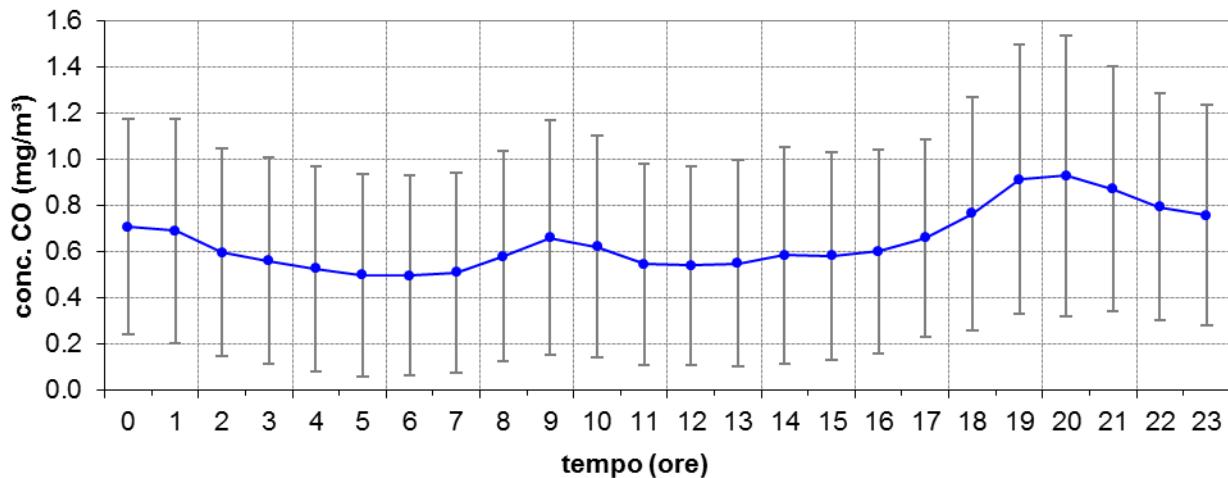


figura 110 - giorno tipo concentrazioni di CO durante periodo invernale presso via Marconi

tabella 12 – principali statistiche delle concentrazioni di monossido di carbonio

CO	periodo estivo via Michelangelo dal 06.07.2013 al 15.10.2013			periodo invernale via Michelangelo dal 16.10.2013 al 16.12.2013			periodo invernale via Marconi dal 21.12.2013 al 26.02.2014		
	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MM Desenzano del Garda	1.0	2.5	3.6	0.6	2.2	5.5	0.6	1.7	3.0
RRQA Est Lombardia	0.6	1.5	5.0	0.7	4.1	5.7	0.7	2.1	4.4
MN - Gramsci	---	---	---	0.8	1.4	3.5	1.0	1.6	3.0
MN - S.Agnese	0.7	1.2	2.5	0.6	1.3	2.1	0.7	1.1	1.4
MN - Tridolino	0.7	1.2	1.7	0.5	1.0	1.6	0.5	0.7	0.9
Schivenoglia (MN)	0.8	1.0	3.5	0.6	1.1	1.4	0.8	1.7	1.7
Ostiglia (MN)	1.1	1.5	1.6	0.8	1.5	2.4	0.9	1.5	1.7
Monzambano (MN)	0.9	1.2	2.5	0.7	1.6	2.2	0.8	1.2	1.5
BS - Broletto	0.4	0.9	2.6	0.8	2.7	5.6	0.7	1.6	1.9
BS - Turati	0.5	0.8	5.0	1.0	4.1	5.7	1.0	1.8	2.6
BS - Zizola	0.2	0.5	1.2	---	---	---	0.6	1.7	2.7
Rezzato (BS)	0.4	0.6	1.0	0.7	2.4	3.5	0.8	2.1	3.1
Sarezzo (BS)	0.3	0.5	0.9	0.6	1.2	4.0	0.6	1.4	2.7
Ospitaletto (BS)	0.3	1.0	1.6	1.0	2.8	4.4	0.9	2.1	4.4
Melara (RO)	0.9	1.4	3.1	0.7	1.5	1.7	0.8	1.2	1.5

CO - confronto concentrazioni medie Desenzano - dal 06.07.2013 al 27.02.2014

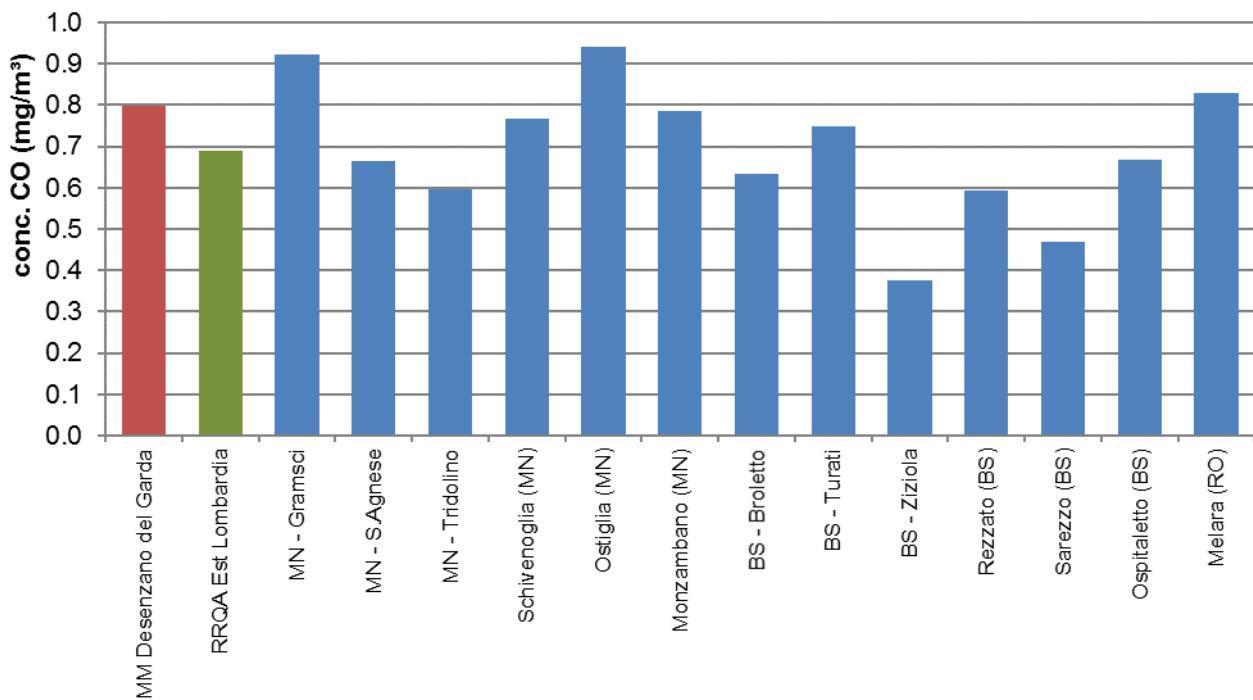


figura 111 - confronto concentrazioni medie CO durante campagna con mezzo mobile a Desenzano

Ossidi di azoto

Come scritto nella descrizione degli inquinanti, per il parametro monossido di azoto (NO) non è previsto un limite di legge ma la sua misura è importante per la comprensione della dinamica degli ossidi di azoto.

I grafici da figura 112 a figura 114 mostrano gli andamenti delle concentrazioni orarie di NO mentre i grafici da figura 115 a figura 117 mostrano gli andamenti delle concentrazioni medie giornaliere. Appare evidente l'aumento delle concentrazioni all'instaurarsi del periodo invernale, così come risulta evidente come gli andamenti presso il sito di Desenzano del Garda e presso gli altri siti a riferimento siano simili in funzione delle condizioni meteo. I grafici da figura 118 a figura 120 , che mostrano i giorni tipo calcolati nei tre periodi di misura evidenziano ancora una volta differenze tra periodo estivo e periodo invernale, sia in termini di valore di concentrazione che in termini di andamento. Nel grafico relativo al giorno tipo in periodo estivo, infatti, si nota la mancanza del picco di concentrazione serale a causa della presenza di ozono che provvede ad ossidare il monossido di azoto emesso nel percorso tra sorgente e recettore. Il confronto con gli altri siti presi a riferimento mostra come le concentrazioni di questo inquinante misurate a Desenzano risultino vicine a quelle della città di Mantova, inferiori rispetto a quelle della città di Brescia e superiori rispetto alle concentrazioni rilevate nei siti di pianura a minore antropizzazione.

NO - andamento delle concentrazioni medie orarie
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

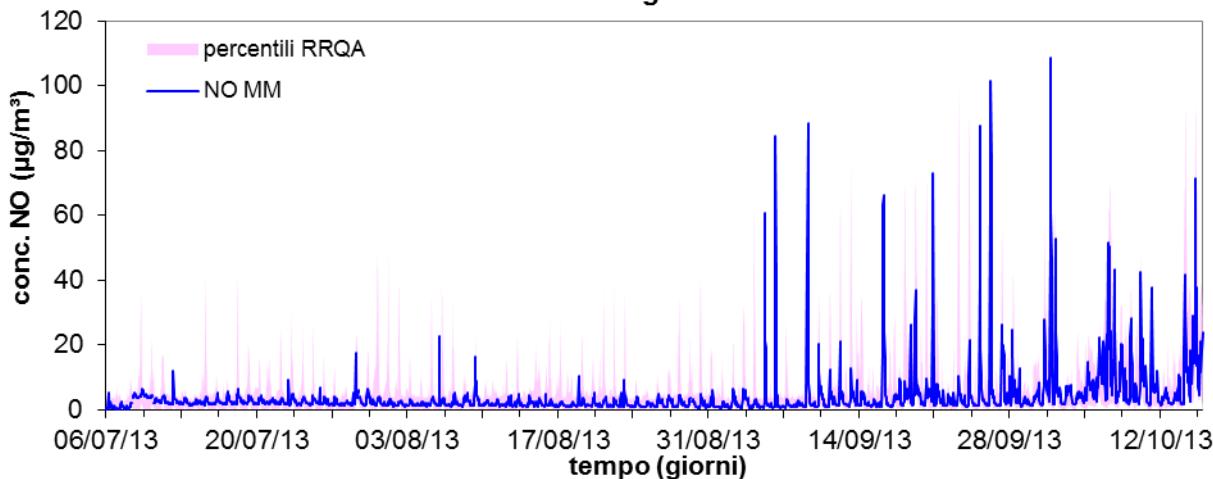


figura 112 - andamento concentrazioni medie orarie di NO durante periodo estivo presso via Michelangelo

NO - andamento delle concentrazioni medie orarie
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

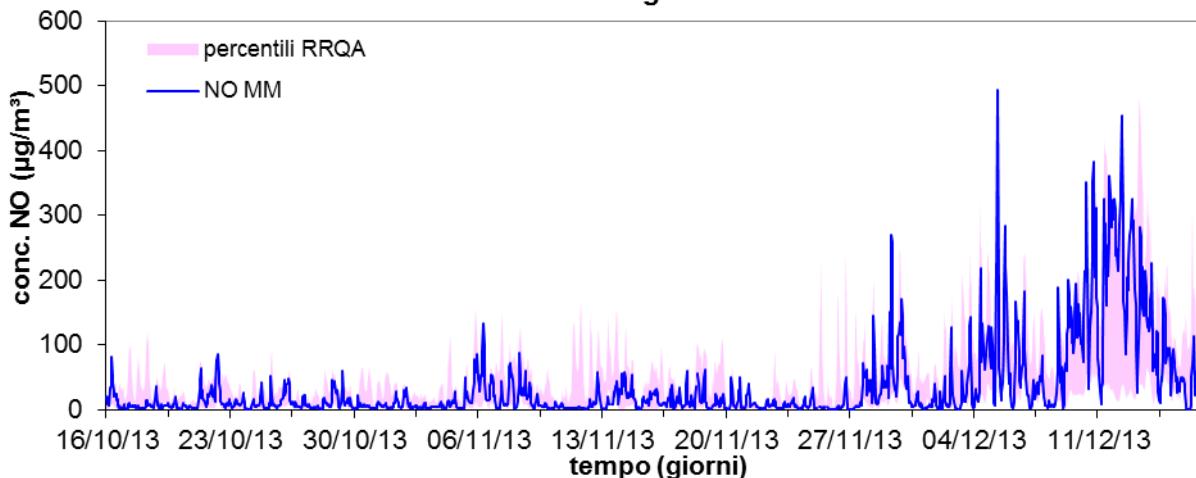


figura 113 - andamento concentrazioni medie orarie di NO durante periodo invernale presso via Michelangelo

NO - andamento delle concentrazioni medie orarie
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

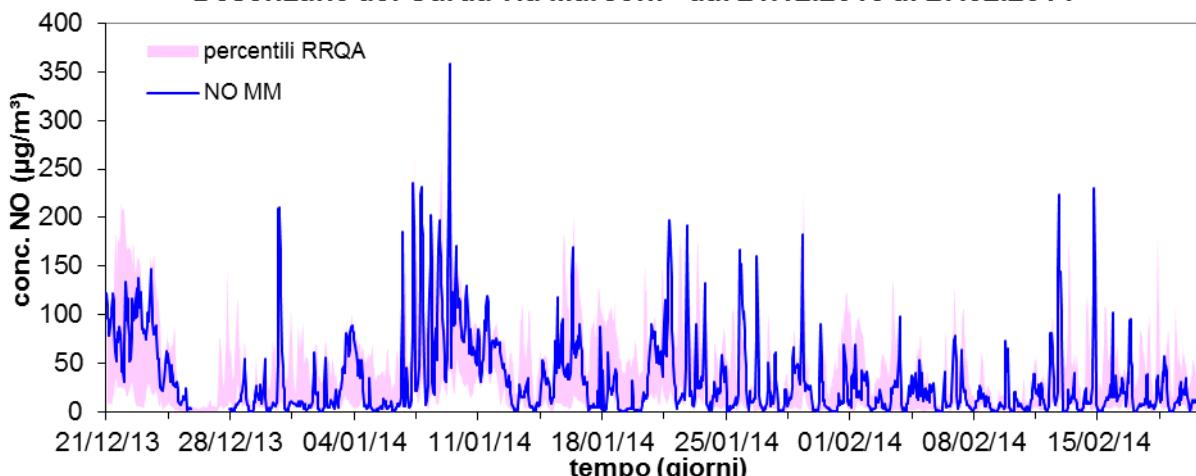


figura 114 - andamento concentrazioni medie orarie di NO durante periodo invernale presso via Marconi

**NO - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013**

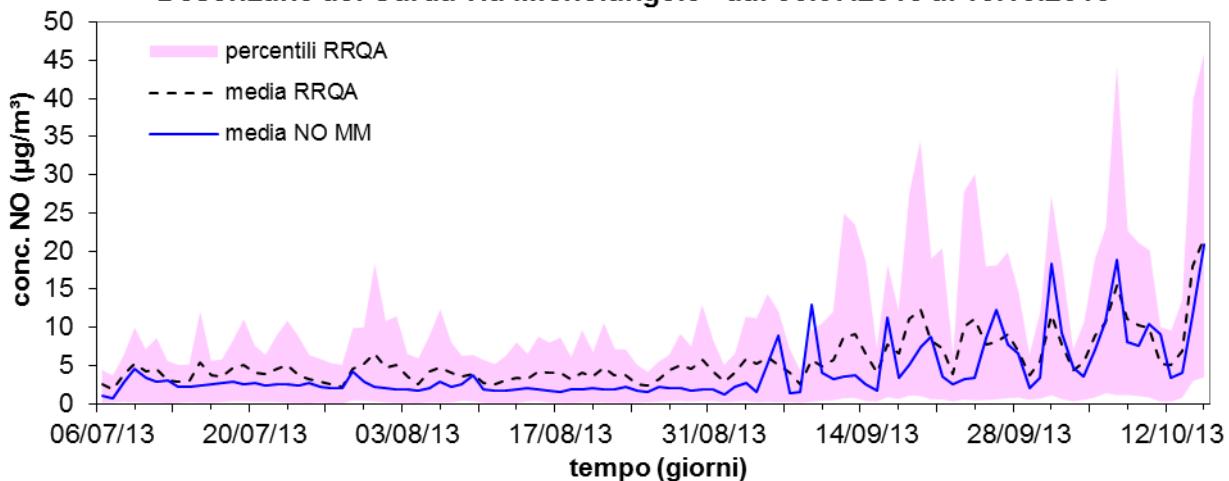


figura 115 - andamento concentrazioni medie giornaliere di NO durante periodo estivo presso via Michelangelo

**NO - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013**

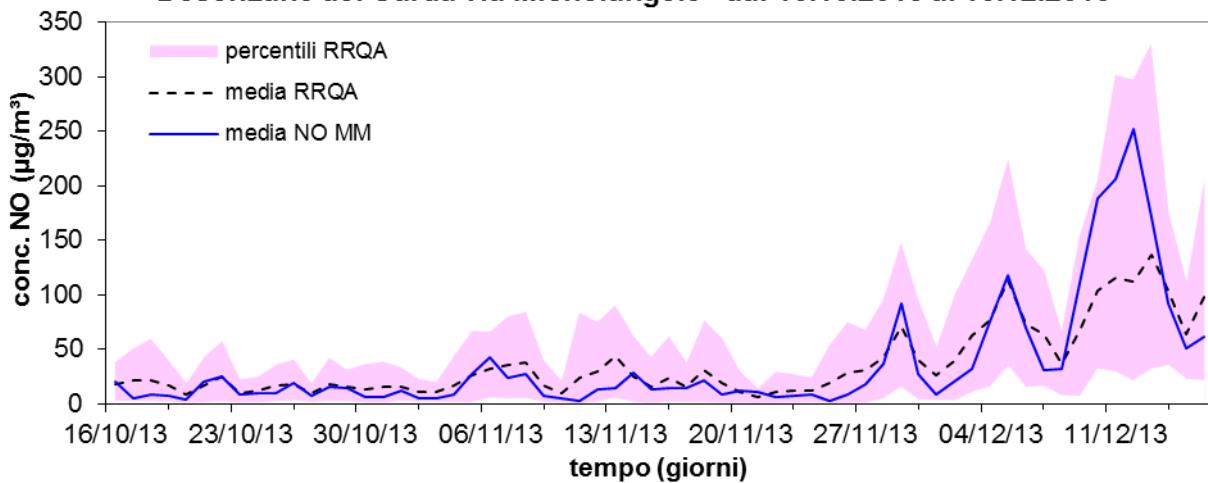


figura 116 - andamento concentrazioni medie giornaliere di NO durante periodo invernale presso via Michelangelo

**NO - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014**

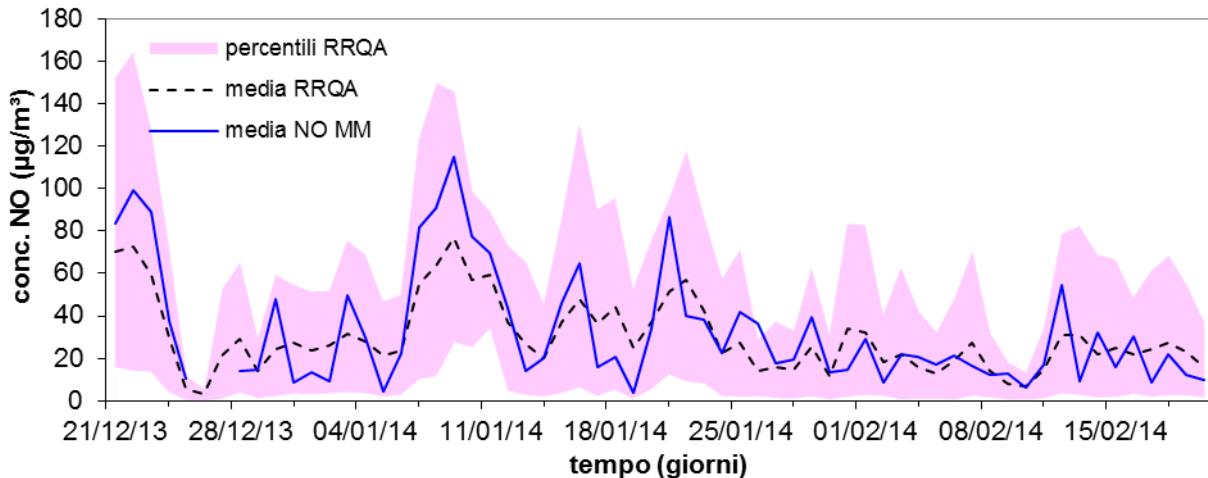


figura 117 - andamento concentrazioni medie giornaliere di NO durante periodo invernale presso via Marconi

NO - giorno tipo
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

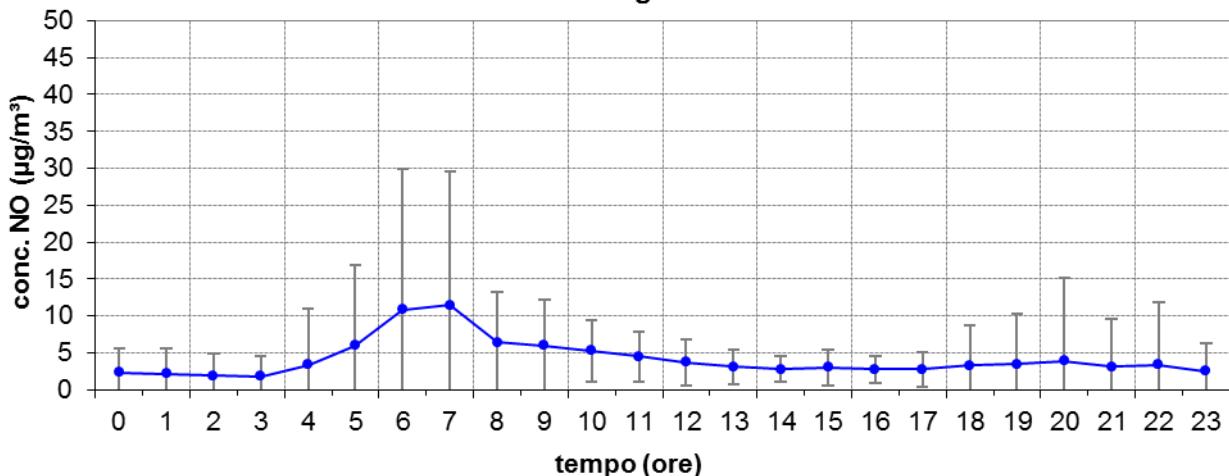


figura 118 - giorno tipo concentrazioni di NO durante periodo estivo presso via Michelangelo

NO - giorno tipo
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

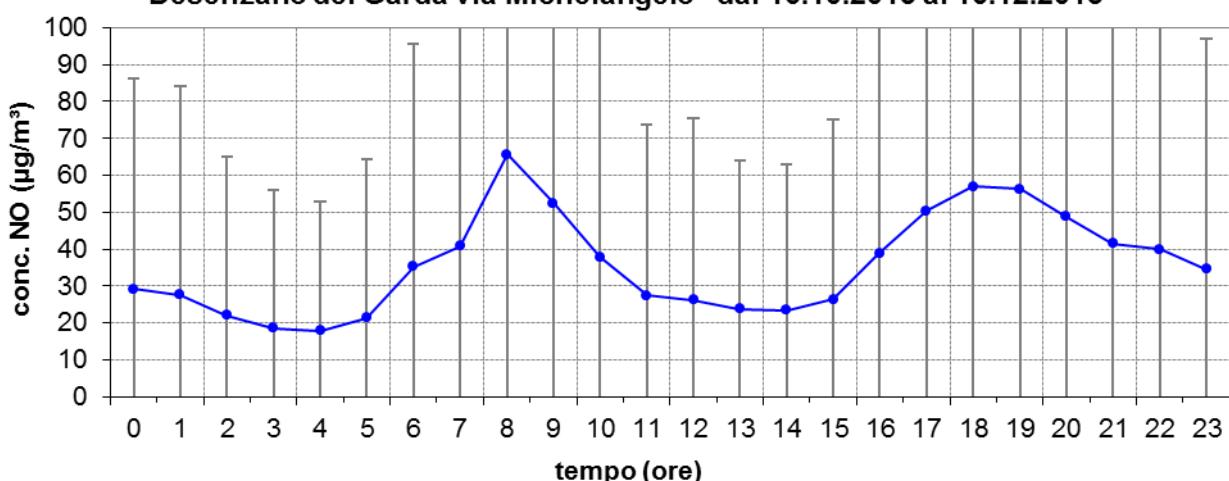


figura 119 - giorno tipo concentrazioni di NO durante periodo invernale presso via Michelangelo

NO - giorno tipo
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

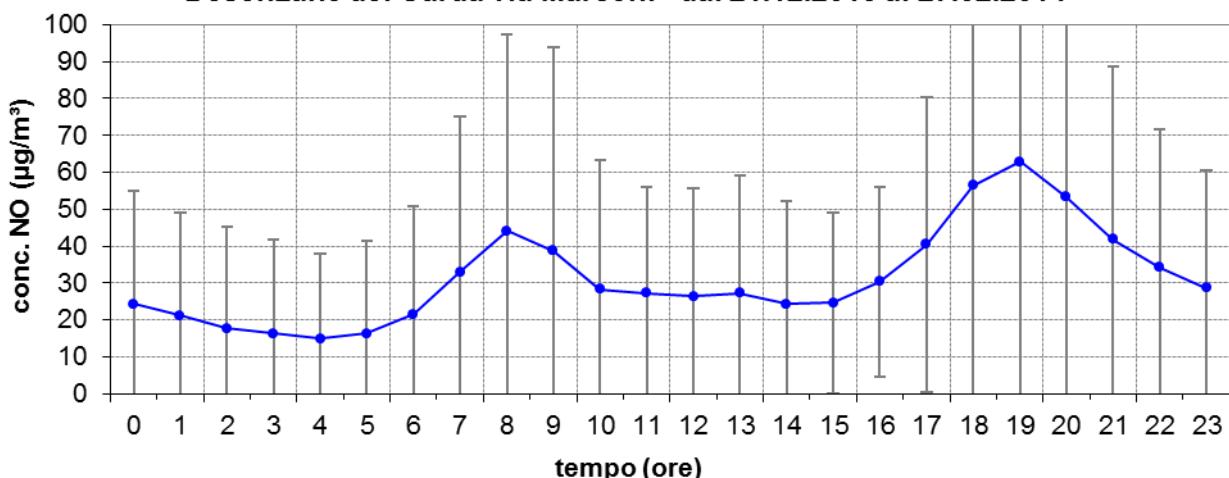


figura 120 - giorno tipo concentrazioni di NO durante periodo invernale presso via Marconi

tabella 13 - principali statistiche delle concentrazioni di monossido di azoto

NO	periodo estivo via Michelangelo dal 06.07.2013 al 15.10.2013			periodo invernale via Michelangelo dal 16.10.2013 al 16.12.2013			periodo invernale via Marconi dal 21.12.2013 al 26.02.2014		
	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MM Desenzano del Garda	4	21	109	36	252	493	31	115	358
<i>RRQA Est Lombardia</i>	6	111	253	37	435	732	29	251	399
<i>MN - Ariosto</i>	5	18	80	40	165	393	23	64	189
<i>MN - Gramsci</i>	6	20	75	37	147	458	23	69	328
<i>MN - S.Agnese</i>	5	12	35	29	113	250	20	62	115
<i>MN - Tridolino</i>	7	39	231	39	167	476	27	90	312
<i>MN - Lunetta</i>	3	10	55	24	94	218	19	79	209
<i>Porto Mantovano (MN)</i>	4	14	48	32	118	245	19	73	93
<i>Bosco Fontana (MN)</i>	3	13	26	32	135	238	32	104	147
<i>Viadana (MN)</i>	3	9	47	20	65	289	13	43	171
<i>Schivenoglia (MN)</i>	4	14	64	19	103	143	15	85	116
<i>Ostiglia (MN)</i>	4	13	50	22	94	227	15	56	135
<i>Pieve di Coriano (MN)</i>	4	13	54	22	85	226	15	53	115
<i>Magnacavallo (MN)</i>	4	11	30	17	91	115	11	58	73
<i>Borgofranco (MN)</i>	2	9	45	15	83	142			
<i>Sermide (MN)</i>	2	9	40	15	78	169	10	43	106
<i>Ponti sul Mincio (MN)</i>	4	17	105	32	130	220	22	76	150
<i>Monzambano (MN)</i>	5	21	108	33	140	268	19	79	150
<i>BS - Broletto</i>	8	32	97	53	335	628	50	161	239
<i>BS - Turati</i>	41	111	253	129	435	732	115	251	391
<i>BS - Ziziola</i>	6	47	200	81	393	579	60	177	399
<i>BS - Villaggio Sereno</i>	6	37	117	67	328	634	50	147	310
<i>Rezzato (BS)</i>	6	40	133	47	319	564	40	161	339
<i>Sarezzo (BS)</i>	3	30	62	34	114	259	34	141	212
<i>Ospitaletto (BS)</i>	8	63	160	79	346	501	58	167	288
<i>Lonato (BS)</i>	3	35	67	33	247	383	22	129	207
<i>Manerbio (BS)</i>	2	15	47	47	163	519	29	76	210
<i>Gambara (BS)</i>	11	32	64	36	143	239	19	78	120
<i>Odolo (BS)</i>	1	11	35	13	39	86	13	47	108
<i>Darfo (BS)</i>	6	31	68	38	90	215	33	113	178
<i>Breno (BS)</i>	5	21	100	35	101	255	23	57	163
<i>Salionze (VR)</i>	4	13	70	28	137	199	19	90	172
<i>Melara (RO)</i>	4	9	23	13	54	70	16	56	72
<i>Ceneselli (RO)</i>	4	12	61	17	74	135			

**NO - confronto concentrazioni medie
Desenzano - dal 06.07.2013 al 27.02.2014**

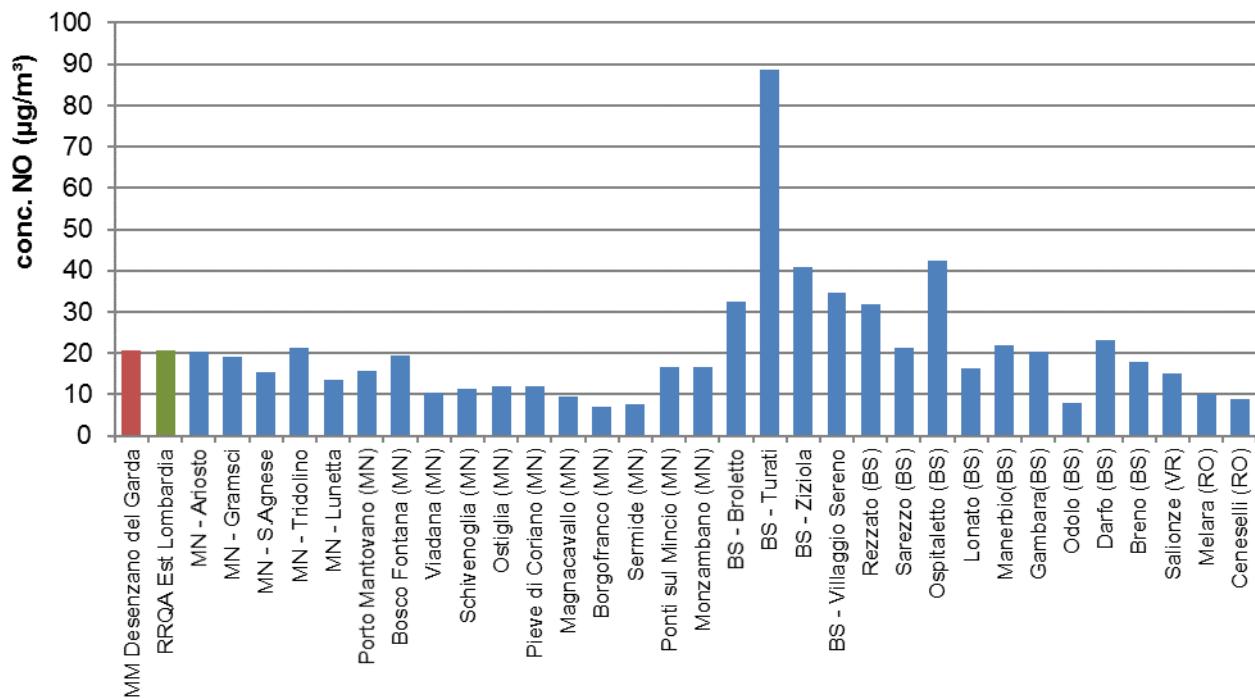


figura 121 - confronto concentrazioni medie NO durante campagna con mezzo mobile a Desenzano

Per il parametro biossido di azoto (NO_2), invece, la norma prevede due valori limite relativi alla concentrazione oraria e alla concentrazione media annuale. I grafici da figura 122 a figura 124 mostrano l'andamento delle concentrazioni orarie rispetto al limite di legge di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Come si vede, tale limite risulta sempre rispettato con ampio margine. I grafici da figura 125 a figura 127 mostrano gli andamenti delle medie giornaliere, evidenziando gli andamenti di breve periodo che risultano simili a quelli calcolati in media per le postazioni della RRQA prese a riferimento in periodo estivo mentre tendono a risultarne superiori in periodo invernale. I giorni tipo estivo ed invernale, mostrati da figura 128 a figura 130 non mostrano grosse differenze di forma a dispetto delle differenti concentrazioni medie dei periodi, tuttavia si notano gli spostamenti dei picchi mattutino e serale che si presentano durante il periodo invernale in conseguenza della ritardata insolazione al mattino e dell'anticipato crepuscolo la sera in inverno.

Nel complesso, relativamente al confronto con gli altri siti dell'Est Lombardia, al pari di quanto osservato per il parametro NO, a dispetto della differente dinamica, le concentrazioni di NO_2 registrate in media a Desenzano del Garda risultano in linea con quelle delle postazioni della città di Mantova, inferiori a quelle della città di Brescia e superiori a quelle degli altri siti a minore antropizzazione.

**NO₂ - andamento delle concentrazioni medie orarie
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013**

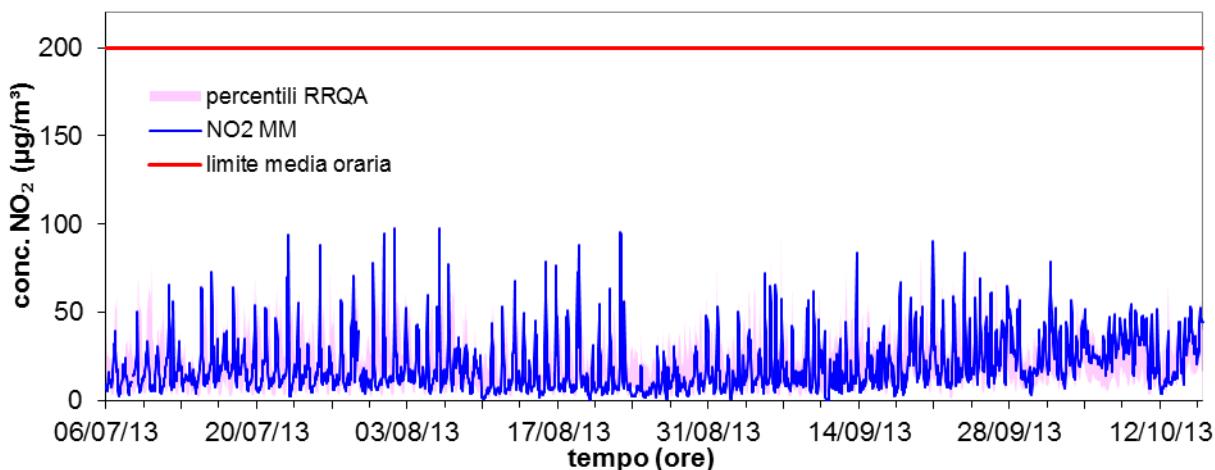


figura 122 – andamento concentrazioni medie orarie di NO₂ durante periodo estivo presso via Michelangelo

**NO₂ - andamento delle concentrazioni medie orarie
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013**

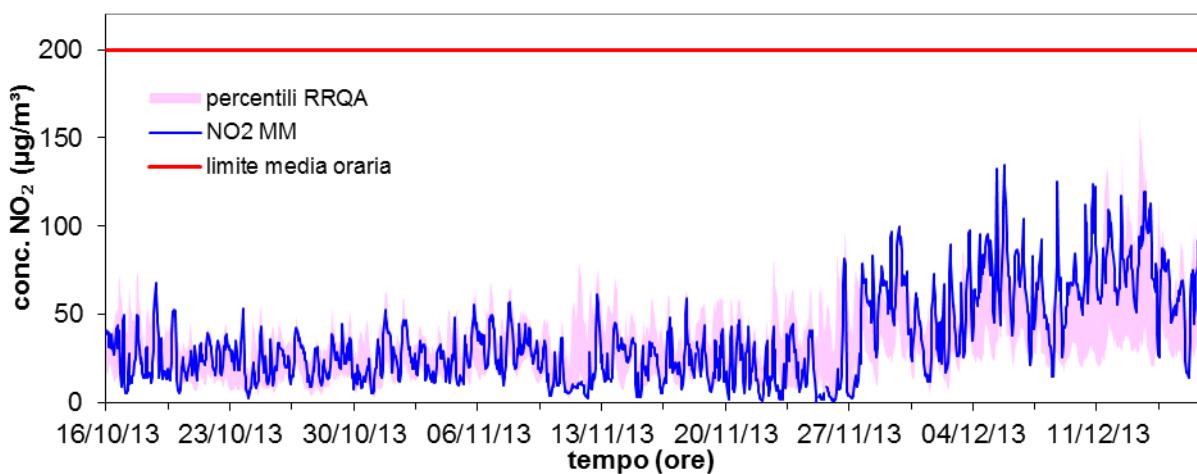


figura 123 – andamento concentrazioni medie orarie di NO₂ durante periodo invernale via Michelangelo

**NO₂ - andamento delle concentrazioni medie orarie
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014**

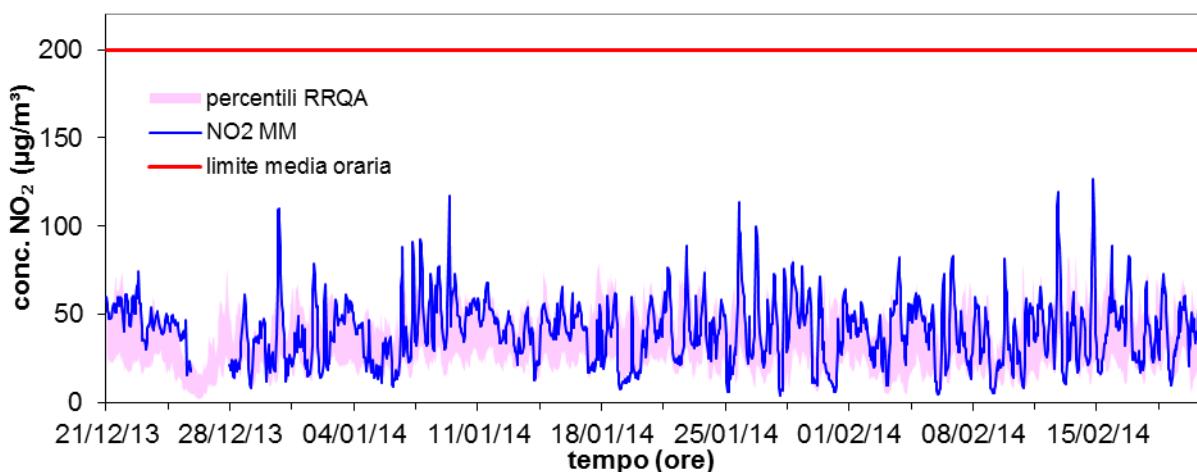


figura 124 - andamento concentrazioni medie orarie di NO₂ durante periodo invernale via Marconi

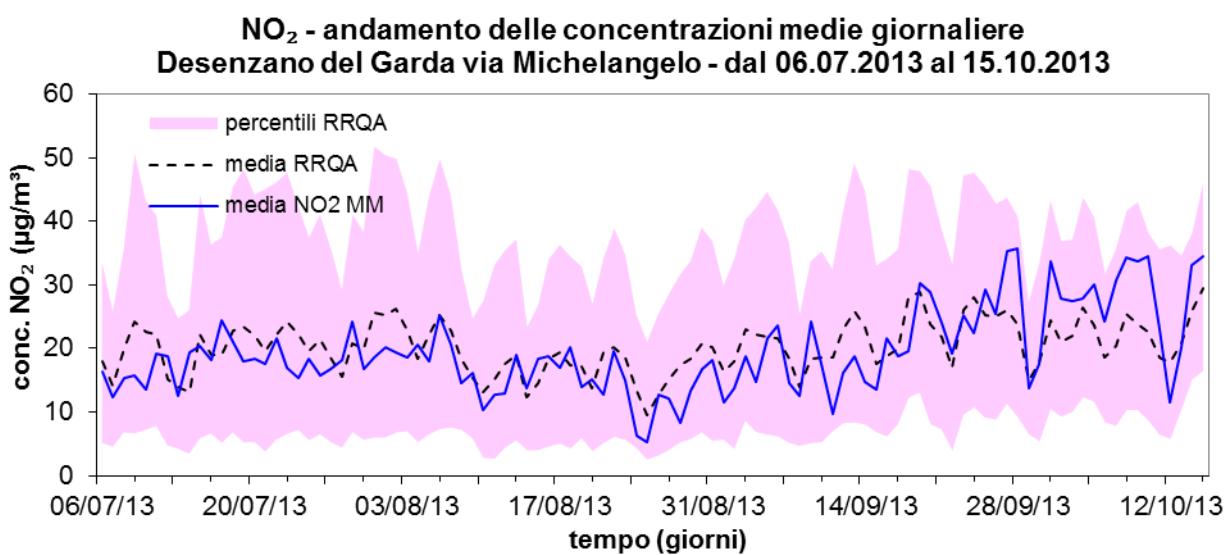


figura 125 - andamento concentrazioni medie giornaliere di NO₂ durante periodo estivo presso via Michelangelo

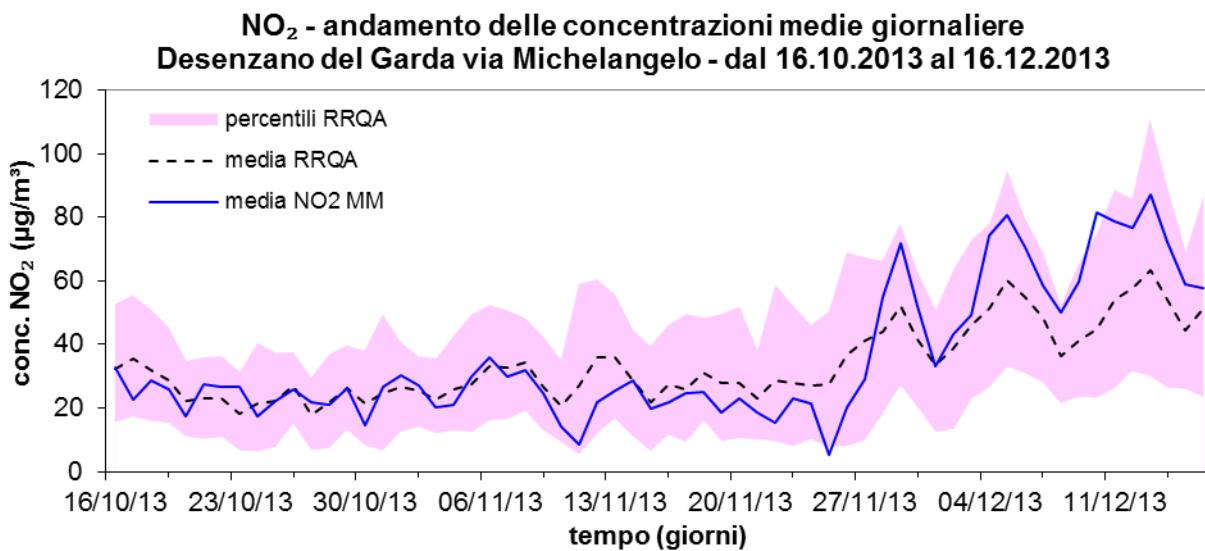


figura 126 – andamento concentrazioni medie giornaliere di NO₂ durante periodo invernale presso via Michelangelo

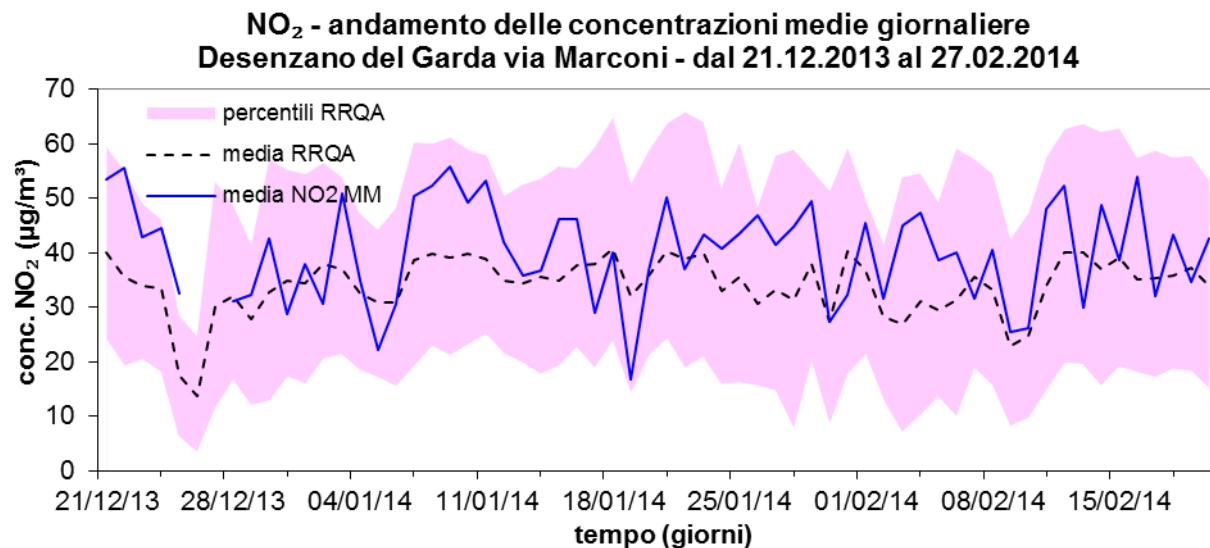


figura 127 – andamento concentrazioni medie giornaliere di NO₂ durante periodo invernale presso via Marconi

NO₂ - giorno tipo
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013

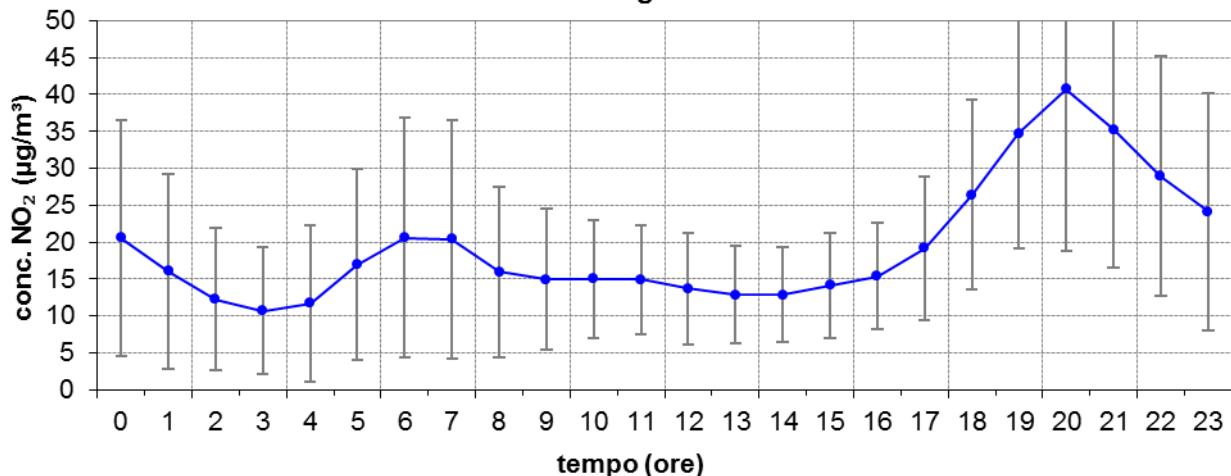


figura 128 - giorno tipo concentrazioni di NO₂ durante periodo estivo presso via Michelangelo

NO₂ - giorno tipo
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013

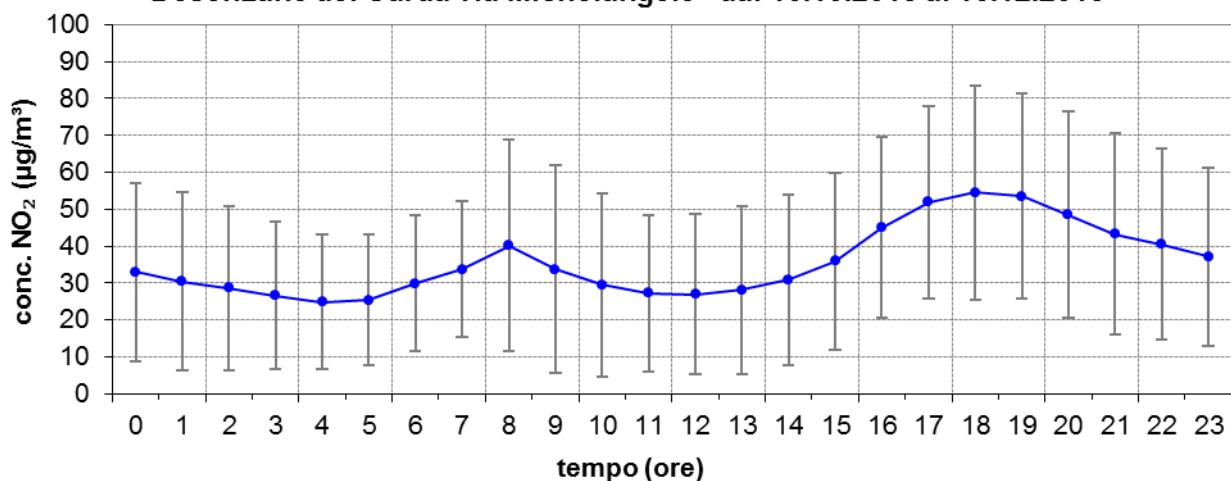


figura 129 - giorno tipo concentrazioni di NO₂ durante periodo invernale presso via Michelangelo

NO₂ - giorno tipo
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014

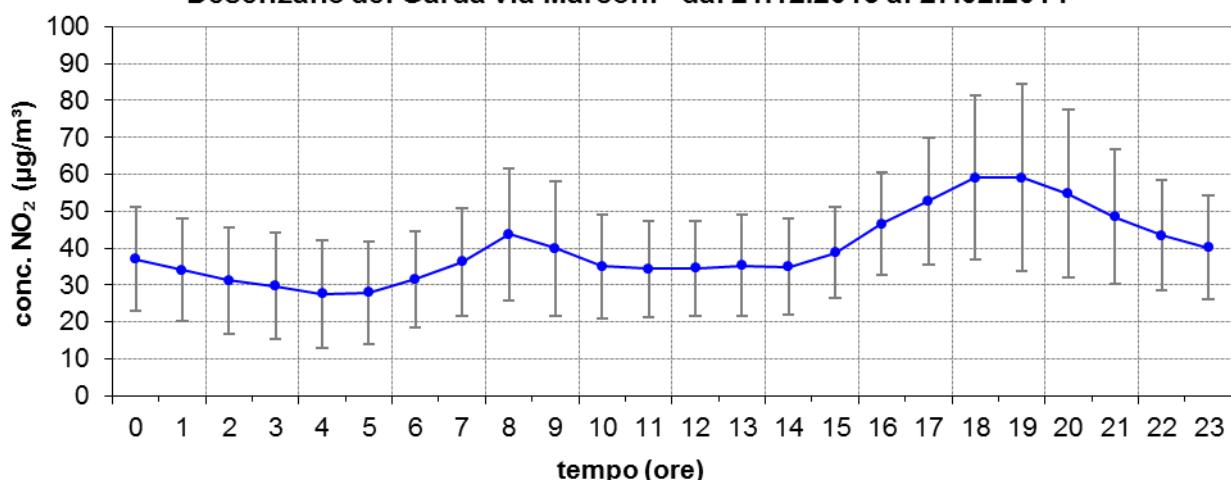


figura 130 - giorno tipo concentrazioni di NO₂ durante periodo invernale presso via Marconi

Tabella 14 - principali statistiche delle concentrazioni di biossido di azoto

NO ₂	periodo estivo via Michelangelo dal 06.07.2013 al 15.10.2013			periodo invernale via Michelangelo dal 16.10.2013 al 16.12.2013			periodo invernale via Marconi dal 21.12.2013 al 26.02.2014		
	conc. media (µg/m ³)	max conc. giornaliera (µg/m ³)	max conc. oraria (µg/m ³)	conc. media (µg/m ³)	max conc. giornaliera (µg/m ³)	max conc. oraria (µg/m ³)	conc. media (µg/m ³)	max conc. giornaliera (µg/m ³)	max conc. oraria (µg/m ³)
MM Desenzano del Garda	20	36	98	36	87	134	40	56	126
<i>RRQA Est Lombardia</i>	20	105	210	34	135	254	34	90	153
<i>MN - Ariosto</i>	20	36	85	35	74	120	32	45	79
<i>MN - Gramsci</i>	21	35	113	34	57	102	31	38	98
<i>MN - S.Agnese</i>	18	32	83	35	72	108	33	47	89
<i>MN - Tridolino</i>	28	54	158	38	81	153	38	54	142
<i>MN - Lunetta</i>	22	38	104	43	95	185	40	65	138
<i>Porto Mantovano (MN)</i>	25	43	106	32	59	85	24	35	53
<i>Bosco Fontana (MN)</i>	13	25	67	15	34	49	13	31	46
<i>Viadana (MN)</i>	15	26	94	24	38	108	25	46	113
<i>Schivenoglia (MN)</i>	15	26	50	24	60	74	35	81	99
<i>Ostiglia (MN)</i>	15	29	75	28	54	74	28	38	73
<i>Pieve di Coriano (MN)</i>	16	27	64	28	51	67	27	38	74
<i>Magnacavallo (MN)</i>	14	32	53	27	51	71	28	41	60
<i>Borgofranco (MN)</i>	13	29	51	28	57	70	---	---	---
<i>Sermide (MN)</i>	10	29	39	27	56	81	24	35	55
<i>Ponti sul Mincio (MN)</i>	21	36	104	33	69	126	33	73	93
<i>Monzambano (MN)</i>	20	29	87	28	61	112	28	38	77
<i>BS - Broletto</i>	33	52	137	51	116	178	51	71	106
<i>BS - Turati</i>	59	105	210	76	128	221	72	90	153
<i>BS - Ziziola</i>	24	39	115	43	135	254	42	65	114
<i>BS - Villaggio Sereno</i>	30	70	98	51	135	171	47	60	103
<i>Rezzato (BS)</i>	28	46	76	42	110	215	33	46	68
<i>Sarezzo (BS)</i>	20	32	56	33	58	85	36	46	72
<i>Ospitaletto (BS)</i>	27	45	68	40	82	110	41	54	73
<i>Lonato (BS)</i>	14	29	45	27	55	75	28	44	63
<i>Manerbio (BS)</i>	15	30	76	33	58	112	26	38	74
<i>Gambara (BS)</i>	31	44	74	35	86	114	32	53	67
<i>Odolo (BS)</i>	11	18	34	19	41	60	25	41	65
<i>Darfo (BS)</i>	25	45	59	53	75	134	64	79	98
<i>Breno (BS)</i>	17	27	45	33	63	107	28	42	67
<i>Salionze (VR)</i>	15	28	72	31	64	88	32	46	72
<i>Melara (RO)</i>	11	22	47	16	30	39	30	41	61
<i>Ceneselli (RO)</i>	12	26	52	21	38	57	19	28	41

**NO₂ - confronto concentrazioni medie
Desenzano - dal 06.07.2013 al 27.02.2014**

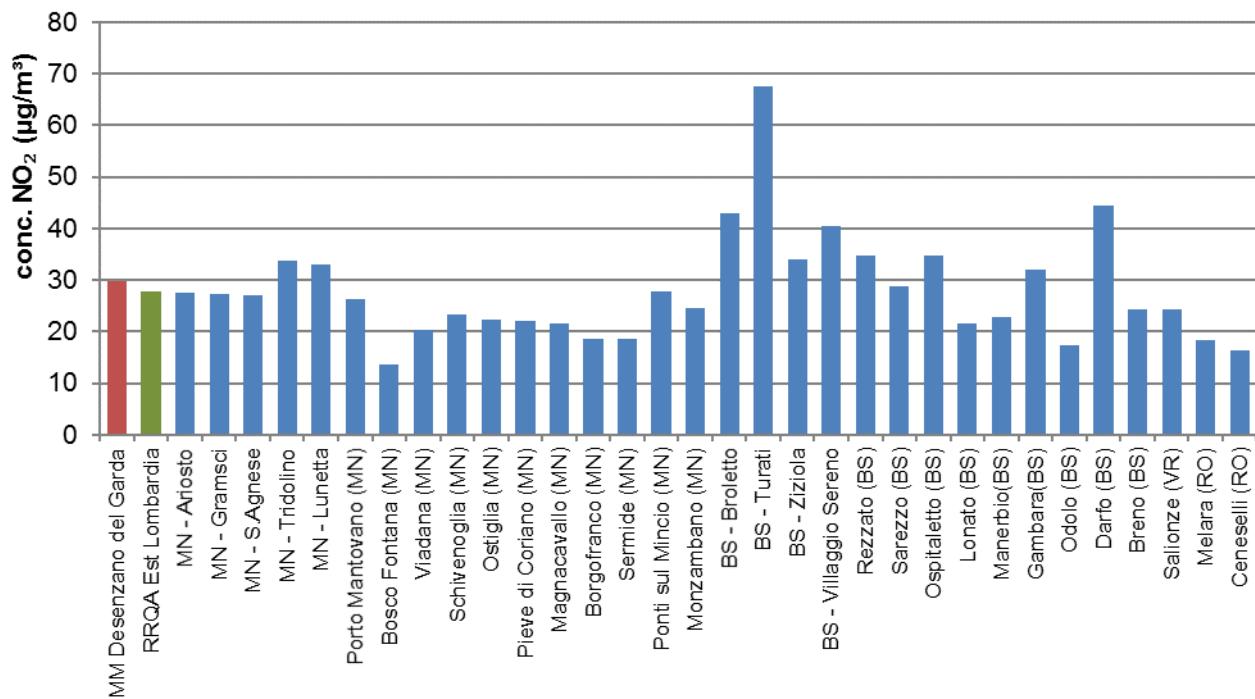


figura 131 - confronto concentrazioni medie NO₂ durante campagna con mezzo mobile a Desenzano

Ozono

Per l'ozono (O_3) la legge prevede una soglia di informazione alla popolazione basata sulla media oraria. Tale valore soglia è stato superato varie volte durante la campagna estiva, come peraltro succede anche nelle postazioni della RRQA prese a riferimento. Più restrittivo è il valore obiettivo per la media mobile su 8 ore che è stato superato un maggior numero di volte.

Durante il periodo estivo esiste una evidente correlazione tra le concentrazioni di ozono e la radiazione solare incidente. Il grafico di figura 138 mostra tale correlazione evidenziando come a diminuzioni della radiazione incidente, a seguito del passaggio di corpi nuvolosi, corrisponda una diminuzione delle concentrazioni di ozono. Durante il periodo invernale tale correlazione si perde, divenendo apparentemente inversa come mostrato in figura 139 figura 140. Quel che succede è che in corrispondenza di situazioni perturbate si ha l'intrusione di masse di aria più pulita, da quote più elevate, a maggiore concentrazione di ozono. I grafici di figura 142 e figura 143 mostrano le aumentate concentrazioni di ozono in corrispondenza alle giornate invernali in cui si sono misurate velocità del vento superiori.

Le concentrazioni di ozono misurate a Desenzano del Garda risultano complessivamente superiori a quelle delle altre postazioni della rete dell'Est Lombardia, al pari della vicina postazione di Lonato. In particolare le concentrazioni misurate durante il periodo estivo a Desenzano risultano costantemente più elevate rispetto alla media, mentre in periodo invernale si evidenziano soprattutto in occasione degli episodi di intrusione di aria da quote più elevate.

Il giorno tipo delle concentrazioni di ozono mostra i valori maggiori nel primo pomeriggio, in ritardo rispetto al picco di insolazione, a seguito dello spostamento dell'equilibrio delle reazioni fotochimiche che ne governano la formazione. Durante il periodo invernale il picco di concentrazione tende ad avvicinarsi a quello di insolazione.

**O₃ - andamento delle concentrazioni medie orarie
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013**

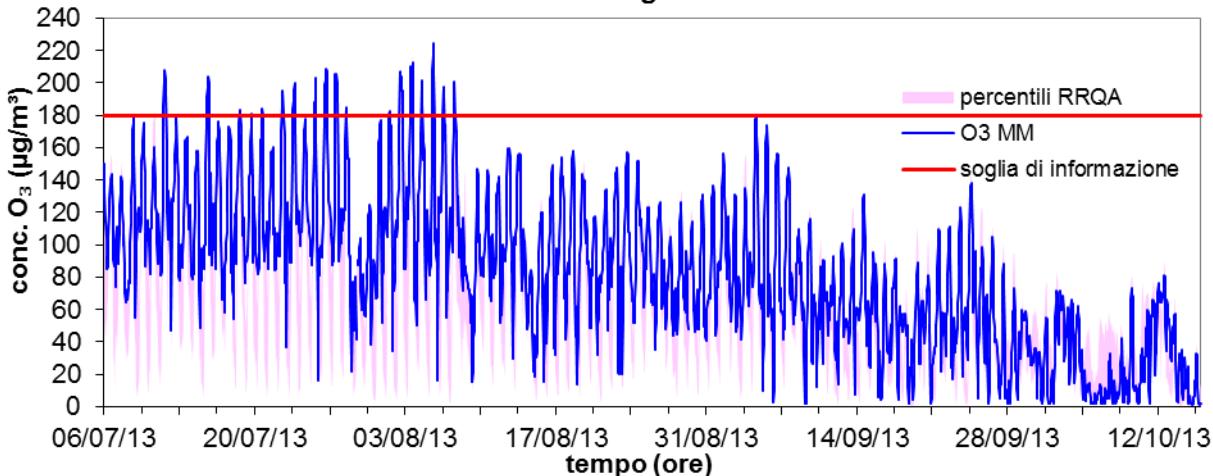


figura 132 - andamento concentrazioni medie orarie di O₃ durante periodo estivo presso via Michelangelo

**O₃ - andamento delle concentrazioni medie orarie
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013**

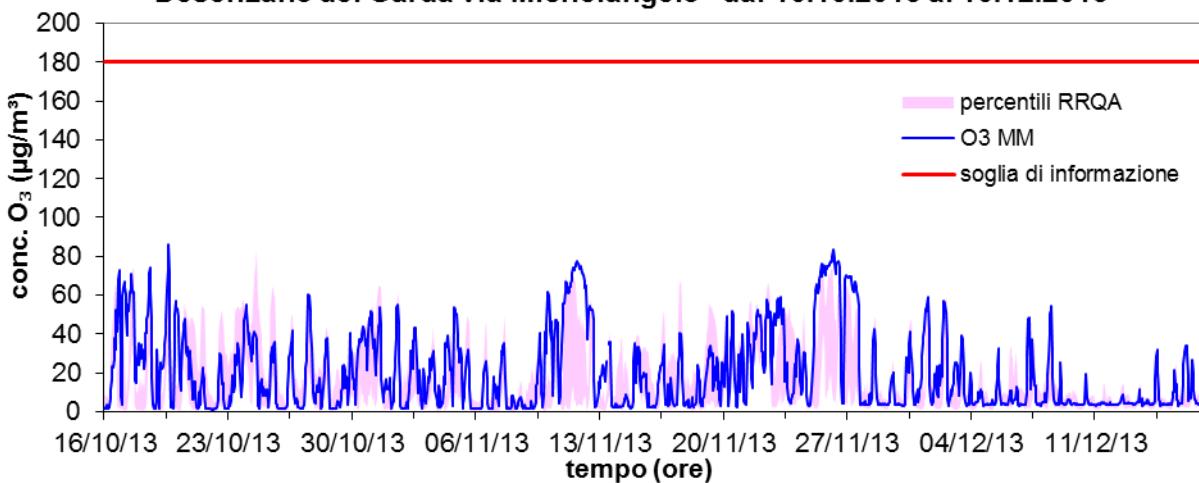


figura 133 - andamento concentrazioni medie orarie di O₃ durante periodo invernale presso via Michelangelo

**O₃ - andamento delle concentrazioni medie orarie
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014**

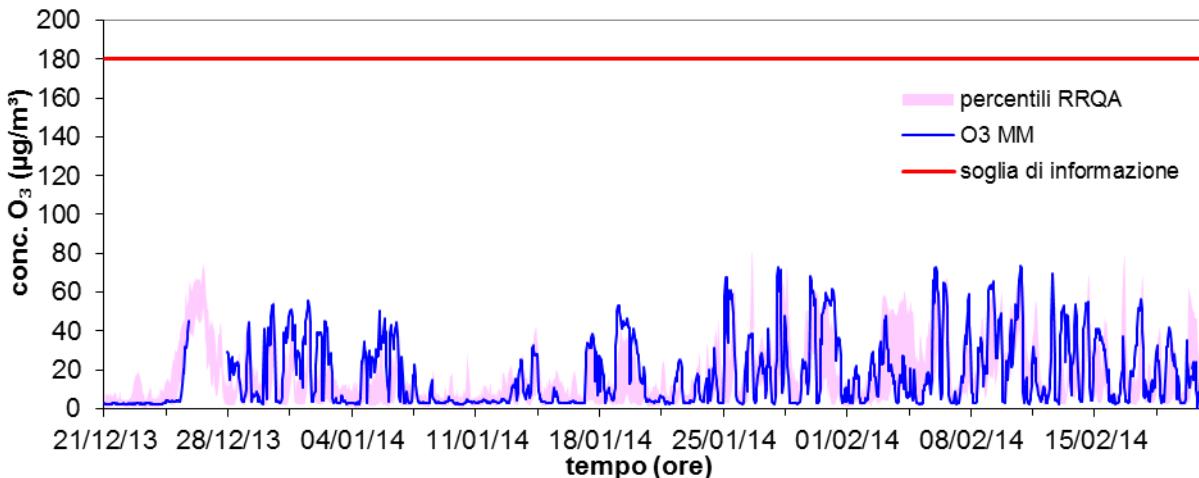


figura 134 - andamento concentrazioni medie orarie di O₃ durante periodo invernale presso via Marconi

**O₃ - andamento delle concentrazioni medie mobili su 8 ore
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013**

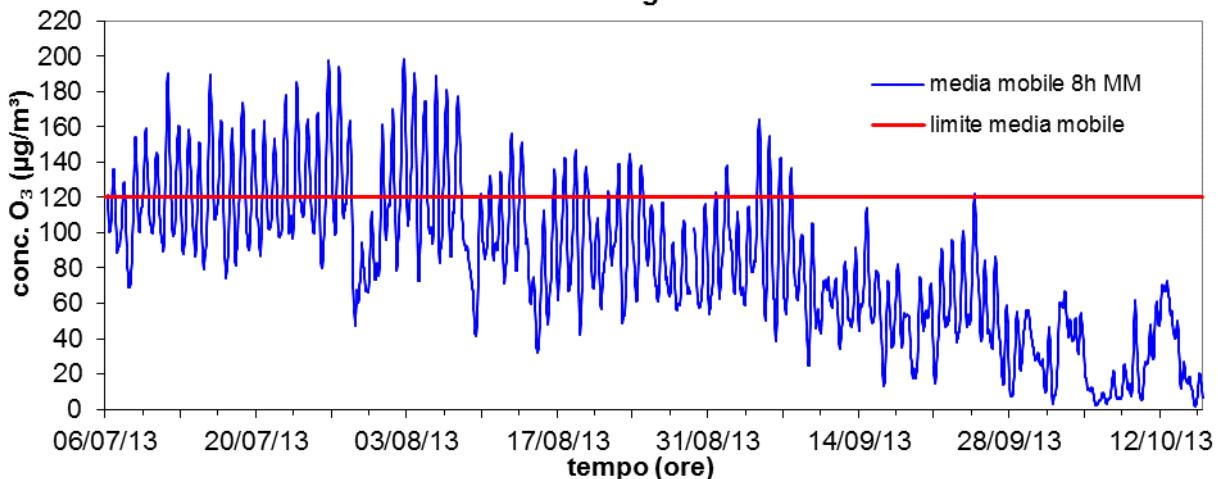


figura 135 - andamento medie mobili concentrazioni di O₃ durante periodo estivo presso via Michelangelo

**O₃ - andamento delle concentrazioni medie mobili su 8 ore
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013**

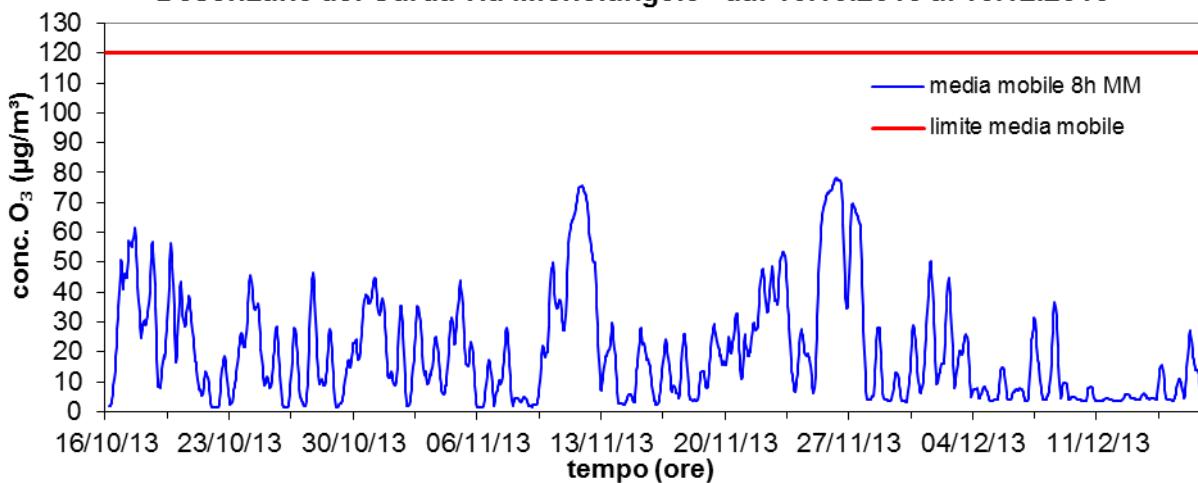


figura 136 - andamento medie mobili concentrazioni di O₃ durante periodo invernale presso via Michelangelo

**O₃ - andamento delle concentrazioni medie mobili su 8 ore
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014**

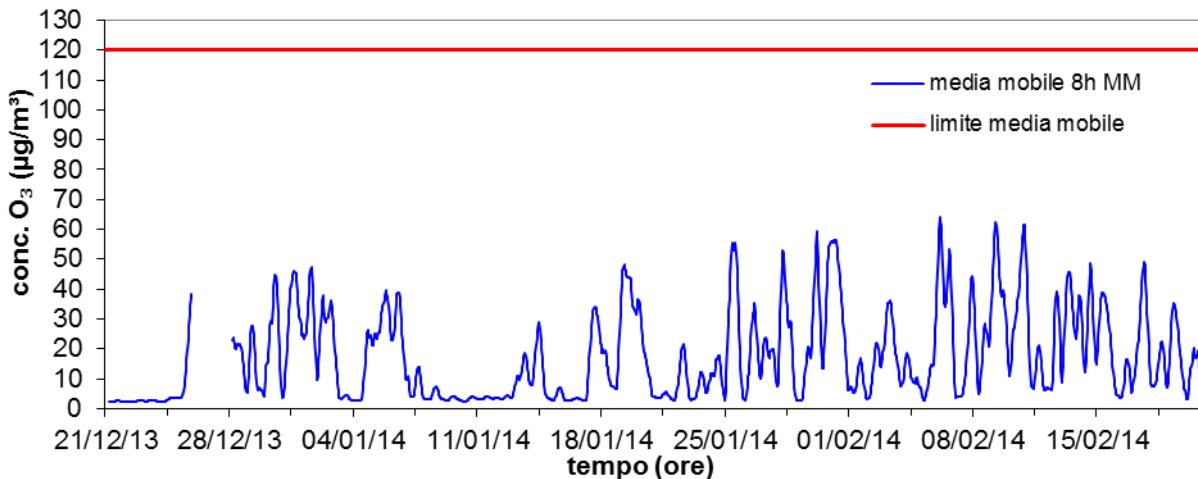


figura 137 - andamento medie mobili concentrazioni di O₃ durante periodo invernale presso via Marconi

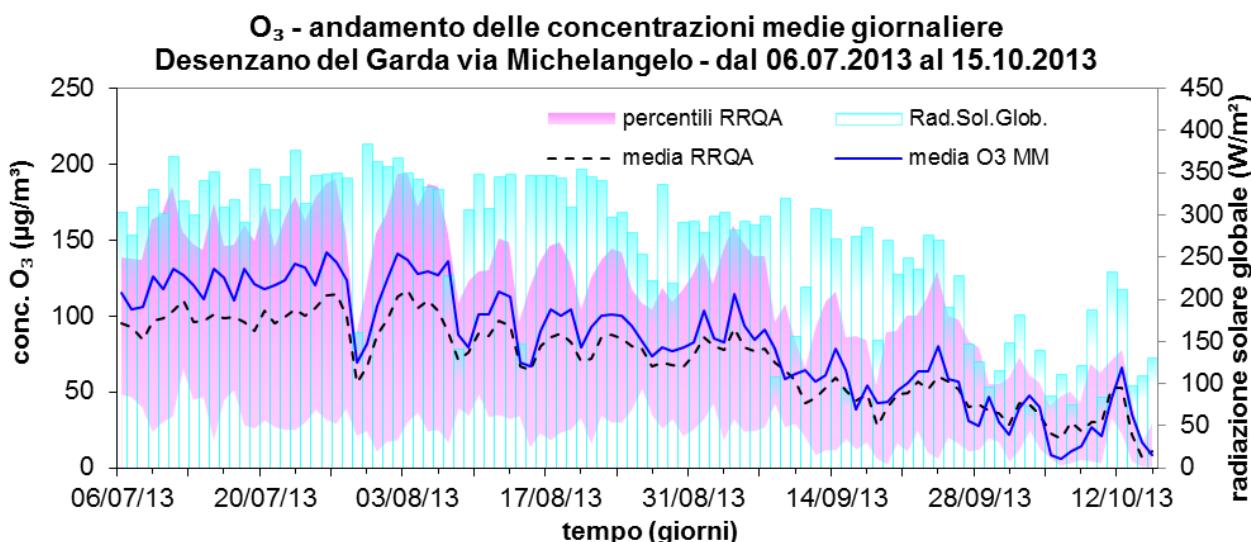


figura 138 - andamento concentrazioni medie giornaliere di O₃ e radiazione solare durante periodo estivo presso via Michelangelo

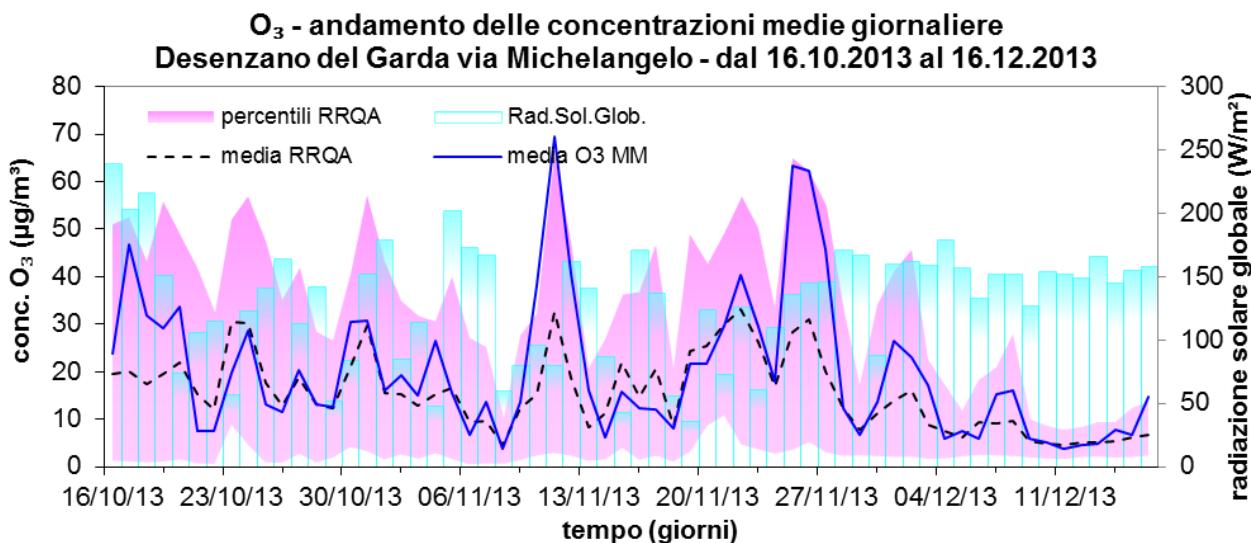


figura 139 - andamento concentrazioni medie giornaliere di O₃ e radiazione solare durante periodo invernale presso via Michelangelo

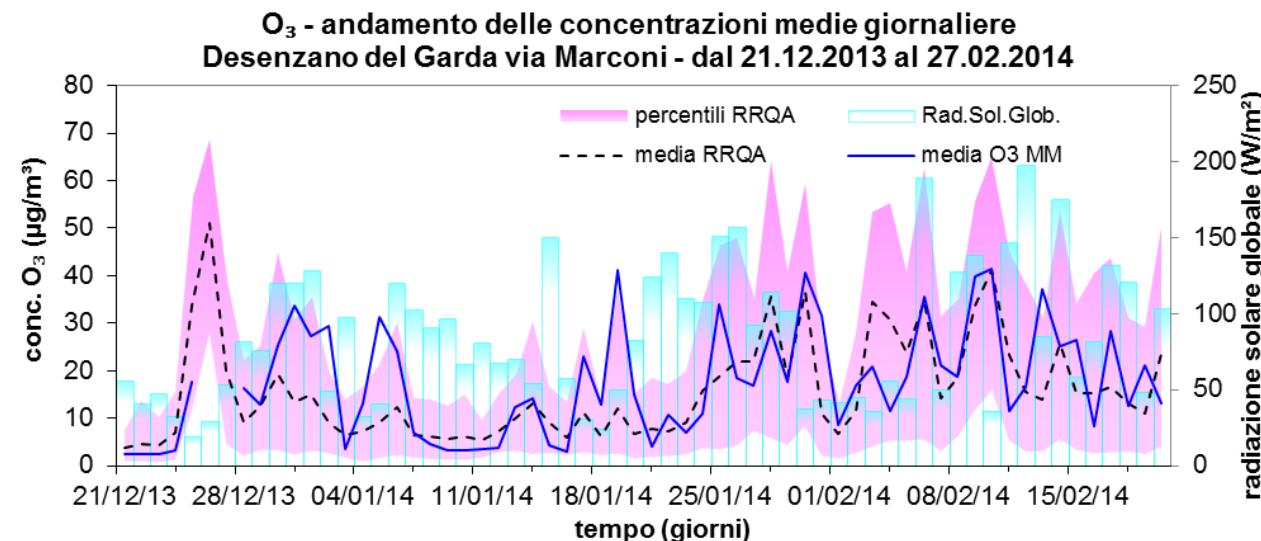


figura 140 - andamento concentrazioni medie giornaliere di O₃ e radiazione solare durante periodo invernale presso via Marconi

**O₃ - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 06.07.2013 al 15.10.2013**

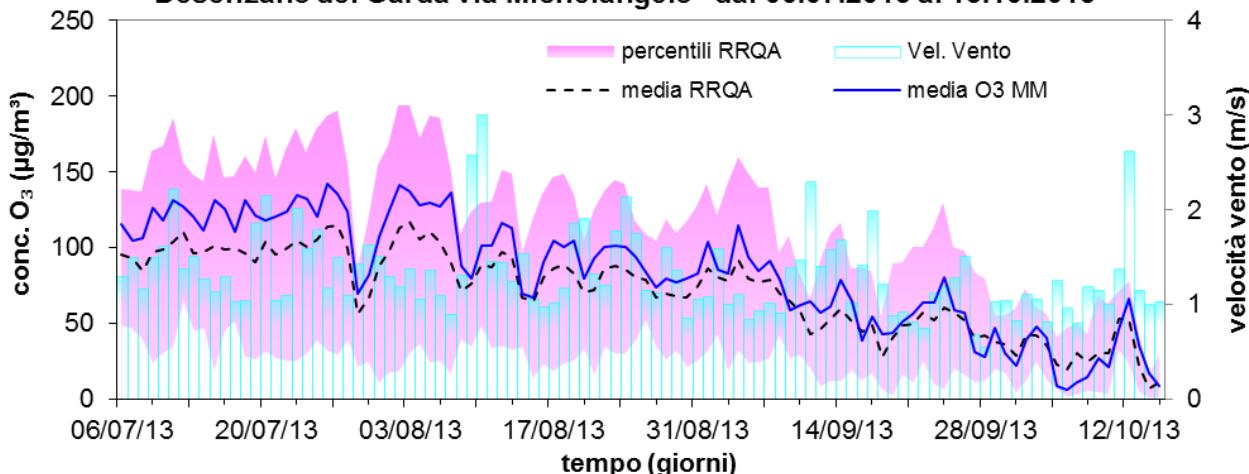


figura 141 - andamento concentrazioni medie giornaliere di O₃ e velocità vento durante periodo estivo presso via Michelangelo

**O₃ - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda via Michelangelo - dal 16.10.2013 al 16.12.2013**

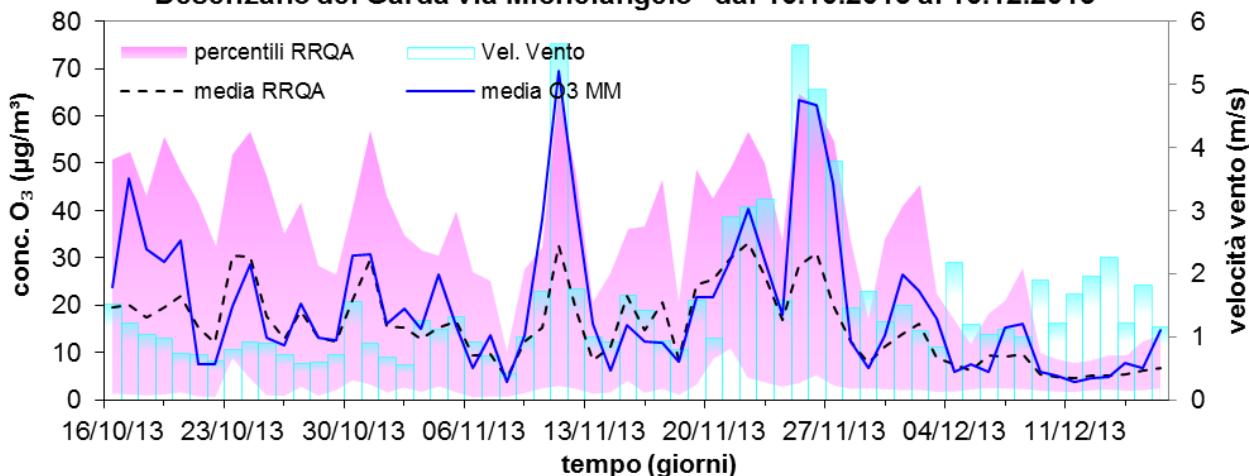


figura 142 - andamento concentrazioni medie giornaliere di O₃ e velocità vento durante periodo invernale presso via Michelangelo

**O₃ - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014**

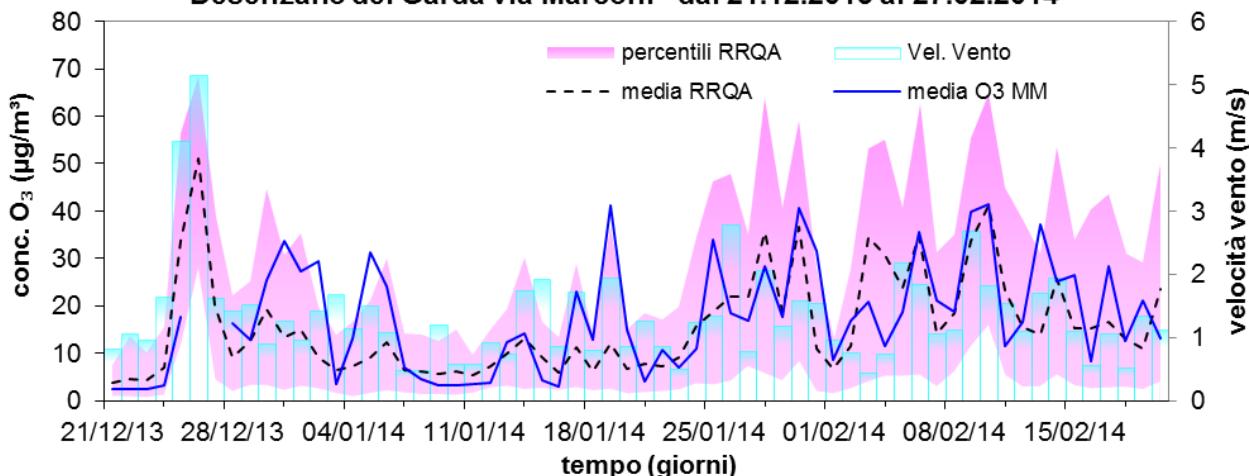


figura 143 - andamento concentrazioni medie giornaliere di O₃ e velocità vento durante periodo invernale presso via Marconi

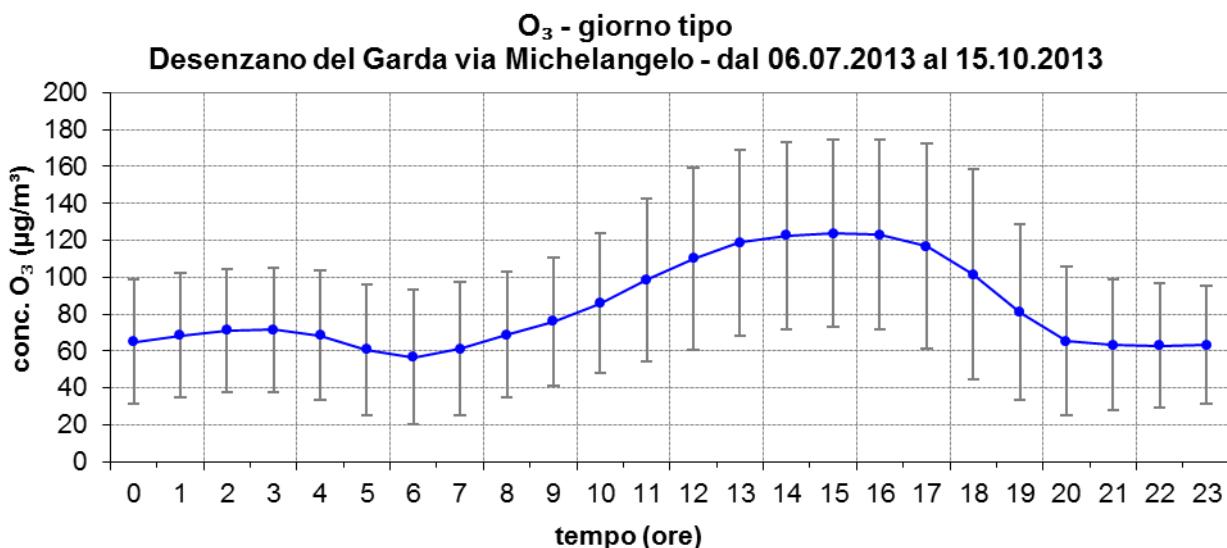


figura 144 - giorno tipo concentrazioni di O₃ durante periodo estivo presso via Michelangelo

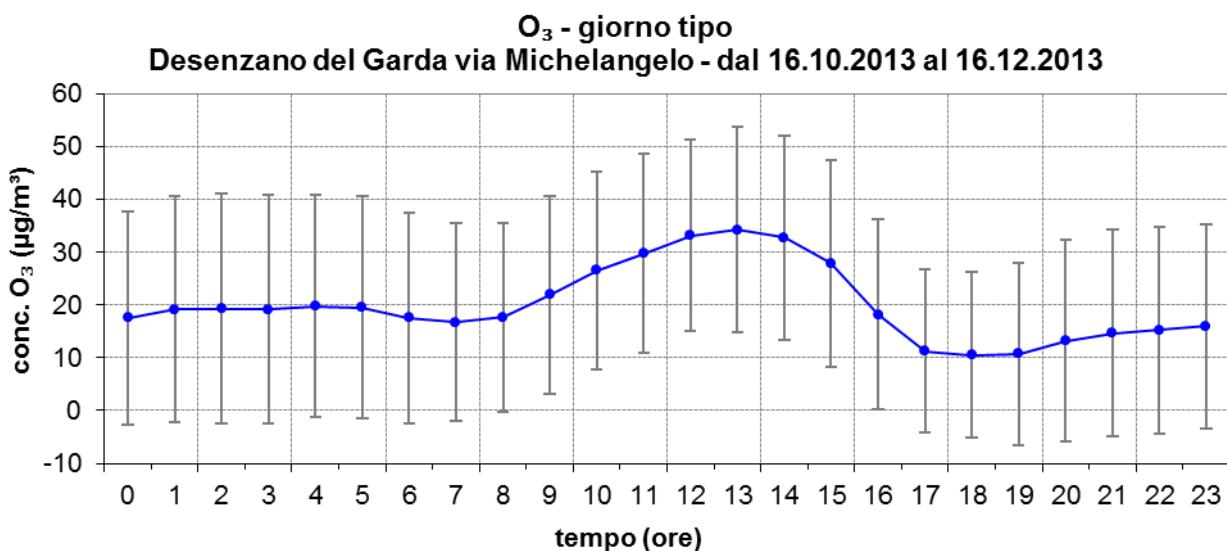


figura 145 - giorno tipo concentrazioni di O₃ durante periodo invernale presso via Michelangelo

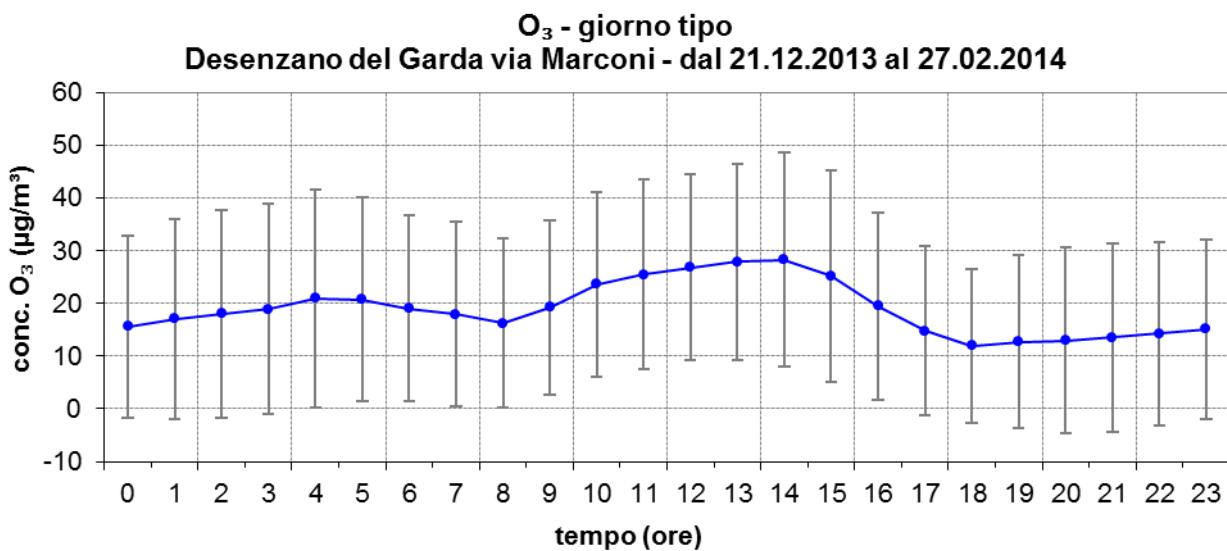


figura 146 - giorno tipo concentrazioni di O₃ durante periodo invernale presso via Marconi

tabella 15 - principali statistiche delle concentrazioni di ozono

O ₃	periodo estivo via Michelangelo dal 06.07.2013 al 15.10.2013			periodo invernale via Michelangelo dal 16.10.2013 al 16.12.2013			periodo invernale via Marconi dal 21.12.2013 al 26.02.2014		
	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MM Desenzano del Garda	83	142	225	20	70	86	19	42	80
RRQA Est Lombardia	71	148	250	16	62	100	17	67	91
MN - S.Agnese	74	117	222	16	44	69	16	49	80
MN - Lunetta	69	108	189	16	38	69	13	43	70
Porto Mantovano (MN)	68	111	204	17	44	74	18	55	86
Bosco Fontana (MN)	62	110	196	14	44	65	16	44	68
Viadana (MN)	68	120	197	14	33	67	16	52	81
Schivenoglia (MN)	70	111	209	19	58	87	20	57	90
Pieve di Coriano (MN)	71	115	204	19	44	71	19	57	88
Magnacavallo (MN)	73	120	225	20	46	79	20	58	85
Ponti sul Mincio (MN)	80	136	218	20	62	100	20	60	87
BS - Zizziola	79	135	216	12	42	70	19	67	91
BS - Villaggio Sereno	75	142	216	9	31	68	14	53	80
Sarezzo (BS)	63	131	247	12	28	52	16	43	56
Lonato (BS)	88	148	201	19	58	77	22	60	80
Gambara(BS)	65	115	204	11	33	67	15	45	83
Darfo (BS)	63	140	250	14	57	74	12	40	73
Ceneselli (RO)	72	112	194	20	55	97	20	55	89

O₃ - confronto concentrazioni medie
Desenzano - dal 06.07.2013 al 27.02.2014

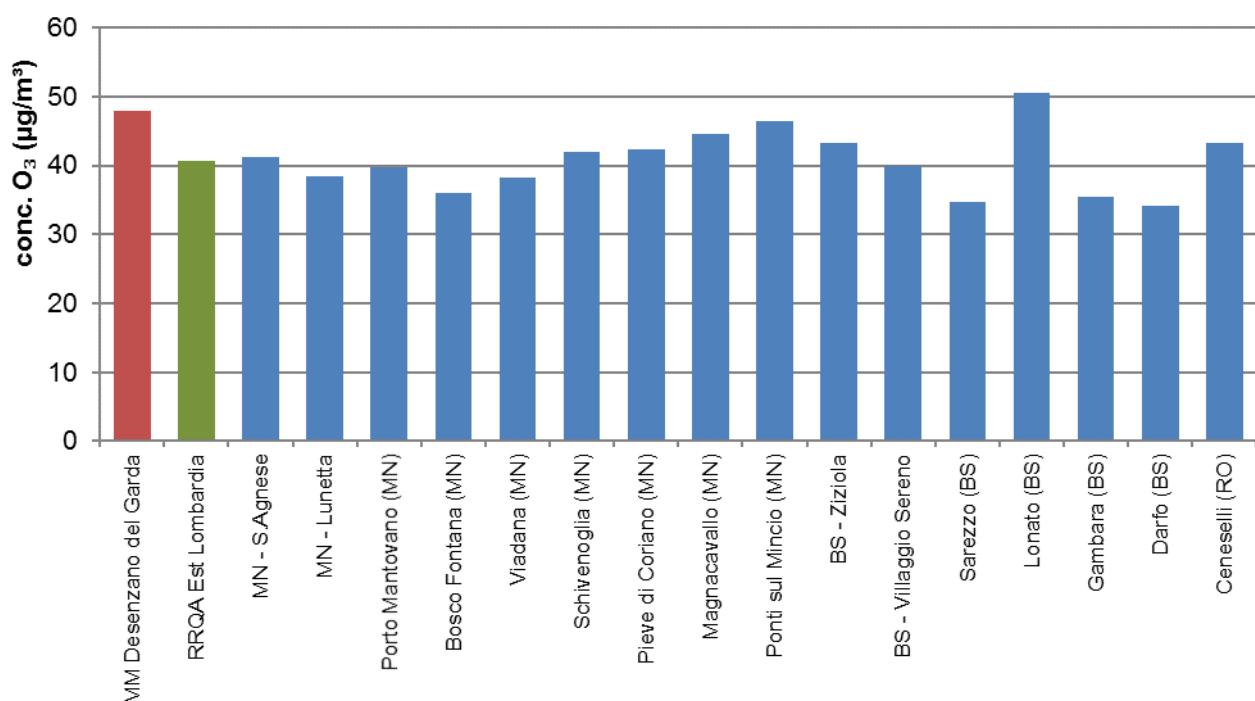


figura 147 - confronto concentrazioni medie O₃ durante campagna con mezzo mobile a Desenzano

PM10

La normativa fissa per il PM10 due valori limite. Il primo di questi limiti è da calcolarsi rispetto alla concentrazione media giornaliera ed è pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La normativa fissa anche un numero ammissibile di superamenti pari a 35 all'anno. Il secondo limite è costituito dal valore di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media calcolata sull'anno solare.

Dal momento che la durata delle campagne effettuate utilizzando strumentazione mobile hanno di consueto durate inferiori non è generalmente possibile garantire il rispetto formale di tali limiti. Al contrario, risulta talvolta possibile determinare il mancato rispetto del limite per la media giornaliera quando, durante la campagna, tale limite venga superato per più delle volte ammesse dalla legge.

I grafici da figura 148 a figura 150 mostrano l'andamento delle concentrazioni giornaliere di PM10, in periodo estivo e nei periodi invernali presso le postazioni di Desenzano del Garda di via Michelangelo e via Marconi rispetto alla media ed al range compreso tra il 10° ed il 90° percentile delle misure effettuate presso le postazioni della RRQA dell'Est Lombardia considerate. Sui grafici compaiono anche, come somma giornaliera, le misure di precipitazione registrate presso il sito di Desenzano del Garda. In figura 148 viene mostrato anche l'andamento delle concentrazioni rilevate presso lo stadio che risultano sostanzialmente sovrapponibili a quelle rilevate presso via Michelangelo. In figura 151 e figura 152 sono mostrati gli andamenti delle concentrazioni giornaliere di PM10 presso il sito di Rivoltella in periodo estivo ed in periodo invernale.

Sono evidenti i superamenti del limite previsto per la media giornaliera durante il periodo invernale.

Il grafico, evidenziando una modesta variabilità tra tutti i siti di misura, mostra come gli andamenti delle concentrazioni siano evidentemente governati dalle condizioni meteorologiche. In tal senso gli eventi di precipitazione, particolarmente se intensa, danno spiegazione di talune diminuzioni delle concentrazioni rilevate ma, evidentemente, non riescono a spiegare compiutamente le variazioni presenti.

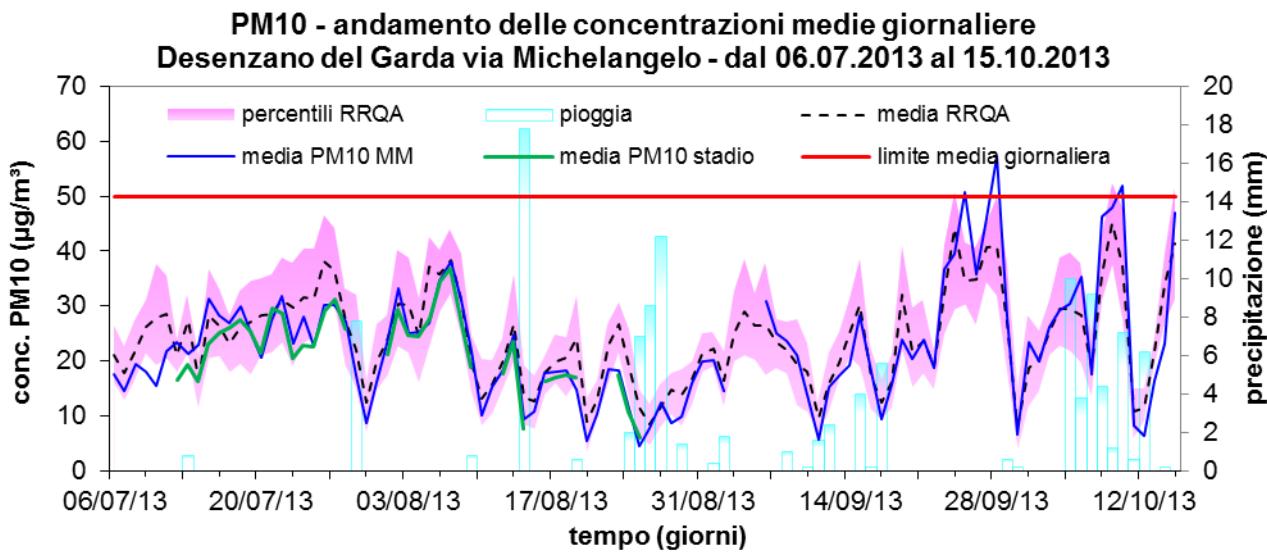


figura 148 - andamento concentrazioni medie giornaliere di PM10 e precipitazioni durante periodo estivo presso via Michelangelo e Stadio

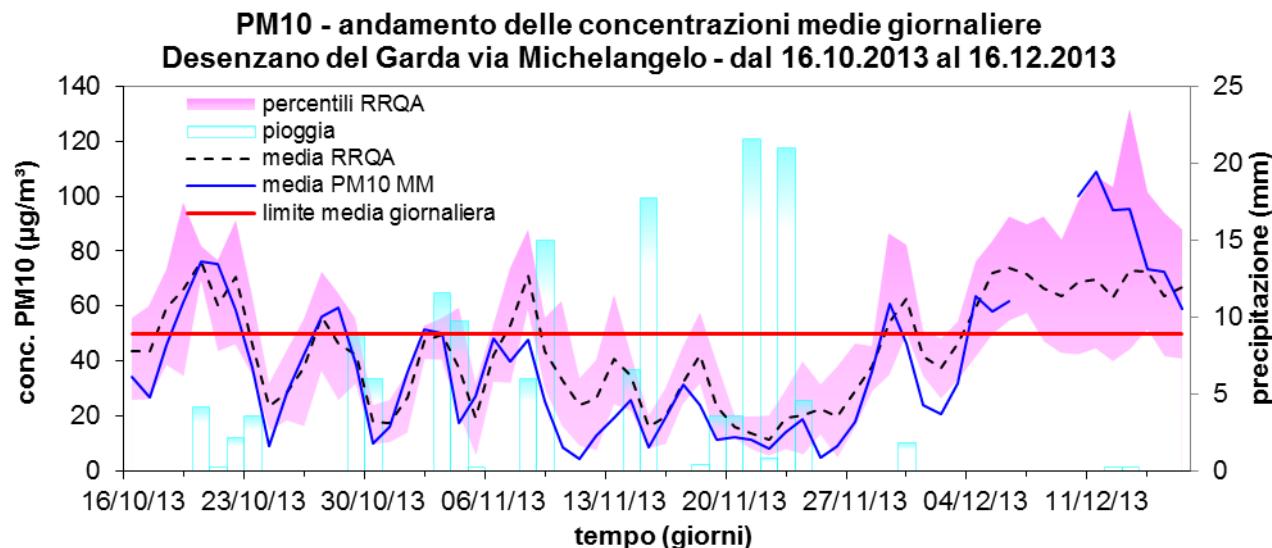


figura 149 - andamento concentrazioni medie giornaliere di PM10 e precipitazioni durante periodo invernale presso via Michelangelo

**PM10 - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014**

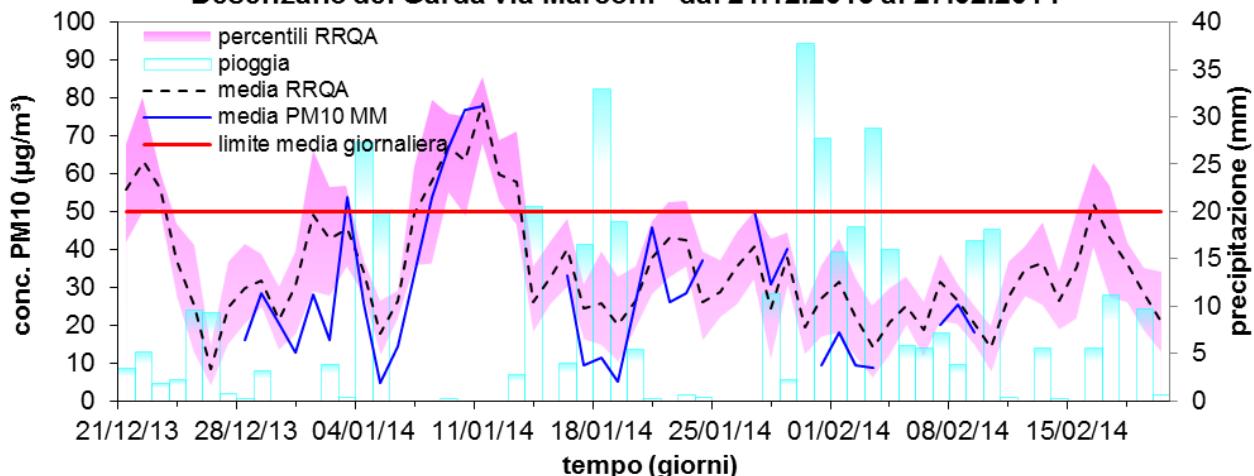


figura 150 - andamento concentrazioni medie giornaliere di PM10 e precipitazioni durante periodo invernale presso via Marconi

**PM10 - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda loc. Rivoltella - dal 22.08.2014 al 21.10.2014**

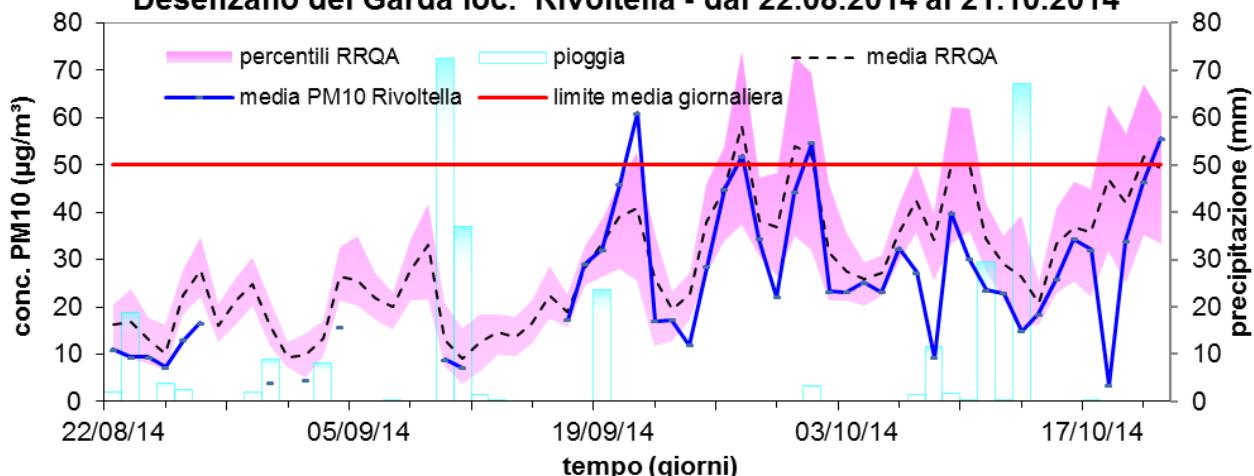


figura 151 - andamento concentrazioni medie giornaliere di PM10 e precipitazioni durante periodo estivo in località Rivoltella

**PM10 - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda loc. Rivoltella - dal 31.12.2014 al 02.02.2015**

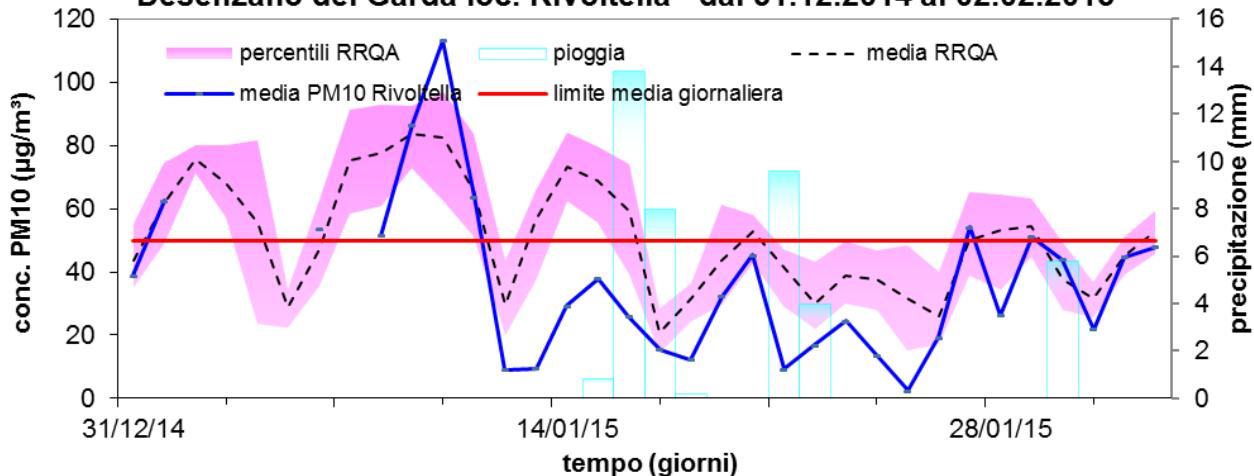


figura 152 - andamento concentrazioni medie giornaliere di PM10 e precipitazioni durante periodo invernale in località Rivoltella

Nei grafici da figura 153 a figura 157 è quindi sovrapposto all'andamento delle concentrazioni il grafico della velocità del vento scalare come media giornaliera. Poiché le condizioni di tempo perturbato che favoriscono il rimescolamento atmosferico e quindi la dispersione di inquinanti non sempre sono accompagnate da rovesci ma più frequentemente vi si rilevano condizioni di velocità del vento più sostenute, la presenza di venti più intensi descrive ulteriormente le diminuzioni delle concentrazioni misurate.

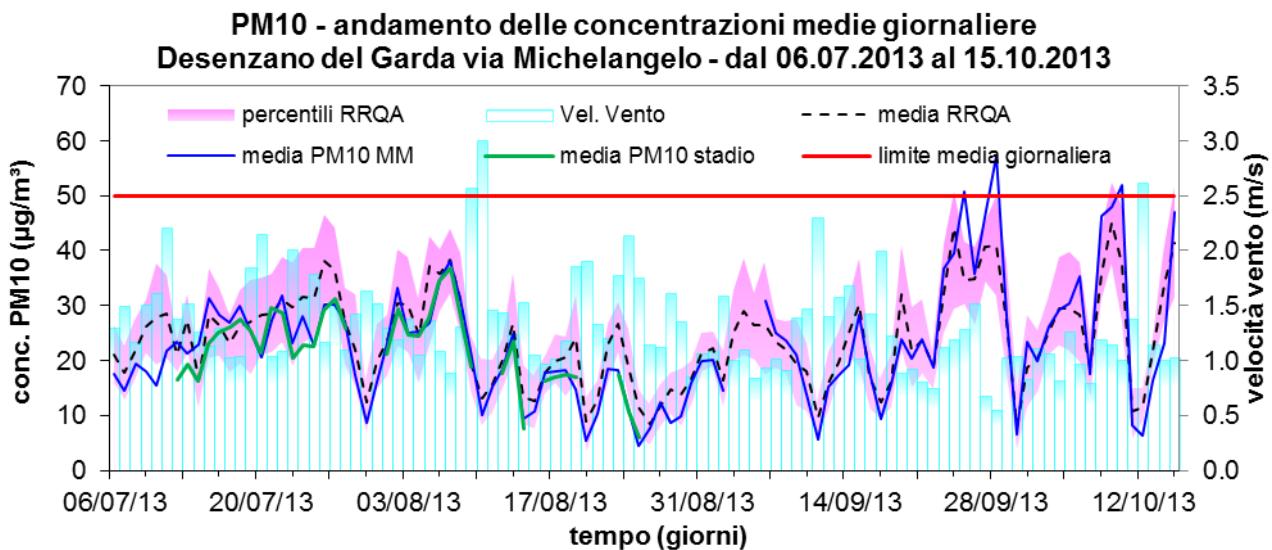


figura 153 - andamento concentrazioni medie giornaliere di PM10 e velocità vento durante periodo estivo presso via Michelangelo e Stadio

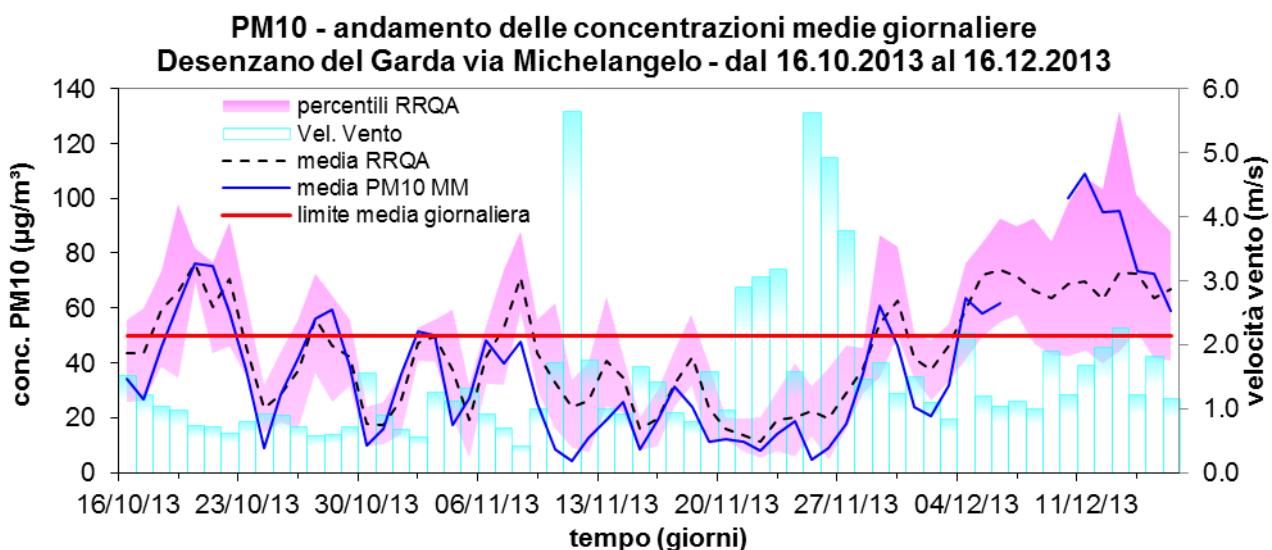


figura 154 - andamento concentrazioni medie giornaliere di PM10 e velocità vento durante periodo invernale presso via Michelangelo

**PM10 - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014**

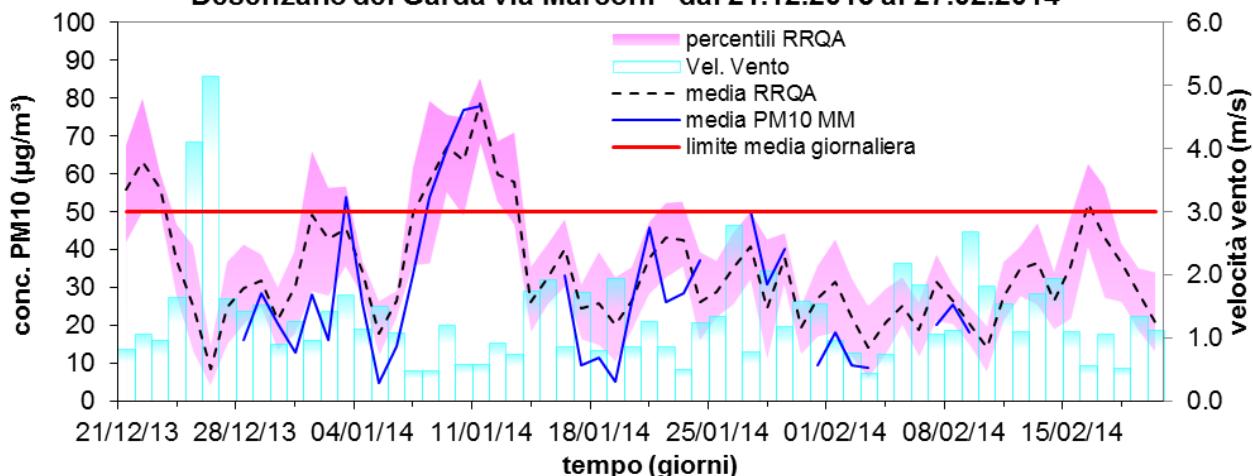


figura 155 - andamento concentrazioni medie giornaliere di PM10 e velocità vento durante periodo invernale presso via Marconi

**PM10 - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda loc. Rivoltella - dal 22.08.2014 al 21.10.2014**

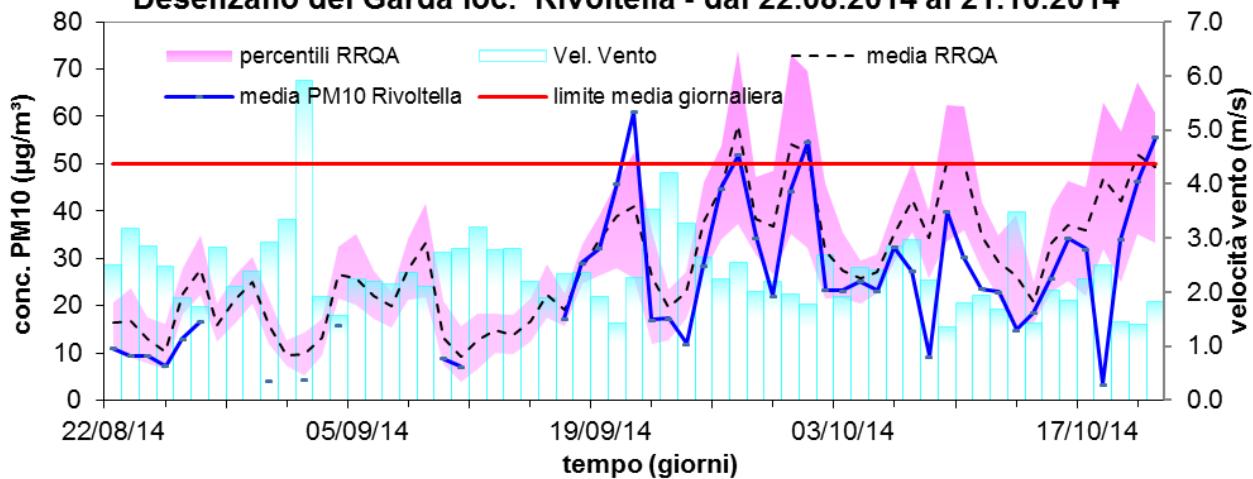


figura 156 - andamento concentrazioni medie giornaliere di PM10 e velocità vento durante periodo estivo in località Rivoltella

**PM10 - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda loc. Rivoltella - dal 31.12.2014 al 02.02.2015**

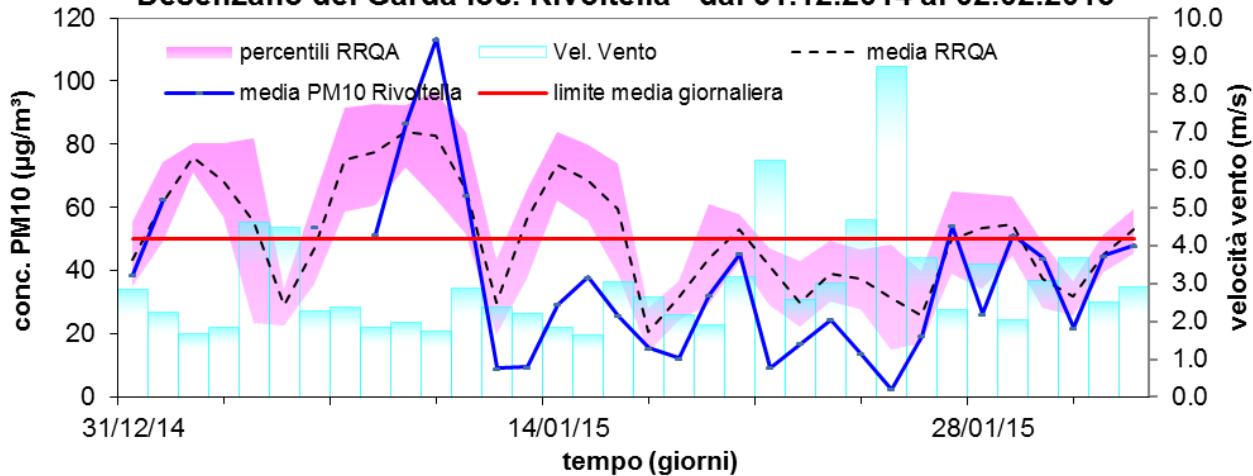
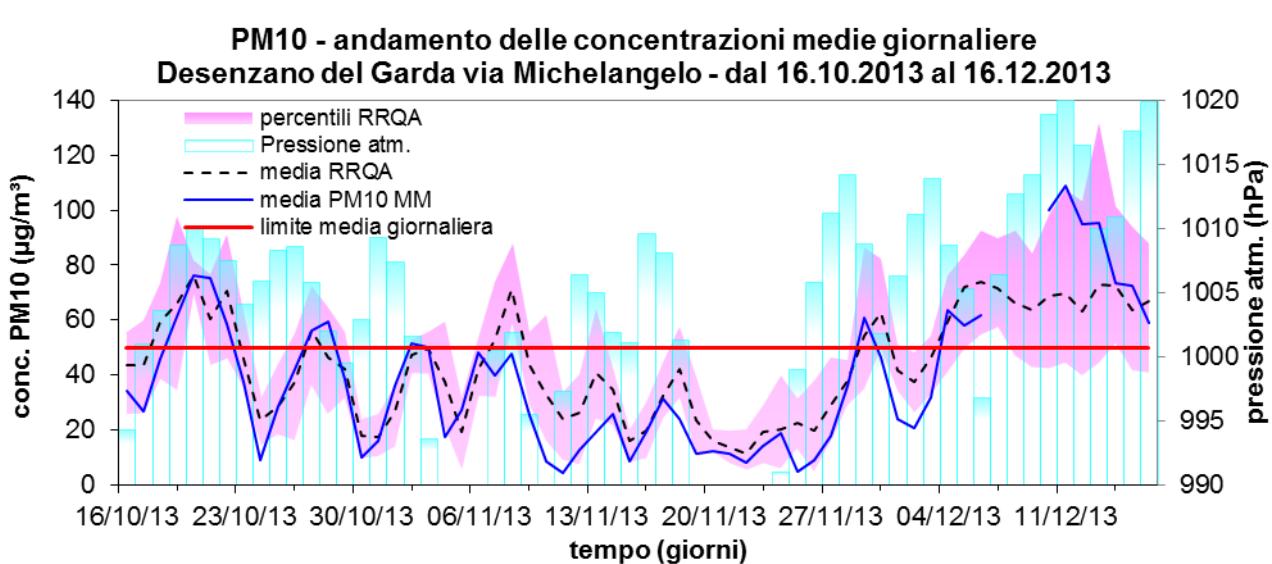
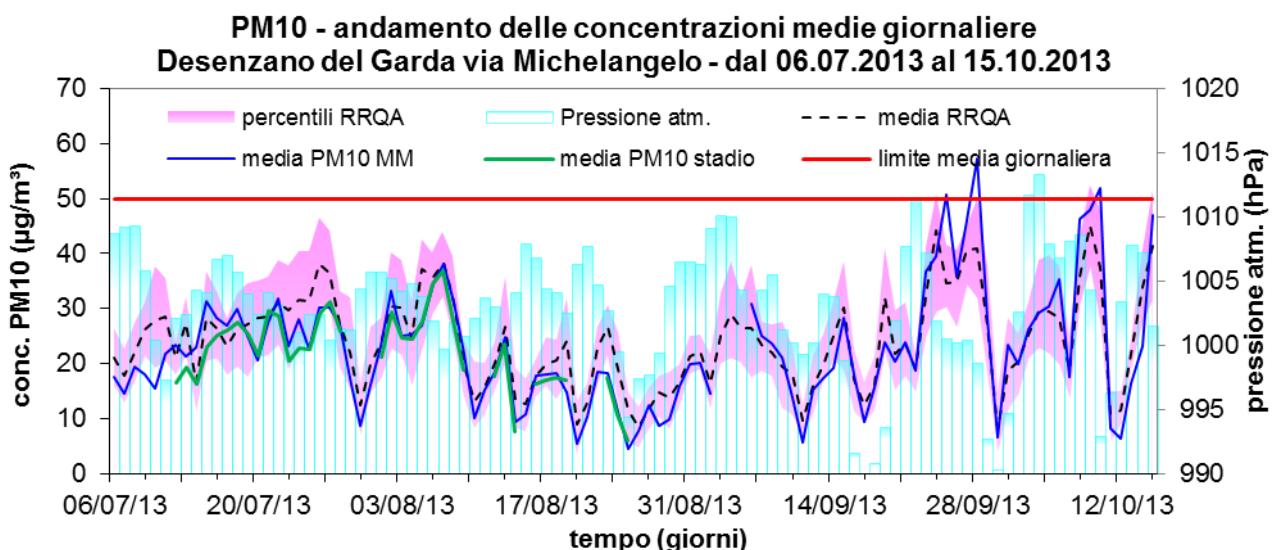


figura 157 - andamento concentrazioni medie giornaliere di PM10 e velocità vento durante periodo invernale in località Rivoltella

Infine, nei grafici da figura 158 a figura 162, agli andamenti delle concentrazioni di PM10 è sovrapposto il grafico delle medie giornaliere della pressione atmosferica rilevata presso Desenzano del Garda. Si nota come tale parametro meteo riesca meglio dei due precedenti a spiegare gli andamenti delle concentrazioni misurate.

In particolare, durante il periodo invernale, l'instaurarsi di condizioni di stabilità atmosferica, testimoniate dal rafforzamento del campo barico, determinano condizioni favorevoli all'accumulo di particolato che raggiunge i valori più elevati alcuni giorni dopo l'inizio della stabilità per poi diminuire in coincidenza della scomparsa di quest'ultima.



**PM10 - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda via Marconi - dal 21.12.2013 al 27.02.2014**

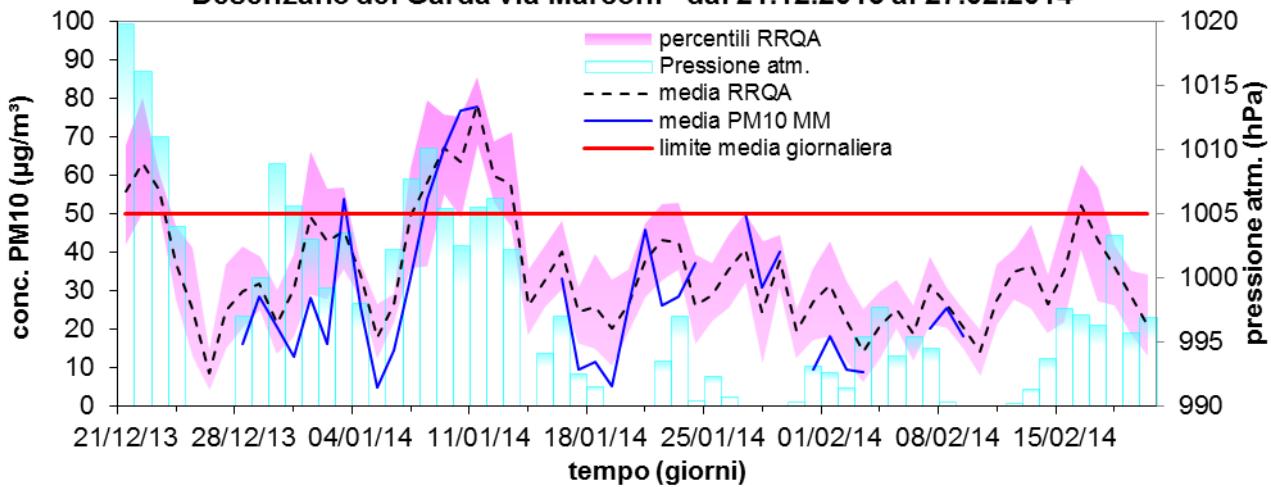


figura 160 - andamento concentrazioni medie giornaliere di PM10 e pressione atmosferica durante periodo invernale presso via Marconi

**PM10 - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda loc. Rivoltella - dal 22.08.2014 al 21.10.2014**

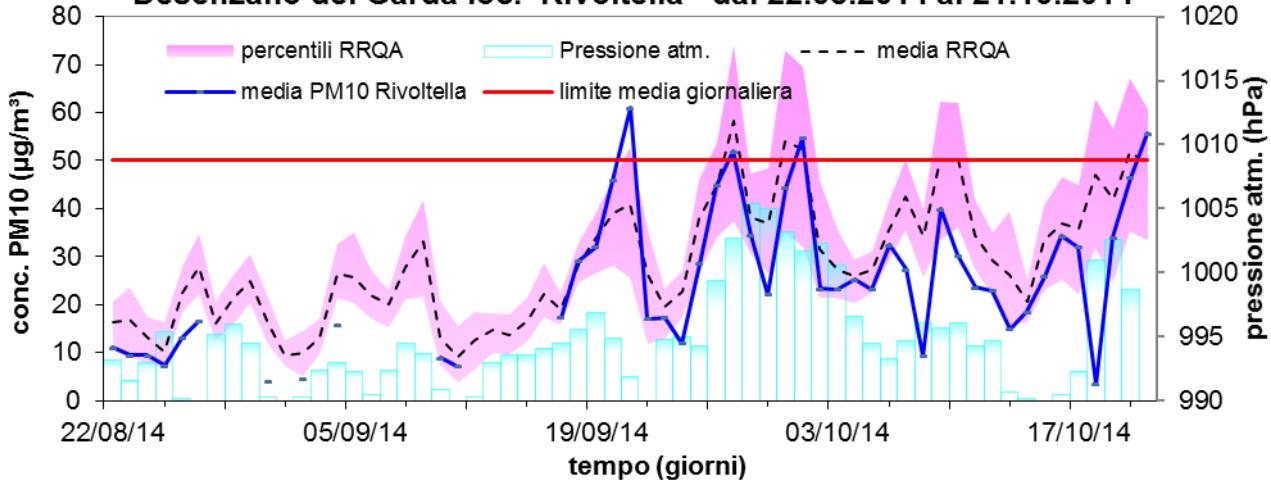


figura 161 - andamento concentrazioni medie giornaliere di PM10 e pressione atmosferica durante periodo estivo in località Rivoltella

**PM10 - andamento delle concentrazioni medie giornaliere
Desenzano del Garda loc. Rivoltella - dal 31.12.2014 al 02.02.2015**

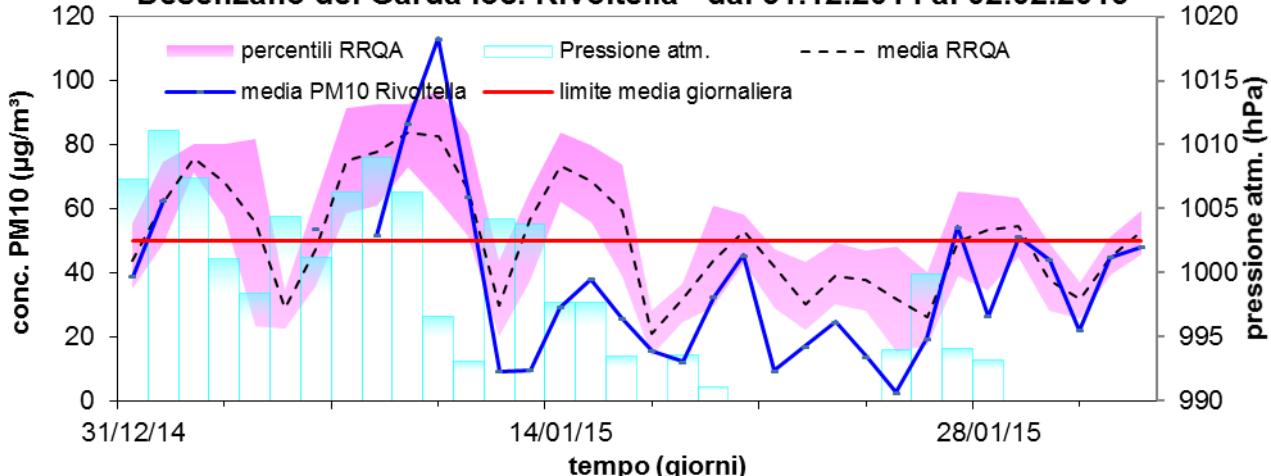


figura 162 - andamento concentrazioni medie giornaliere di PM10 e pressione atmosferica durante periodo invernale in località Rivoltella

In

tabella 16 sono mostrati i principali parametri statistici relativi al PM10 misurato presso Desenzano del Garda e presso gli altri siti presi a riferimento. Come anticipato è possibile notare che il limite per la concentrazione media giornaliera, a Desenzano del Garda, risulta superato complessivamente per 27 volte durante il periodo invernale ma anche per 3 volte durante il periodo estivo.

Considerando la campagna svolta a Desenzano del Garda con mezzo mobile, che copre un arco temporale quasi ininterrotto a partire dal 06 luglio 2013 fino al 27 febbraio 2014 (circa 8 mesi), si sono registrati 30 superamenti della concentrazione media giornaliera. Si ricorda che per legge nell'arco di un intero anno tali superamenti non dovrebbero essere superiori a 35.

Le misure effettuate successivamente presso la località di Rivoltella, mediante campionatore gravimetrico, hanno evidenziato concentrazioni inferiori rispetto a quelle contemporaneamente misurate presso le postazioni della RRQA dell'Est Lombardia prese a riferimento, in particolare durante il periodo invernale quando, a tratti, il lago risulta interessato da episodi con forti velocità del vento non presenti sul resto del territorio.

tabella 16 – principali statistiche delle concentrazioni di PM10 presso Desenzano del Garda

PM10	periodo estivo via Michelangelo dal 06.07.2013 al 15.10.2013			periodo invernale via Michelangelo dal 16.10.2013 al 16.12.2013			periodo invernale via Marconi dal 21.12.2013 al 26.02.2014		
	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	superi limite giornaliero	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	superi limite giornaliero	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	superi limite giornaliero
MM Desenzano del Garda	23	57	3	39	109	18	29	78	9
RRQA Est Lombardia	24	53		44	94		34	78	
<i>MN - Ariosto</i>	29	100	2	48	98	32	38	111	19
<i>MN - Gramsci</i>	24	48	0	49	110	29	36	84	14
<i>MN - S.Agnese</i>	25	74	2	44	91	23	30	64	7
<i>MN - Tridolino</i>	18	52	2	33	77	9	25	57	4
<i>Schivenoglia (MN)</i>	30	53	2	38	67	6	34	81	9
<i>Ostiglia (MN)</i>	21	46	0	39	95	16	32	82	8
<i>Borgofranco (MN)</i>	24	51	1	40	78	10	34	83	11
<i>Sermide (MN)</i>	23	48	0	40	83	9	33	83	7
<i>Ponti sul Mincio (MN)</i>	25	52	1	45	113	27	29	71	9
<i>BS - Broletto</i>	24	47	0	48	132	22	35	81	12
<i>BS - Villaggio Sereno</i>	25	57	1	51	133	25	40	86	13
<i>Rezzato (BS)</i>	28	63	5	62	162	33	42	96	25
<i>Sarezzo (BS)</i>	23	52	1	38	102	16	35	88	11
<i>Odolo (BS)</i>	22	57	1	43	77	17	33	82	6
<i>Darfo (BS)</i>	23	53	1	39	84	15	43	94	16
<i>Salionze (VR)</i>	24	54	1	42	106	20	28	75	9
<i>Ceneselli (RO)</i>	24	56	2	46	88	13	40	79	13

Tabella 17 - principali statistiche delle concentrazioni di PM10 in località Rivoltella

PM10	periodo estivo dal 22.08.2014 al 21.10.2014			periodo invernale dal 31.12.2014 al 02.02.2015		
	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	superi limite giornaliero	conc. media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	max conc. giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	superi limite giornaliero
loc. Rivoltella	25	61	4	36	113	8
RRQA Est Lombardia	29	83		51	107	
<i>MN - Ariosto</i>	32	74	9	50	86	16
<i>MN - Gramsci</i>	29	71	9	54	93	17
<i>MN - S.Agnese</i>	32	74	10	50	92	14
<i>MN - Tridolino</i>	32	73	7	52	98	18
<i>Schivenoglia (MN)</i>	33	62	7	51	86	15
<i>Ostiglia (MN)</i>	22	49	0	50	90	15
<i>Borgofranco (MN)</i>	33	65	9	49	88	14
<i>Sermide (MN)</i>	27	53	2	52	87	17
<i>Ponti sul Mincio (MN)</i>	28	75	5	47	97	13
<i>BS - Broletto</i>	27	69	6	48	92	12
<i>BS - Villaggio Sereno</i>	31	76	7	57	101	18
<i>Rezzato (BS)</i>	36	83	15	67	107	20
<i>Sarezzo (BS)</i>	30	82	7	43	82	9
<i>Odolo (BS)</i>	25	57	1	48	97	13
<i>Darfo (BS)</i>	23	53	1	50	92	18
<i>Salionze (VR)</i>	26	64	5	46	96	11
<i>Ceneselli (RO)</i>	28	61	2	54	86	17

**PM10 - confronto concentrazioni medie
Desenzano - dal 06.07.2013 al 27.02.2014**

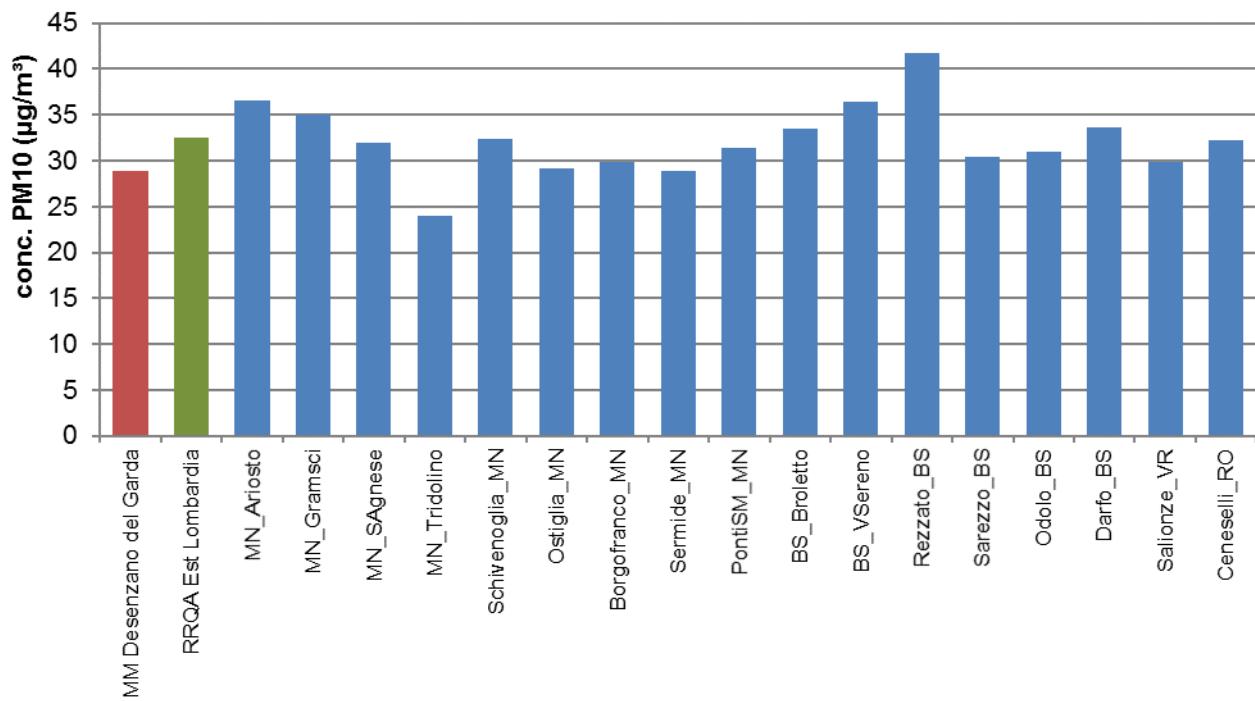


figura 163 - confronto concentrazioni medie PM10 durante campagna con mezzo mobile a Desenzano

**PM10 - confronto concentrazioni medie
Desenzano del Garda loc. Rivoltella - dal 22.08.2014 al 02.02.2015**

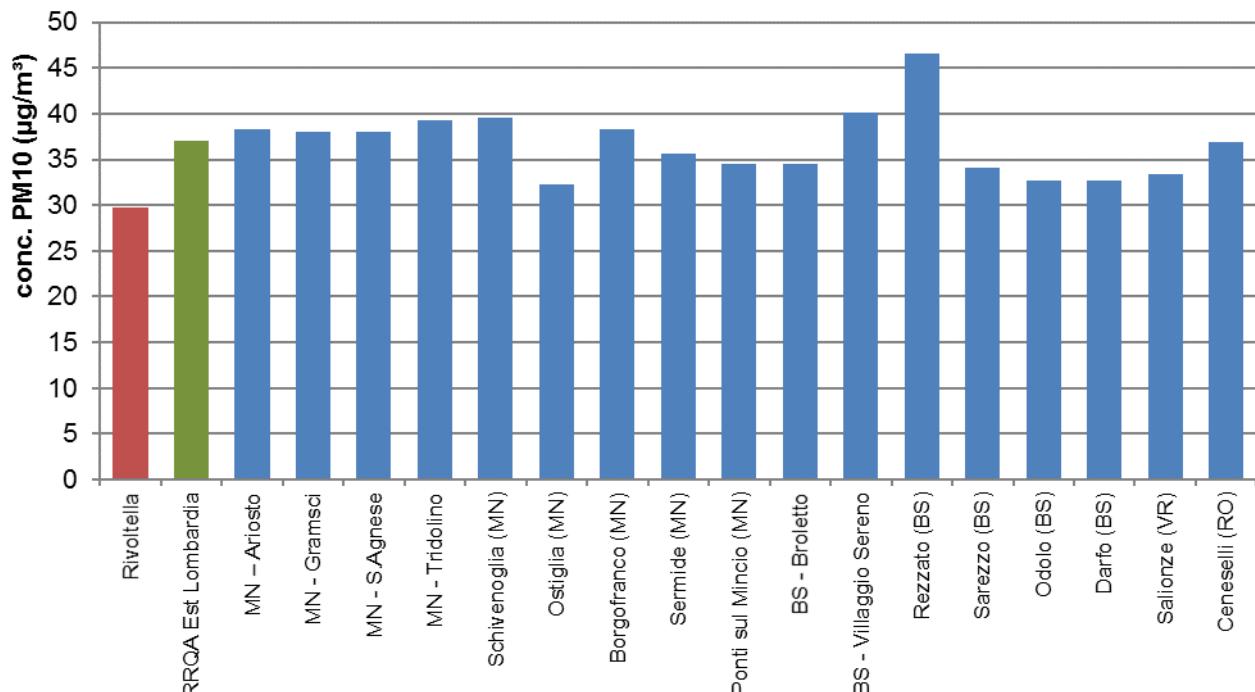


figura 164 - confronto concentrazioni medie PM10 durante campagna con campionario in loc. Rivoltella

A dispetto della durata della campagna che non permette la verifica formale dei parametri di legge è comunque possibile effettuarne una stima, grazie al confronto con i dati delle postazioni fisse della RRQA, estrapolando ad un anno solare le misure della campagna. Il grafico di figura 165 mostra tale estrapolazione per la concentrazione media mediante regressione lineare. Il calcolo effettuato per l'anno 2013 mostra il rispetto teorico del limite per la media annuale fornendo infatti una stima per tale media pari a $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il grafico mostra la fascia corrispondente all'errore standard stimato per la variabile dipendente da cui discende una probabilità superiore al 99% di rispetto del limite. Da segnalare come le successive misure effettuate a Rivoltella, se proiettate sull'anno 2013, fornirebbero una stima per la concentrazione media annuale pari a $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ quindi solo di poco inferiore.

Relativamente alla media giornaliera risulta interessante proiettare sull'anno solare il numero di superamenti. Il grafico di figura 166 fornisce una stima per il numero di superamenti per l'anno 2013 pari a 56, con una probabilità di superamento del limite del 98%.

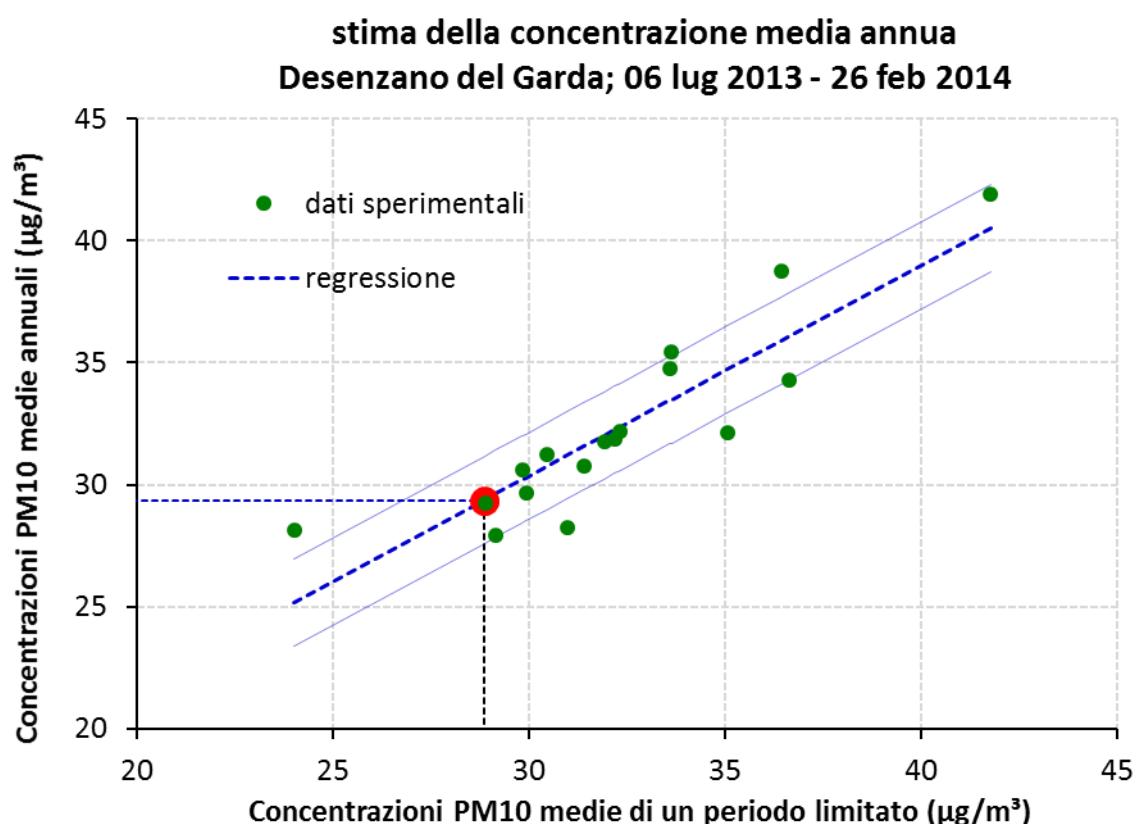


figura 165 – estrapolazione all'anno solare della concentrazione media di PM10 a Desenzano del Garda nel corso dell'anno 2013

**stima del numero di superamenti su base annua
Desenzano del Garda; 06 lug 2013 - 26 feb 2014**

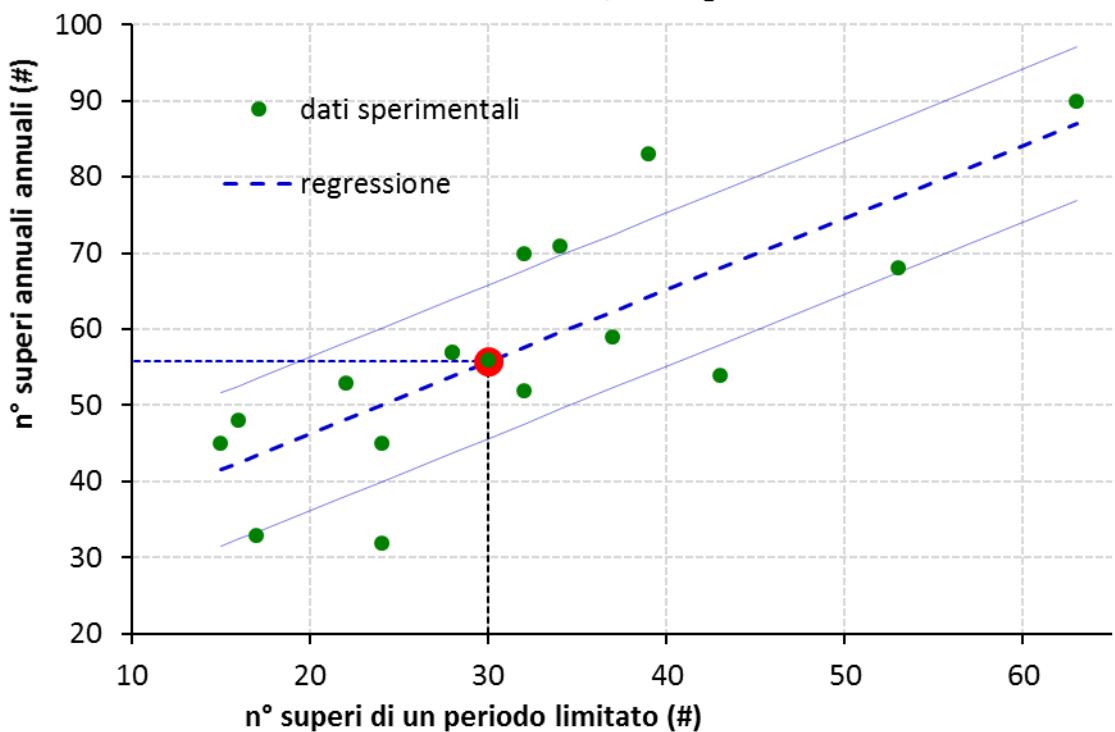


figura 166 – estrapolazione all’anno solare del numero di superamenti della media giornaliera di PM10 a Desenzano del Garda nel corso dell’anno 2013

Analoga stima può essere effettuata a partire dai dati rilevati a rivoltella nel corso dell’anno successivo. In questo caso, però, date le minori concentrazioni rilevate presso il sito di indagine, è necessario estrarre le regressioni al di fuori dei dati sperimentali. L’elaborazione restituisce una stima per la concentrazione media annua a Rivoltella per l’anno 2014 pari a circa $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con una probabilità superiore al 99% di rispetto del limite. La stima del numero di superamenti del limite giornaliero suggerisce che anche tale, più restrittivo, limite possa essere rispettato durante il 2014 suggerendo un numero di giornate di superamento pari a 22 con una probabilità di rispetto del limite del 93%. Occorre tuttavia tenere presente come l’anno 2014 sia risultato, per le concentrazioni di PM10, un anno particolarmente favorevole a livello sinottico.

**stima della concentrazione media annua
Rivoltella del Garda; 22 ago 2014 - 2 feb 2015**

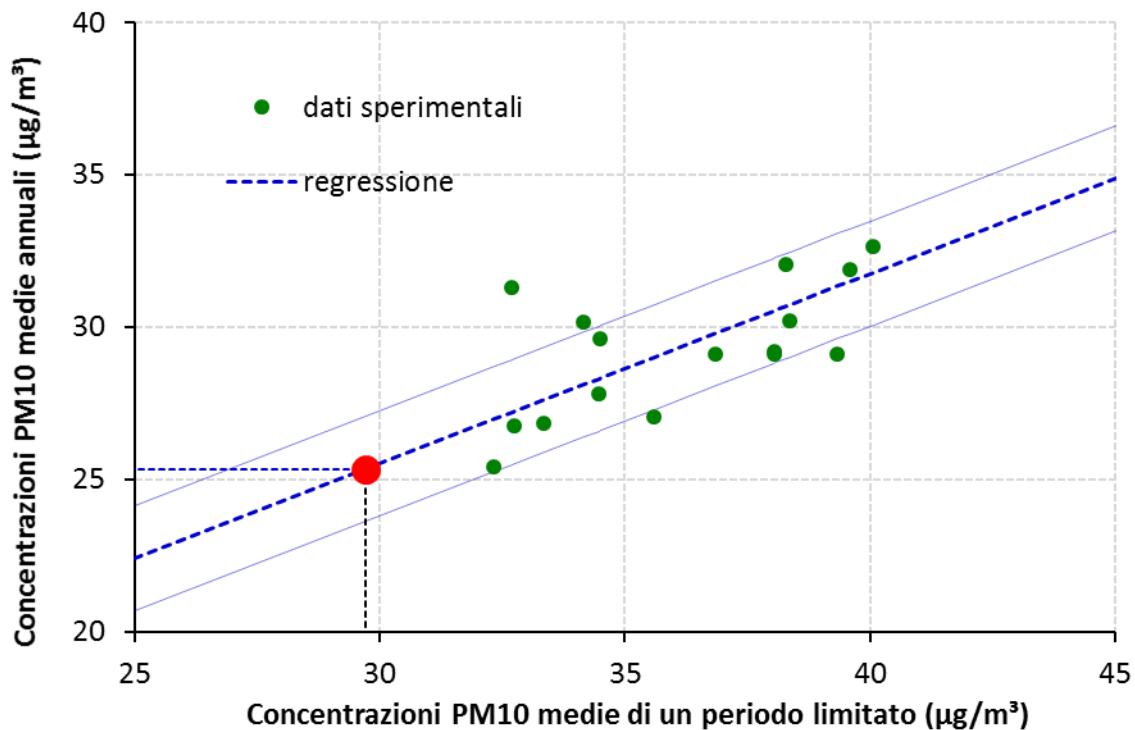


figura 167 - estrapolazione all'anno solare della concentrazione media di PM10 a Rivoltella nel corso dell'anno 2014

**stima del numero di superamenti su base annua
Rivoltella del Garda; 22 ago 2014 - 2 feb 2015**

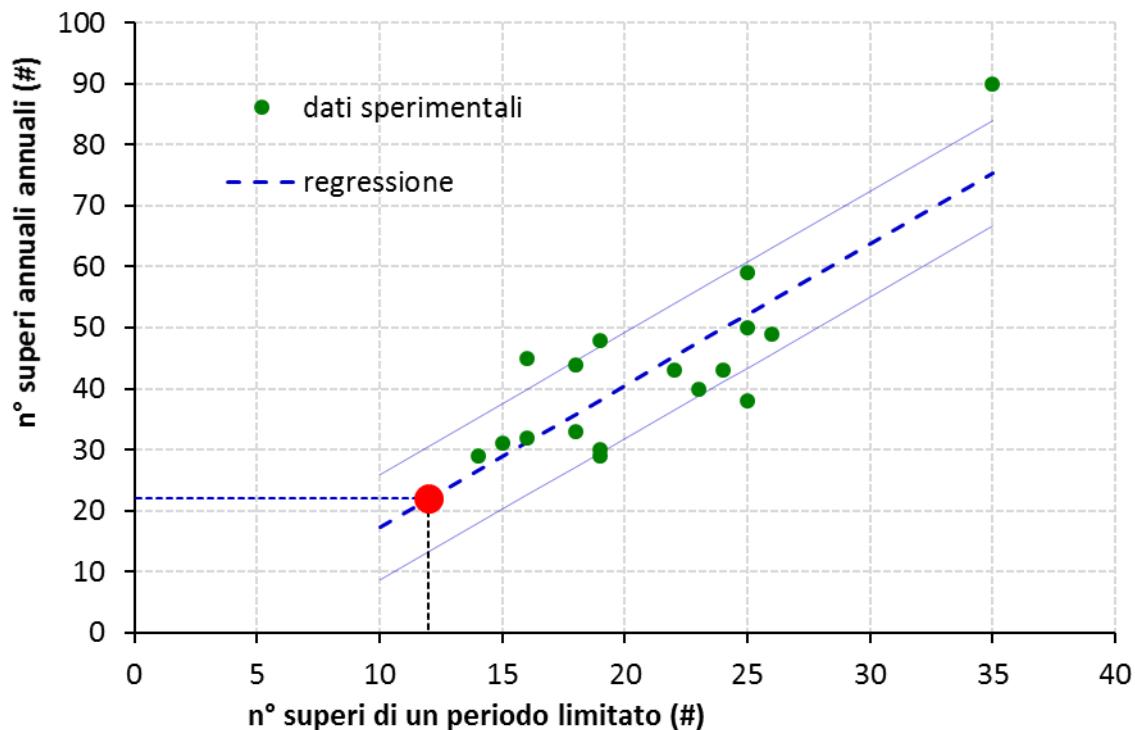


figura 168 - estrapolazione all'anno solare del numero di superamenti della media giornaliera di PM10 a Rivoltella nel corso dell'anno 2014

Conclusioni

L'analisi degli inquinanti rilevati nei diversi siti di Desenzano del Garda mostrano andamenti delle concentrazioni in generale ben correlate con quelle rilevate negli altri siti dell'Est Lombardia.

In particolare le concentrazioni di biossido di azoto e monossido di carbonio sono ai limiti di rilevabilità strumentale e ben lontane dai valori limite previsti dalla normativa. Le concentrazioni di ozono e di PM10 hanno fatto registrare superamenti dei limiti normativi rispettivamente nella stagione estiva e nella stagione invernale in analogia con gli altri siti della rete di monitoraggio fissa, come atteso per questi tipi di inquinanti. Il biossido di azoto, infine, sebbene non abbia fatto registrare superamenti dei valori limite nel periodo considerato, deve essere comunque considerato ancora con attenzione in quanto correlato ad una serie di sorgenti tra cui il traffico autoveicolare (in particolare i motori diesel).

Non sono state in ogni caso osservate specifiche criticità locali per nessuno degli inquinanti considerati.

Il territorio comunale di Desenzano del Garda, inserito nella zona A (Pianura ad elevata urbanizzazione) nella zonizzazione effettuata da Regione Lombardia, risulta caratterizzato da emissioni per superficie e per abitante generalmente inferiori rispetto ai comuni che lo circondano. Inoltre le caratteristiche geografiche, orografiche e meteorologiche tipiche (per esempio un'elevata attività anemologica correlata alle brezze di lago) rendono Desenzano sul Garda, dal punto di vista della diffusione degli inquinanti, un sito piuttosto differente rispetto alla pianura bresciana e, più in generale, alla pianura lombarda.

Come conseguenza, le concentrazioni misurate a Desenzano del Garda mostrano per gli inquinanti primari valori inferiori rispetto a quelli misurati nell'Agglomerato e nella pianura di Brescia e piuttosto simili a quelli misurati nelle stazioni fisse poste in contesti a più bassa antropizzazione.