



PIANO di MONITORAGGIO AMBIENTALE dell'area interessata  
dalla ricadute dell'impianto ENERGONUT S.p.A.

*D.G.R. 11 maggio 2009, n. 488*

*D.D. 1 luglio 2009, n. 287, così come modificata dalla D.D. 31 luglio 2009, n. 310*

Campagna di misura della Qualità dell'Aria del territorio interessato  
dalle ricadute dell'impianto ENERGONUT S.p.A. sito in POZZILLI (IS)  
tramite il LABORATORIO MOBILE e campionatori diffusivi passivi



PRIMO ANNO di MONITORAGGIO  
dal 6 ottobre 2010 al 25 agosto 2011

Rev. 1.2

DATA: MAG2012





## INDICE degli ARGOMENTI

PREMESSA.....	11
1. INTRODUZIONE .....	12
2. L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO .....	13
2.1 La Normativa di riferimento .....	13
2.1.1 Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 .....	13
2.2 I principali inquinanti atmosferici.....	15
2.2.1 Il Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) .....	15
2.2.2 Gli ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ).....	15
2.2.3 Il monossido di carbonio (CO).....	15
2.2.4 Il materiale particolato aerodisperso (PM <sub>10</sub> e PM <sub>2.5</sub> ).....	16
3. IL LABORATORIO MOBILE .....	17
3.1 Descrizione del laboratorio mobile .....	17
3.2 Strumentazione di analisi .....	17
3.2.1 Analizzatore di ossidi di azoto .....	17
3.2.2 Analizzatore di biossido di zolfo.....	17
3.2.3 Analizzatore di monossido di carbonio.....	17
3.2.4 Analizzatore di BTX .....	18
3.2.5 Analizzatori di polveri .....	18
3.2.6 Riepilogo dei metodi di riferimento .....	18
4. L'AREA DI STUDIO .....	19
4.1 Inquadramento generale del territorio .....	19
4.2 I siti di monitoraggio .....	19
4.2.1 Valutazioni modellistiche.....	19
4.2.2 I siti di misura .....	19
5. DATI METEOROLOGICI.....	22
5.1 Premessa .....	22
5.2 Dati meteorologici acquisiti.....	23
5.3 Valutazione della temperatura e della radiazione solare.....	24
5.3.1 Campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010) .....	24
5.3.2 Campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011).....	25
5.3.3 Campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011) .....	26
5.4 Valutazione della intensità e direzione del vento.....	27
5.4.1 Campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010) .....	27
5.4.2 Campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011).....	29
5.4.3 Campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011) .....	31
5.4.4 Dati cumulativi delle Campagne AUTUNNO 2010, INVERNO 2011 ed ESTATE 2011.....	33
5.5 Valutazione dell'intensità delle precipitazioni.....	34
5.5.1 Campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010) .....	34
5.5.2 Campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011).....	36
5.5.3 Campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011) .....	38
5.5.4 Dati cumulativi delle Campagne AUTUNNO 2010, INVERNO 2011 ed ESTATE 2011.....	40
6. VALUTAZIONE DEGLI ANDAMENTI DEGLI INQUINANTI DURANTE IL PERIODO DI MISURA.....	41
6.1 Premessa .....	41
6.2 Inquinanti monitorati.....	41
6.3 Valutazione dei dati della campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010).....	42
6.3.1 Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) .....	42
6.3.2 Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ).....	43
6.3.3 Monossido di carbonio (CO).....	45
6.3.4 Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ).....	46
6.3.5 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM <sub>10</sub> ).....	47
6.3.6 Materiale particolato con diametro < 2.5 µm (PM <sub>2.5</sub> ).....	49
6.3.7 Cadmio (Cd), Arsenico (As) e Nichel (Ni) nella frazione di PM <sub>10</sub> .....	51
6.3.8 Ammoniaca (NH <sub>3</sub> ) con campionatori passivi RADIELLO® .....	52
6.3.9 Acido Cloridrico (HCl) ed Acido Fluoridrico (HF) con campionatori passivi RADIELLO® .....	53
6.4 Valutazione dei dati della campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011) .....	54
6.4.1 Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) .....	54
6.4.2 Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) .....	55
6.4.3 Monossido di carbonio (CO).....	57
6.4.4 Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ).....	58
6.4.5 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM <sub>10</sub> ).....	59
6.4.6 Materiale particolato con diametro < 2.5 µm (PM <sub>2.5</sub> ).....	61
6.4.7 Cadmio (Cd), Arsenico (As) e Nichel (Ni) nella frazione di PM <sub>10</sub> .....	63
6.4.8 Ammoniaca (NH <sub>3</sub> ) con campionatori passivi RADIELLO® .....	64
6.4.9 Acido Cloridrico (HCl) ed Acido Fluoridrico (HF) con campionatori passivi RADIELLO® .....	65
6.5 Valutazione dei dati della campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011).....	66
6.5.1 Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) .....	66
6.5.2 Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ).....	67
6.5.3 Monossido di carbonio (CO).....	69

6.5.4	Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ).....	70
6.5.5	Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM <sub>10</sub> ).....	71
6.5.6	Materiale particolato con diametro < 2.5 µm (PM <sub>2.5</sub> ).....	73
6.5.7	Cadmio (Cd), Arsenico (As) e Nichel (Ni) nella frazione di PM <sub>10</sub> .....	75
6.5.8	Ammoniaca (NH <sub>3</sub> ) con campionatori passivi RADIELLO®.....	76
6.5.9	Acido Cloridrico (HCl) ed Acido Fluoridrico (HF) con campionatori passivi RADIELLO®.....	77
7.	VALUTAZIONE DEGLI ANDAMENTI DEI GIORNI TIPO DI NO <sub>2</sub> E PM <sub>10</sub> .....	78
7.1	Campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010).....	78
7.1.1	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ).....	78
7.1.2	Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM <sub>10</sub> ).....	79
7.2	Campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011).....	81
7.2.1	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ).....	81
7.2.2	Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM <sub>10</sub> ).....	82
7.3	Campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011).....	83
7.3.1	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ).....	83
7.3.2	Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM <sub>10</sub> ).....	84
7.4	Confronto dei Giorni Tipo delle campagne AUTUNNO 2010, INVERNO ed ESTATE 2011.....	85
7.4.1	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ).....	85
7.4.2	Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM <sub>10</sub> ).....	86
8.	VALUTAZIONE DEGLI ANDAMENTI DELLE SETTIMANE TIPO DI NO <sub>2</sub> E PM <sub>10</sub> .....	87
8.1	Campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010).....	87
8.1.1	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ).....	87
8.1.2	Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM <sub>10</sub> ).....	88
8.2	Campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011).....	89
8.2.1	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ).....	89
8.2.2	Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM <sub>10</sub> ).....	90
8.3	Campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011).....	91
8.3.1	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ).....	91
8.3.2	Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM <sub>10</sub> ).....	92
8.4	Confronto delle settimane tipo delle campagne AUTUNNO 2010, INVERNO ed ESTATE 2011.....	93
8.4.1	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ).....	93
8.4.2	Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM <sub>10</sub> ).....	94
9.	VALUTAZIONE DELLO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA ATTRAVERSO INDICI SINTETICI.....	95
9.1	Premessa.....	95
9.2	Valutazione dello stato di qualità dell'aria con l'indice IQA adottato dall'ARPA Molise.....	95
9.2.1	Definizione dell'indice IQA dell'ARPA Molise.....	95
9.2.2	Campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010).....	97
9.2.3	Campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011).....	98
9.2.4	Campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011).....	99
10.	CONCLUSIONI.....	100
10.1	Sulla valutazione dei dati meteorologici.....	100
10.1.1	Intensità e direzione del vento.....	100
10.2	Sulla valutazione degli andamenti degli inquinanti.....	100
10.2.1	Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ).....	100
10.2.2	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ).....	101
10.2.3	Monossido di carbonio (CO).....	101
10.2.4	Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ).....	102
10.2.5	Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM <sub>10</sub> ).....	102
10.2.6	Materiale particolato con diametro < 2.5 µm (PM <sub>2.5</sub> ).....	105
10.2.7	Cadmio (Cd), Arsenico (As) e Nichel (Ni) nella frazione di PM <sub>10</sub> .....	106
10.2.8	Ammoniaca (NH <sub>3</sub> ) con campionatori passivi RADIELLO®.....	106
10.2.9	Acido Cloridrico (HCl) ed Acido Fluoridrico (HF) con campionatori passivi RADIELLO®.....	106
10.3	Sulla valutazione dell'andamento del giorno tipo di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	107
10.3.1	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ).....	107
10.3.2	Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM <sub>10</sub> ).....	107
10.4	Sulla valutazione dell'andamento della settimana tipo di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	107
10.4.1	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ).....	107
10.4.2	Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM <sub>10</sub> ).....	107
10.5	Sulla valutazione dello stato di qualità dell'aria.....	108
10.5.1	Indice IQA adottato dall'ARPA Molise.....	108
11.	DATI DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO.....	109
11.1	Dati della campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010).....	109
11.1.1	Massimi giornalieri delle medie orarie di SO <sub>2</sub> e NO <sub>2</sub> .....	109
11.1.2	Medie giornaliere di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , PM <sub>10</sub> e PM <sub>2.5</sub> .....	110
11.1.3	Massime medie mobili di 8h di CO.....	111
11.1.4	Giorni Tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	112
11.1.5	Settimane Tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	113
11.2	Dati della campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011).....	113
11.2.1	Massimi giornalieri delle medie orarie di SO <sub>2</sub> e NO <sub>2</sub> .....	113
11.2.2	Medie giornaliere di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , PM <sub>10</sub> e PM <sub>2.5</sub> .....	114
11.2.3	Massime medie mobili di 8h di CO.....	115

11.2.4	Giorni Tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	117
11.2.5	Settimane Tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	117
11.3	Dati della campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011).....	117
11.3.1	Massimi giornalieri delle medie orarie di SO <sub>2</sub> e NO <sub>2</sub> .....	117
11.3.2	Medie giornaliere di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub> .....	119
11.3.3	Massime medie mobili di 8h di CO.....	120
11.3.4	Giorni Tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	121
11.3.5	Settimane Tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	121



## INDICE delle TABELLE

Tabella 2.1.1.1: valori limite .....	14
Tabella 2.1.1.2: livelli critici per la protezione della vegetazione .....	14
Tabella 2.1.1.3: soglie di allarme per SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> e O <sub>3</sub> .....	14
Tabella 2.1.1.4: valori obiettivo per As, Cd e Ni .....	14
Tabella 2.1.1.5: criteri per la verifica dei valori limite .....	14
Tabella 2.1.1.6: obiettivi di qualità previsti per le misurazioni indicative .....	15
Tabella 3.2.6.1: metodi di riferimento della strumentazione di analisi .....	18
Tabella 4.2.2.1: descrizione dei siti di misura .....	20
Tabella 6.3.1.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	42
Tabella 6.3.2.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	43
Tabella 6.3.3.1: dati riepilogativi dei massimi giornalieri delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO .....	45
Tabella 6.3.4.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	46
Tabella 6.3.5.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	47
Tabella 6.3.5.2: riepilogo del numero di superamenti di PM <sub>10</sub> .....	48
Tabella 6.3.6.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>2.5</sub> .....	49
Tabella 6.3.7.1: tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione di PM <sub>10</sub> , calcolati come media sul periodo di campionamento .....	51
Tabella 6.3.8.1: tenori di NH <sub>3</sub> calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo .....	52
Tabella 6.3.9.1: tenori di HCl ed HF calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo .....	53
Tabella 6.4.1.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	54
Tabella 6.4.2.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	55
Tabella 6.4.3.1: dati riepilogativi dei massimi giornalieri delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO .....	57
Tabella 6.4.4.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	58
Tabella 6.4.5.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	59
Tabella 6.4.5.2: riepilogo del numero di superamenti di PM <sub>10</sub> .....	60
Tabella 6.4.6.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>2.5</sub> .....	61
Tabella 6.4.7.1: tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione di PM <sub>10</sub> , calcolati come media sul periodo di campionamento .....	63
Tabella 6.4.8.1: tenori di NH <sub>3</sub> calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo .....	64
Tabella 6.4.9.1: tenori di HCl ed HF calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo .....	65
Tabella 6.5.1.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	66
Tabella 6.5.2.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	67
Tabella 6.5.3.1: dati riepilogativi dei massimi giornalieri delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO .....	69
Tabella 6.5.4.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	70
Tabella 6.5.5.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	71
Tabella 6.5.5.2: riepilogo del numero di superamenti di PM <sub>10</sub> .....	72
Tabella 6.5.6.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>2.5</sub> .....	73
Tabella 6.5.7.1: tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione di PM <sub>10</sub> , calcolati come media sul periodo di campionamento .....	75
Tabella 6.5.8.1: tenori di NH <sub>3</sub> calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo .....	76
Tabella 6.5.9.1: tenori di HCl ed HF calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo .....	77
Tabella 9.2.1.1: indice della qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise .....	96
Tabella 10.2.5.1: riepilogo del numero di superamenti di PM <sub>10</sub> .....	104
Tabella 11.1.1.1: massimi giornalieri delle medie orarie delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> e NO <sub>2</sub> .....	110
Tabella 11.1.2.1: medie giornaliere delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , PM <sub>10</sub> e PM <sub>2.5</sub> .....	111
Tabella 11.1.3.1: massime medie mobili di 8h delle concentrazioni di CO .....	112
Tabella 11.1.4.1: giorni tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	113
Tabella 11.1.5.1: settimane tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	113
Tabella 11.2.1.1: massimi delle medie orarie delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> e NO <sub>2</sub> .....	114
Tabella 11.2.2.1: medie giornaliere delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , PM <sub>10</sub> e PM <sub>2.5</sub> .....	115
Tabella 11.2.3.1: massime medie mobili di 8h delle concentrazioni di CO .....	116
Tabella 11.2.4.1: giorni tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	117
Tabella 11.2.5.1: settimane tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	117
Tabella 11.3.1.1: massimi giornalieri delle medie orarie delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> e NO <sub>2</sub> .....	118
Tabella 11.3.2.1: medie giornaliere delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , PM <sub>10</sub> e PM <sub>2.5</sub> .....	120
Tabella 11.3.3.1: massime medie mobili di 8h delle concentrazioni di CO .....	121
Tabella 11.3.4.1: giorni tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	121
Tabella 11.3.5.1: settimane tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	122





## INDICE DELLE FIGURE

Figura 4.2.1.1: dislocazione delle aree di massima ricaduta .....	19
Figura 4.2.2.1: dislocazione dei siti di misura .....	20
Figura 5.3.1.1: medie giornaliere della temperatura esterna e della radiazione solare .....	24
Figura 5.3.2.1: medie giornaliere della temperatura esterna e della radiazione solare .....	25
Figura 5.3.3.1: medie giornaliere della temperatura esterna e della radiazione solare .....	26
Figura 5.4.1.1: rosa dei venti (blowing from) .....	27
Figura 5.4.1.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della velocità del vento.....	27
Figura 5.4.1.3: medie giornaliere della velocità e della direzione del vento .....	28
Figura 5.4.2.1: rosa dei venti (blowing from) .....	29
Figura 5.4.2.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della velocità del vento.....	29
Figura 5.4.2.3: medie giornaliere della velocità e della direzione del vento .....	30
Figura 5.4.3.1: rosa dei venti (blowing from) .....	31
Figura 5.4.3.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della velocità del vento.....	31
Figura 5.4.3.3: medie giornaliere della velocità e della direzione del vento .....	32
Figura 5.4.4.1: rosa dei venti (blowing from) .....	33
Figura 5.4.4.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della velocità del vento.....	33
Figura 5.5.1.1: rosa delle intensità delle precipitazioni.....	34
Figura 5.5.1.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della intensità delle precipitazioni .....	34
Figura 5.5.1.3: distribuzione delle medie giornaliere della intensità delle precipitazioni .....	35
Figura 5.5.2.1: rosa delle intensità delle precipitazioni.....	36
Figura 5.5.2.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della intensità delle precipitazioni .....	36
Figura 5.5.2.3: distribuzione delle medie giornaliere della intensità delle precipitazioni .....	37
Figura 5.5.3.1: rosa delle intensità delle precipitazioni.....	38
Figura 5.5.3.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della intensità delle precipitazioni .....	38
Figura 5.5.3.3: distribuzione delle medie giornaliere della intensità delle precipitazioni .....	39
Figura 5.5.4.1: rosa delle intensità delle precipitazioni.....	40
Figura 5.5.4.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della intensità delle precipitazioni .....	40
Figura 6.3.1.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	42
Figura 6.3.1.2: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	42
Figura 6.3.2.1: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	43
Figura 6.3.2.2: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> (AUTUNNO 2010 vs. Rete Regionale QA).....	43
Figura 6.3.3.1: andamento del massimo giornaliero delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO .....	45
Figura 6.3.4.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	46
Figura 6.3.5.1: andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	47
Figura 6.3.5.2: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> (AUTUNNO 2010 vs. Rete Regionale QA).....	47
Figura 6.3.5.3: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>10</sub> vs. VV .....	48
Figura 6.3.6.1: andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>2,5</sub> .....	49
Figura 6.3.6.2: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>2,5</sub> vs. VV.....	49
Figura 6.4.1.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	54
Figura 6.4.1.2: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	54
Figura 6.4.2.1: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	55
Figura 6.4.2.2: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> (INVERNO 2011 vs. Rete Regionale QA).....	55
Figura 6.4.3.1: andamento del massimo giornaliero delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO .....	57
Figura 6.4.4.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	58
Figura 6.4.5.1: andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	59
Figura 6.4.5.2: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> (INVERNO 2011 vs. Rete Regionale QA).....	59
Figura 6.4.5.3: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>10</sub> vs. VV .....	60
Figura 6.4.6.1: andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>2,5</sub> .....	61
Figura 6.4.6.2: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>10</sub> vs. VV .....	61
Figura 6.5.1.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	66
Figura 6.5.1.2: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	66
Figura 6.5.2.1: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	67
Figura 6.5.2.2: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> (ESTATE 2011 vs. Rete Regionale QA).....	67
Figura 6.5.3.1: andamento del massimo giornaliero delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO .....	69
Figura 6.5.4.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	70
Figura 6.5.5.1: andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	71
Figura 6.5.5.2: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> (ESTATE 2011 vs. Rete Regionale QA) .....	71
Figura 6.5.5.3: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>10</sub> vs. VV .....	72
Figura 6.5.6.1: andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>2,5</sub> .....	73
Figura 6.5.6.2: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>10</sub> vs. VV .....	73
Figura 7.1.1.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	78
Figura 7.1.2.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	79
Figura 7.1.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	79
Figura 7.2.1.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	81
Figura 7.2.2.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	82
Figura 7.2.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	82
Figura 7.3.1.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	83
Figura 7.3.2.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	84
Figura 7.3.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	84
Figura 7.4.1.1: confronto dei giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	85
Figura 7.4.1.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO <sub>2</sub> .....	85
Figura 7.4.2.1: confronto dei giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	86
Figura 7.4.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di PM <sub>10</sub> .....	86
Figura 8.1.1.1: andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	87
Figura 8.1.2.1: andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	88
Figura 8.1.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	88
Figura 8.2.1.1: andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	89
Figura 8.2.2.1: andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	90
Figura 8.2.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	90
Figura 8.3.1.1: andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	91

Figura 8.3.2.1: andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	92
Figura 8.3.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	92
Figura 8.4.1.1: confronto delle settimane tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	93
Figura 8.4.1.2: variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di NO <sub>2</sub> .....	93
Figura 8.4.2.1: confronto delle settimane tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	94
Figura 8.4.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di PM <sub>10</sub> .....	94
Figura 9.2.2.1: andamento dell'indice di qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise .....	97
Figura 9.2.3.1: andamento dell'indice di qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise .....	98
Figura 9.2.4.1: andamento dell'indice di qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise .....	99
Figura 10.1.1.1: rosa dei venti (flow vector) dei dati cumulativi delle campagne AUTUNNO 2010, INVERNO 2011 ed ESTATE 2011 .....	100
Figura 10.2.5.1: correlazione delle medie 24h di PM <sub>10</sub> ENERGONUT vs. V.RDI del Comune di VASTOGIRARDI .....	102
Figura 10.2.5.2: correlazione delle medie 24h di PM <sub>10</sub> ENERGONUT vs. IS1 del Comune di ISERNIA .....	102
Figura 10.2.5.3: correlazione delle medie 24h di PM <sub>10</sub> ENERGONUT vs. V.FRO1 del Comune di VENAFRO .....	103
Figura 10.2.5.4: correlazione delle medie 24h di PM <sub>10</sub> ENERGONUT vs. V.FRO2 del Comune di VENAFRO .....	103
Figura 10.2.5.5: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> (INVERNO 2011 vs. Rete Regionale QA) .....	104
Figura 10.2.5.6: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>10</sub> vs. VV .....	105
Figura 10.2.6.1: correlazione delle medie 24h di PM <sub>2,5</sub> vs. PM <sub>10</sub> .....	105

## Premessa

La valutazione dell'impatto ambientale della società ENERGONUT S.p.A. di POZZILLI è stata svolta "ex post" nell'ambito della procedura di VIA; il Provvedimento scaturito dalla predetta valutazione (D.G.R. 488/2009) ha definito le indicazioni per la progettazione e lo svolgimento delle attività di controllo e monitoraggio degli impatti; in particolare, il Piano di Monitoraggio derivato (PMA), come da prescrizione della Determinazione 310/2009, condiviso dalla Ditta e da una pluralità di soggetti pubblici e privati, ed approvato dalla Regione MOLISE, ha la finalità di assicurare il controllo sugli impatti significativi dell'ambiente provocati dal predetto impianto di coincenerimento.

Tale attività di monitoraggio e controllo ha come obiettivo prioritario l'individuazione tempestiva degli impatti negativi imprevisi, al fine di consentire all'Autorità Competente, la Regione MOLISE, la possibilità di adottare le opportune misure correttive.

Il PMA si articola in:

- 1) un monitoraggio della qualità dell'aria mediante l'utilizzo di un laboratorio mobile: l'obiettivo del monitoraggio della qualità dell'aria è quello di documentare e valutare eventuali incrementi nei livelli di concentrazione degli inquinanti normati, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 155/2010;
- 2) un biomonitoraggio con utilizzo di licheni epifiti: tale attività, attuata con la collaborazione dell'Università degli Studi di SIENA, è in fase di avanzata realizzazione e comporta l'applicazione di due diverse tecniche; la prima prevede la costruzione di un indice di biodiversità lichenica, la seconda prevede il bioaccumulo su trapianti lichenici;
- 3) una rete di campionatori passivi (PUFF Disk) per il monitoraggio e la valutazione dei livelli di concentrazione nell'aria ambiente dei microinquinanti diossine, furani e idrocarburi policiclici aromatici (IPA): anche tale attività è attuata in collaborazione con l'Università di SIENA;
- 4) uno studio epidemiologico descrittivo dello stato di salute della popolazione residente nell'area oggetto di monitoraggio ambientale.

Il controllo dei livelli d'inquinamento atmosferico nell'area oggetto d'indagine attraverso l'ausilio delle predette metodologie, unitamente alla rielaborazione modellistica periodica dello scenario emissivo sulla scorta dei dati meteo acquisiti sulla verticale del predetto stabilimento, consentirà a breve di individuare, con maggior dettaglio, le zone di massima ricaduta legate all'esercizio del coinceneritore. Pertanto, terminata questa fase preliminare di indagine, sarà possibile localizzare, in modo più puntuale, le centraline di monitoraggio fisse, previste dalla Determina 310/2009.

## 1. Introduzione

Nell'ambito del Piano di Monitoraggio Ambientale redatto ai sensi dell'Autorizzazione ordinaria definitiva per la gestione dell'Impianto di Coincenerimento della Società ENERGONUT S.p.A. di POZZILLI (IS), espressa con Determinazione Dirigenziale 1 luglio 2009, n. 287, così come successivamente modificata dalla Determinazione Dirigenziale 31 luglio 2009, n. 310, dal 6 ottobre 2010 al 25 agosto 2011 sono state realizzate le tre campagne di misura della Qualità dell'aria utilizzando un laboratorio mobile, relative al primo anno di monitoraggio.

Le misure prevedevano anche campagne di monitoraggio di acido cloridrico (HCl), Acido Fluoridrico (HF) ed ammoniaca (NH<sub>3</sub>) con campionatori diffusivi passivi RADIELLO<sup>®</sup>, nonché la determinazione del Cadmio (Cd), Arsenico (As) e Nichel (Ni) nella frazione del materiale particolato con diametro < 10µm (PM<sub>10</sub>) in conformità alla Norma UNI EN 14902:2005 "Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione di Pb, Cd, As e Ni nella frazione PM<sub>10</sub> del particolato in sospensione".

Il presente documento descrive i risultati delle campagne realizzate con il laboratorio mobile e i dati attenuti dalle campagne effettuate con i campionatori passivi.

La valutazione delle campagne di misura della Qualità dell'Aria nell'area limitrofa alla zona industriale di POZZILLI, in ottemperanza alle prescrizioni della Determina Dirigenziale di autorizzazione dell'impianto ENERGONUT, è stata condotta dal Dipartimento Provinciale di ISERNIA dell'ARPA Molise come previsto dal "Protocollo di Intesa per l'effettuazione di monitoraggio ambientale dell'area circostante l'impianto di coincenerimento ENERGONUT S.p.A. di POZZILLI" del 14 ottobre 2010.

## 2. L'inquinamento atmosferico

### 2.1 La Normativa di riferimento

#### 2.1.1 Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155

Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" recepisce la Direttiva 2008/50/CE e sostituisce le disposizioni di attuazione della Direttiva 2004/107/CE, istituendo un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente finalizzato a:

- individuare obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
  - valutare la qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
  - ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
  - garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente.
- Il D.Lgs. 155/2010 stabilisce, inoltre:
- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), monossido di carbonio (CO), piombo (Pb) e particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>);
  - i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub> e di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>);
  - le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>;
  - il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente del particolato con diametro < 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>);
  - il valore obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente di arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni);
  - il valore obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono (O<sub>3</sub>).

Nelle seguenti tabelle vengono riassunti i valori limite per SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, CO, Pb, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, nonché i livelli critici per la protezione della vegetazione per SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>, le soglie di allarme per SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>, le soglie di informazione e di allarme per O<sub>3</sub>, i valori obiettivo per As, Cd e Ni, e i criteri di verifica dei valori limite.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
SO <sub>2</sub>	1 ora	350 µg/Nm <sup>3</sup> , da non superare più di 24 volte per anno civile	-	-
	1 giorno	125 µg/Nm <sup>3</sup> , da non superare più di 3 volte per anno civile	-	-
NO <sub>2</sub>	1 ora	200 µg/Nm <sup>3</sup> , da non superare più di 18 volte per anno civile	-	-
	Anno civile	40 µg/Nm <sup>3</sup>	-	-
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Anno civile	5.0 µg/Nm <sup>3</sup>	-	-
CO	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore <sup>1</sup>	10 mg/Nm <sup>3</sup>	-	-
Pb	Anno civile	0.5 µg/Nm <sup>3</sup>	-	-

<sup>1</sup> La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alla medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude; la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
PM <sub>10</sub>	1 giorno	50 µg/Nm <sup>3</sup> , da non superare più di 35 volte per anno civile	-	-
	Anno civile	40 µg/Nm <sup>3</sup>	-	-
PM <sub>2,5</sub>	Anno civile	25 µg/Nm <sup>3</sup>	20% l'11 giugno 2008, con riduzione il 1 gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1 gennaio 2015	1 gennaio 2015

**Tabella 2.1.1.1:** valori limite

Inquinante	Livello critico annuale	Livello critico invernale (1 ottobre ÷ 31 marzo)	Margine di tolleranza
SO <sub>2</sub>	20 µg/Nm <sup>3</sup>	20 µg/Nm <sup>3</sup>	-
NO <sub>x</sub>	30 µg/Nm <sup>3</sup>	-	-

**Tabella 2.1.1.2:** livelli critici per la protezione della vegetazione

Inquinante	Soglia di allarme <sup>2</sup>	Inquinante	Soglia di allarme <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	500 µg/Nm <sup>3</sup>	O <sub>3</sub>	500 µg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	400 µg/Nm <sup>3</sup>		

**Tabella 2.1.1.3:** soglie di allarme per SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>

Inquinante	Valore obiettivo <sup>4</sup>
As	6.0 µg/Nm <sup>3</sup>
Cd	5.0 µg/Nm <sup>3</sup>
Ni	20.0 µg/Nm <sup>3</sup>

**Tabella 2.1.1.4:** valori obiettivo per As, Cd e Ni

Parametro	Percentuale richiesta di dati validi
Valori su 1 ora	75% (ossia 45 minuti)
Valori su 8 ore	75% dei valori (ovvero 6 ore)
Valore massimo giornaliero su 8 ore	75% delle concentrazioni medie consecutive su 8 ore calcolate in base ai dati orari (ossia 18 medie su 8 ore al giorno)
Valori su 24 ore	75% delle medie orarie (ossia almeno 18 valori orari)
MEDIA annuale	90% dei valori di 1 ora o (se disponibile) dei valori di 24 ore nel corso dell'anno

**Tabella 2.1.1.5:** criteri per la verifica dei valori limite

Il D.Lgs. 155/2010 definisce all'art. 2, comma 1, lettera u), le **misurazioni indicative**: "misurazione dei livelli degli inquinanti, basate su obiettivi di qualità meno severi di quelli previsti per le misurazioni in siti fissi, effettuate in stazioni ubicate presso siti fissi di campionamento o mediante stazioni di misurazione mobili, o, per il mercurio, metodi di misura manuali come le tecniche di campionamento diffuso".

<sup>2</sup> Le soglie devono essere misurate su tre ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 Km<sup>2</sup> oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi.

<sup>3</sup> Per l'applicazione dell'art. 10, comma 1, del D.Lgs. 155/2010 deve essere misurato o previsto un superamento per 3 ore consecutive.

<sup>4</sup> Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione di PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

Le misurazioni e le altre tecniche utilizzate per la valutazione della qualità dell'aria ambiente devono rispettare gli obiettivi di qualità previsti all'Allegato 1 del D.Lgs. 155/2010. In particolare, per le misurazioni effettuate mediante stazioni di misurazione mobili si applicano gli obiettivi di qualità previsti dalla seguente tabella.

	<b>SO<sub>2</sub></b> <b>NO<sub>2</sub></b> <b>NO<sub>x</sub></b> <b>CO</b>	<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	<b>PM<sub>10</sub></b> <b>PM<sub>2.5</sub></b> <b>Pb</b>	<b>O<sub>3</sub> e reltivi NO</b> <b>e NO<sub>2</sub></b>	<b>As</b> <b>Cd</b> <b>Ni</b>
Incertezza	25%	30%	50%	30%	50%
Raccolta minimi di dati	90%	90%	90%	90%	90%
Periodo minimo di copertura	14% <sup>5</sup>	14% <sup>6</sup>	14% <sup>5</sup>	>10% in estate	50%

**Tabella 2.1.1.6:** obiettivi di qualità previsti per le misurazioni indicative

## 2.2 I principali inquinanti atmosferici

I principali inquinanti che si trovano nell'aria possono essere divisi schematicamente in due tipologie: inquinanti primari ed inquinanti secondari. I primi vengono 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, primarie o secondarie.

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

### 2.2.1 Il Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

La presenza in aria di biossido di zolfo è da ricondursi alla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo. Dal 1970 ad oggi la tecnologia ha reso disponibili combustibili a basso tenore di zolfo, il cui utilizzo è stato imposto dalla normativa. Le concentrazioni di biossido di zolfo sono così rientrate nei limiti legislativi previsti. In particolare, in questi ultimi anni, grazie al passaggio al gas naturale come combustibile negli impianti di riscaldamento, le concentrazioni si sono ulteriormente ridotte.

### 2.2.2 Gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)

Gli ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>) vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i 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.

Nel caso del traffico veicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si osservano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, poiché la produzione di NO<sub>x</sub> aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione. Al momento dell'emissione gran parte degli ossidi di azoto è in forma di NO, con un rapporto NO/NO<sub>2</sub> decisamente a favore del primo. Si stima che il contenuto di NO<sub>2</sub> nelle emissioni sia tra il 5 e il 10% del totale degli ossidi di azoto.

Il monossido di azoto non è soggetto a normativa, in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente; se ne misurano comunque i livelli in quanto, attraverso la sua ossidazione in NO<sub>2</sub> e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di ozono troposferico (O<sub>3</sub>).

### 2.2.3 Il monossido di carbonio (CO)

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 veicolare, soprattutto alimentati a benzina, in particolare quando sono in fase di decelerazione e di traffico congestionato. Le sue concentrazioni, pertanto, sono strettamente legate ai

<sup>5</sup> Misurazione effettuata in un giorno variabile di ogni settimana dell'anno in modo tale che le misurazioni siano uniformemente distribuite nell'arco dell'anno oppure effettuate per otto settimane distribuite equamente nell'arco dell'anno.

<sup>6</sup> Misurazione effettuata in un giorno fisso scelto a caso di ogni settimana dell'anno in modo tale che le misurazioni siano uniformemente distribuite nell'arco dell'anno oppure effettuata per otto settimane distribuite equamente nell'arco dell'anno.

flussi di traffico in prossimità della zona in cui avviene il prelievo e gli andamenti giornalieri di tale inquinante rispecchiano 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 ad una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera.

#### 2.2.4 *Il materiale particolato aerodisperso ( $PM_{10}$ e $PM_{2.5}$ )*

Il particolato atmosferico aerodisperso è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, di diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Esse possono avere origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e di origine prevalentemente antropica.

Le principali sorgenti naturali sono l'erosione ed il risollevarimento del suolo, incendi, pollini, spray marino, eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche sono riconducibili principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali).

L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è chiamato MPTS (Materiale Particolato Totale Sospeso). Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana si distinguono: una frazione in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) e una frazione in grado di giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). La prima corrisponde a particelle con diametro aerodinamico inferiore a  $10\mu\text{m}$  ( $PM_{10}$ ), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a  $2.5\mu\text{m}$  ( $PM_{2.5}$ ).



### 3. Il laboratorio mobile

#### 3.1 Descrizione del laboratorio mobile

Gli analizzatori installati sul laboratorio mobile utilizzato per lo studio, sono del tutto simili a quelli presenti nelle stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria, questo permette di effettuare un confronto diretto tra il sito di misura e le centraline fisse. Tali apparecchiature rispondono alle caratteristiche previste dalla normativa vigente (D.P.C.M. 28 marzo 1983, D.P.R. 24 maggio 1988, D.M. 60/2002, D.Lgs. 155/2010).

La strumentazione montata sul laboratorio mobile è di seguito riportata:

- 1) n. 1 analizzatore di ossidi di azoto (NO – NO<sub>2</sub> – NO<sub>x</sub>) THERMO SCIENTIFIC 42i;
- 2) n. 1 analizzatore di anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) THERMO SCIENTIFIC 43i;
- 3) n. 1 analizzatore di monossido di carbonio (CO) THERMO SCIENTIFIC 48i;
- 4) n. 1 analizzatore di BTEX ORION BTX2000, detector PID;
- 5) n. 1 analizzatore di polveri PM<sub>10</sub> UNITEC LSPM10 completo di campionatore sequenziale di particolato TCR TECORA Sentinel PM;
- 6) n. 1 analizzatore di polveri PM<sub>2.5</sub> UNITEC LSPM10;
- 7) n. 1 stazione meteorologica UNITEC MET3000 composta da sensori meteorologici per la misura della direzione e intensità del vento, della temperatura, dell'umidità relativa e della pressione atmosferica;
- 8) n.1 sonda di campionamento degli inquinanti gassosi ORION SA3000;
- 9) n. 2 sonde di campionamento di polveri complete di teste di prelievo per il PM<sub>10</sub> e per il PM<sub>2.5</sub>.

#### 3.2 Strumentazione di analisi

##### 3.2.1 Analizzatore di ossidi di azoto

L'analizzatore di ossidi di azoto THERMO SCIENTIFIC 42i è uno strumento analitico per la misura, in continuo ed in automatico, delle concentrazioni di monossido di azoto, biossido di azoto ed ossidi totali di azoto in aria ambiente.

L'analizzatore opera in conformità al metodo di riferimento indicato nell'Allegato XI, §1, sezione II, del D.M. 2 aprile 2002, n. 60 (ISO 7996:1985 "Ambient Air. Determination of the mass concentration of nitrose oxides – Chemiluminescence Method") ed è conforme alle specifiche di cui all'Allegato II, appendice 10, punto 5.2, del D.P.C.M. 28 marzo 1983.

Lo strumento è munito di certificazione TÜV che ne attesta la conformità alla normativa UNI EN 14211:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza" di cui all'Allegato VI, §A, punto 2, del D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155.

##### 3.2.2 Analizzatore di biossido di zolfo

L'analizzatore di biossido di zolfo THERMO SCIENTIFIC 43i è uno strumento analitico per la misura, in continuo ed in automatico, delle concentrazioni di biossido di zolfo in aria ambiente.

L'analizzatore opera in conformità al metodo di riferimento indicato nell'Allegato XI, §1, sezione I, del D.M. 2 aprile 2002, n. 60 (Draft International Standard ISO/DIS 10498.2.ISO:1999 "Ambient Air. Determination of sulphur dioxide - Ultraviolet fluorescence method") ed è conforme alle specifiche di cui all'Allegato II, appendice 10, punto 5.1, del D.P.C.M. 28 marzo 1983.

Lo strumento è munito di certificazione TÜV che ne attesta la conformità alla normativa UNI EN 14212:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta" di cui all'Allegato VI, §A, punto 1, del D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155.

##### 3.2.3 Analizzatore di monossido di carbonio

L'analizzatore di monossido di carbonio THERMO SCIENTIFIC 48i è uno strumento analitico per la misura, in continuo ed in automatico, delle concentrazioni di monossido di carbonio in aria ambiente.

L'analizzatore opera in conformità al metodo di riferimento indicato nell'Allegato XI, §1, sezione VII, del D.M. 2 aprile 2002, n. 60, ed è conforme alle specifiche di cui all'Allegato II, appendice 10, punto 5.4, del D.P.C.M. 28 marzo 1983.

Lo strumento è munito di certificazione TÜV che ne attesta la conformità alla normativa UNI EN 14626:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva" di cui all'Allegato VI, §A, punto 7, del D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155.

### 3.2.4 Analizzatore di BTX

L'analizzatore di BTX ORION BTX2000 è uno strumento analitico per la misura, in continuo ed in automatico, delle concentrazioni di benzene, toluene, etilbenzene, m- e p-xilene e o-xilene in aria ambiente, per mezzo di un rilevatore non distruttivo a fotoionizzazione PID.

L'analizzatore opera in conformità al metodo di riferimento indicato nell'Allegato XI, §1, sezione VI, del D.M. 2 aprile 2002, n. 60.

### 3.2.5 Analizzatori di polveri

Gli analizzatori polveri PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> UNITEC LSPM10 sono strumenti analitici per la misura, in continuo ed in automatico, delle concentrazioni di polveri PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>.

L'unità ottica LSPM10 è stata testata e certificata come equivalente, e quindi conforme al D.M. 2 aprile 2002, n. 60, dall'Istituto Inquinamento Atmosferico del C.N.R. di ROMA (prot. 136/2005 del 30 maggio 2005).

La testa di prelievo per il PM<sub>10</sub> è conforme alla normativa europea UNI EN 12341:1999 "Qualità dell'aria. Determinazione del particolato in sospensione PM10. metodi di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l'equivalenze dei metodi di misurazione rispetto ai metodi di riferimento" di cui all'Allegato VI, §A, punto 4, del D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155.

Il campionatore gravimetrico sequenziale di particolato TCR TECORA Sentinel PM, in testa all'unità ottica LSPM10 per la misura delle concentrazioni di polveri PM<sub>10</sub>, è munito di certificazione TÜV che ne attesta la conformità alla normativa 12341:1999 "Qualità dell'aria. Determinazione del particolato in sospensione PM10. metodi di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l'equivalenze dei metodi di misurazione rispetto ai metodi di riferimento" di cui all'Allegato VI, §A, punto 4, del D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155.

La testa di prelievo per il PM<sub>2.5</sub> è conforme alla normativa europea UNI EN 12341:1999 "Qualità dell'aria. Determinazione del particolato in sospensione PM10. metodi di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l'equivalenze dei metodi di misurazione rispetto ai metodi di riferimento".

### 3.2.6 Riepilogo dei metodi di riferimento

Di seguito sono riepilogati i metodi di riferimento della strumentazione di analisi presente sul laboratorio mobile.

Analizzatore	Modello	Metodo di riferimento	Conformità al D.M. 60/2002	Conformità al D.Lgs. 155/2010
NO, NO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub>	THERMO SCIENTIFIC 42i	UNI EN 14211:2005		
SO <sub>2</sub>	THERMO SCIENTIFIC 43i	UNI EN 14212:2005		
CO	THERMO SCIENTIFIC 48i	UNI EN 14626:2005		
Benzene	ORION BTX2000	Allegato 6 D.M. 25.11.1994		
PM <sub>10</sub>	Unità ottica LSPM10	UNI EN 12341:1999		
	Campionatore sequenziale TCR TECORA Sentinel PM	UNI EN 12341:1999		
PM <sub>2.5</sub>	Unità ottica LSPM10	UNI EN 12341:1999		

**Tabella 3.2.6.1:** metodi di riferimento della strumentazione di analisi

## 4. L'area di studio

### 4.1 Inquadramento generale del territorio

Il sito interessato dall'impianto ENERCONUT S.p.A. si trova nel Consorzio per lo sviluppo Industriale ISERNIA – VENAFRO del Comune di POZZILLI (IS), località "Cerqueto", via dell'Energia, ad Ovest della Strada Statale 85 Venafra. Ai fini del piano di monitoraggio ambientale, la porzione di territorio interessata per il monitoraggio della qualità dell'aria e delle ricadute al suolo è quella compresa nel raggio di 5 km dal sito dell'Impianto. L'area di studio, pertanto, interessa, oltre al Comune di POZZILLI, parte dei territori comunali di VENAFRO, FILIGNANO, MONTAQUILA, MONTERODUNI e MACCHIA d'ISERNIA. Quest'ultimo comune, in particolare, ne fa parte solamente per una porzione molto limitata del suo territorio. Tutti i comuni dell'area vasta appartengono alla provincia di ISERNIA.

L'area individuata include tutta la zona industriale di POZZILLI, che è caratterizzata da una morfologia prevalentemente pianeggiante con un'altitudine media di circa 220 m s.l.m..

### 4.2 I siti di monitoraggio

#### 4.2.1 Valutazioni modellistiche

Dalle risultanze della valutazione modellistica delle ricadute al suolo degli inquinanti emessi dall'impianto di coincenerimento, proposta dalla società ENERCONUT S.p.A. nell'ambito del Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale, sono state individuate, all'interno dell'area vasta, quattro aree interessate dalle massime ricadute al suolo degli inquinanti, contraddistinte dalle sigle A1, A2, A3 ed A4.

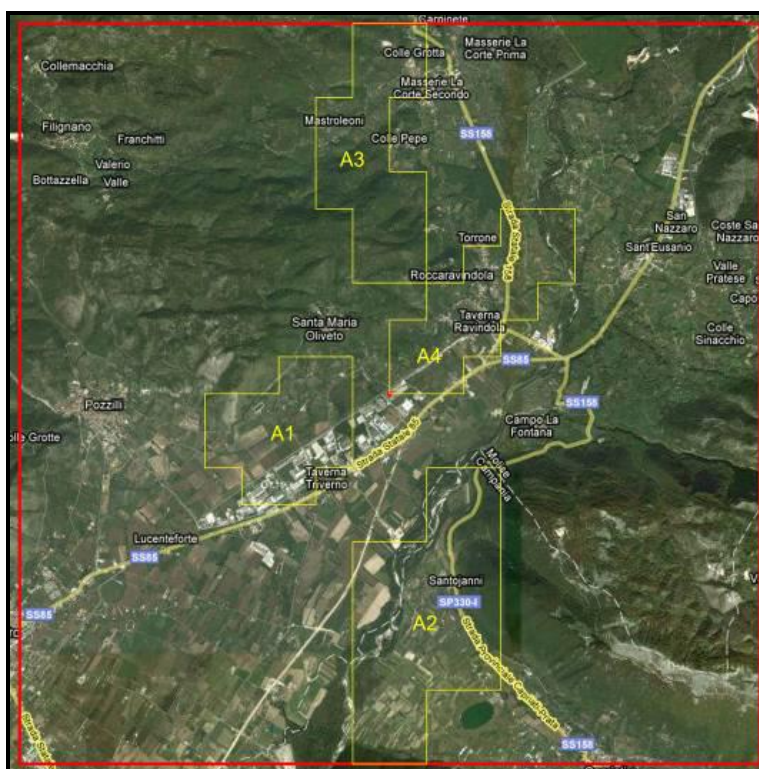


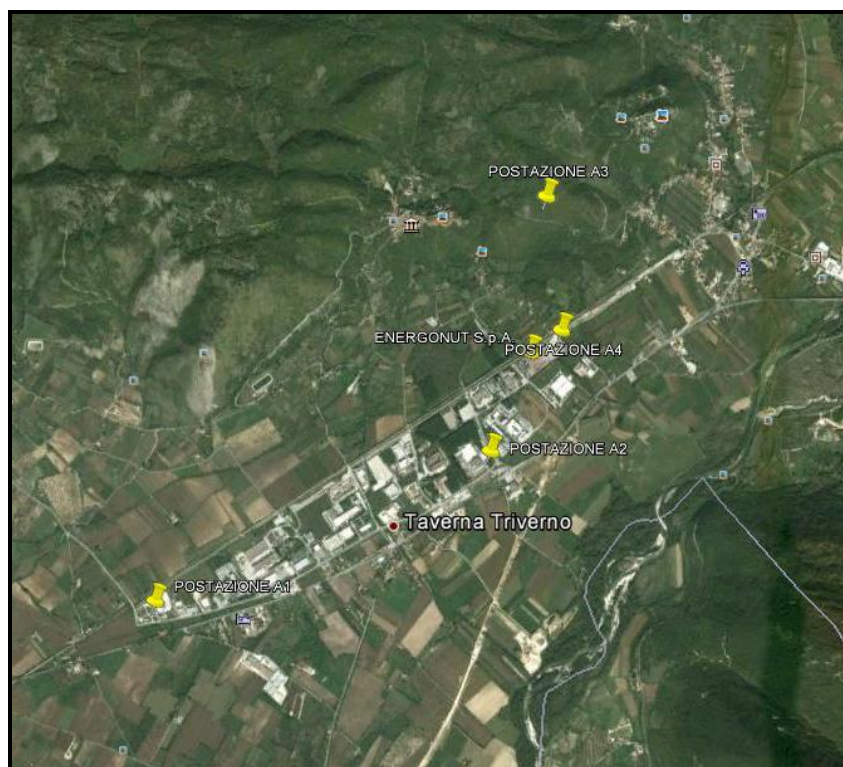
Figura 4.2.1.1: dislocazione delle aree di massima ricaduta

#### 4.2.2 I siti di misura

La posizione delle stazioni di campionamento è stata discussa nell'ambito del Tavolo Tecnico e di concerto con le Istituzioni presenti nell'ambito del tavolo stesso.

La scelta dei siti idonei per il posizionamento del laboratorio mobile ha tenuto conto non solo delle indicazioni fornite della predetta valutazione modellistica, ma anche di fattori quali la disponibilità di una fornitura elettrica, la protezione della stazione da atti vandalici e la distanza dalle fonti di impatto antropico di tipo locale.

Sulla base di tali premesse, sono state concordate le seguenti stazioni di campionamento.



**Figura 4.2.2.1:** dislocazione dei siti di misura

Postazione	Località	Latitudine	Longitudine
A1	Comune: POZZILLI Località: Z.I. POZZILLI – Sede del Consorzio per il Nucleo di Sviluppo Industriale ISERNIA – VENAFRO, in posizione SW rispetto al punto di emissione	41° 29' 52" N	14° 04' 49" E
A2	Comune: POZZILLI Località: Z.I. POZZILLI – all'interno del lotto di proprietà della PROMA S.S.A. in prossimità dei capannoni dismessi, in posizione SSW rispetto al punto di emissione	41° 30' 27" N	14° 06' 27" E
A3	Comune: MONTAQUILA Località: fraz. di ROCCARAVINDOLA – nelle prossimità dell'impianto di sollevamento del Comune di MONTAQUILA, in posizione NNE rispetto al punto di emissione	41° 30' 54" N	14° 06' 47" E
A4	Comune: POZZILLI Località: Z.I. POZZILLI – all'interno del lotto di proprietà della ENERGONUT S.p.A., in posizione ENE rispetto al punto di emissione	41° 31' 22" N	14° 07' 14" E

**Tabella 4.2.2.1:** descrizione dei siti di misura

Le stazioni A1, A3 ed A4 ricadono nelle aree omologhe individuate dallo studio modellistico delle ricadute al suolo degli inquinanti emessi dall'impianto di coincenerimento, presentato dalla Ditta ENERGONUT S.p.A. nell'ambito del Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale. In particolare, il posizionamento della postazione A3 nella frazione di ROCCARAVINDOLA è stato concordato con il Responsabile dell'Ufficio Tecnico del Comune di MONTAQUILA. Al contrario, la postazione A2 non ricade all'interno dell'area omologa, poiché:

- 1) l'area individuata dallo studio si sviluppa quasi interamente in Regione CAMPANIA

- 2) la porzione di area ricadente nel MOLISE è fortemente interessata dalla presenza dell'arteria stradale della SS 85 e da un impianto di frantumazione inerti;
- 3) non è garantita una idonea fornitura elettrica.

## 5. Dati meteorologici

### 5.1 Premessa

La totalità dei fenomeni di inquinamento atmosferico avviene nella porzione più bassa dell'atmosfera chiamata "Planetary Boundary Layer" o PBL. Il PBL comprende la parte di troposfera nella quale la struttura del campo anemologico risente dell'influenza della superficie terrestre e si estende fino a oltre 1 km di altezza. I livelli di concentrazione degli inquinanti atmosferici in un sito dipendono dalla quantità e dalle modalità di emissione degli inquinanti stessi nell'area, ma anche la situazione meteorologica influisce sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti, sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa. E' importante che i livelli di concentrazione osservati, soprattutto durante una campagna di breve durata, siano valutati alla luce delle condizioni meteorologiche verificatesi nel periodo del monitoraggio. Le caratteristiche diffusive dell'atmosfera fanno sì che le polveri e gli inquinanti in generale risentano fortemente della meteorologia del momento.

I più importanti fattori meteorologici che interessano i fenomeni di inquinamento atmosferico sono:

- 1) il vento orizzontale (velocità e direzione), generato dalla componente geostrofica e modificato dal contributo delle forze di attrito del terreno e da effetti meteorologici locali, come brezze marine, di monte e di valle, circolazioni urbano-rurali, ecc...;
- 2) le precipitazioni atmosferiche;
- 3) la stabilità atmosferica, che è un indicatore della turbolenza atmosferica alla quale si devono i rimescolamenti dell'aria e quindi il processo di diluizione degli inquinanti;
- 4) la quota sul livello del mare;
- 5) le inversioni termiche che determinano l'altezza di rimescolamento del PBL<sup>1</sup>;
- 6) i movimenti atmosferici verticali dovuti a sistemi baroclini od orografici.

L'intensità del vento è il fattore che più influenza il trasporto e la diffusione atmosferica degli inquinanti su scala locale; inoltre le precipitazioni atmosferiche svolgono un ruolo notevole in quanto contribuiscono a dilavare l'aria dai contaminanti presenti. Generalmente le zone urbane ed industriali sono le più soggette ai fenomeni di inquinamento, specialmente se sono collocate in aree dove sono presenti dei naturali impedimenti alla circolazione dell'aria (ad esempio le valli chiuse da montagne, che presentano sempre problemi di ristagno per la ridotta ventilazione atmosferica); oppure, allo stesso modo le aree localizzate in avvallamenti o depressioni del terreno. Di solito le concentrazioni dei contaminanti dell'aria sono minori quando il vento è moderato e l'atmosfera è instabile nei bassi strati. Al contrario, le concentrazioni degli inquinanti sono elevate in presenza di nebbia persistente, in assenza di vento o quando si è in presenza di inversioni termiche.

Le inversioni termiche sono dei fenomeni atmosferici che impediscono il normale rimescolamento delle masse d'aria: in genere, la temperatura dell'aria decresce man mano che aumenta l'altezza (circa 7°C per Km) e questo fa sì che le masse d'aria più calde, essendo meno dense, salgano e si sostituiscono all'aria più fredda che scende. Dal momento che questa aria calda è anche quella più inquinata perché si trova nella zona delle maggiori emissioni inquinanti, ne risulta un rimescolamento dei vari strati della troposfera che porta ad una diminuzione della concentrazione dei contaminanti atmosferici. In alcuni casi, però, a causa dell'inversione termica, si possono formare degli strati d'aria più calda a qualche decina o centinaia di metri d'altezza, per cui lo strato sottostante non sale e ristagna al suolo; ciò comporta inevitabili processi di accumulo delle sostanze inquinanti. Le inversioni termiche si formano solitamente nelle notti limpide subito dopo il tramonto, a causa del rapido raffreddamento del terreno (che a sua volta provoca un rapido raffreddamento dell'aria con cui è a contatto). Questo fenomeno è detto inversione termica di tipo radiativo e in genere termina col riscaldamento mattutino della superficie terrestre; se questo non avviene gli inquinanti si possono accumulare anche per più giorni consecutivi, con tutti i problemi che ciò comporta.

La stabilità atmosferica assume un ruolo fondamentale nella dispersione degli inquinanti. Nella troposfera la temperatura normalmente decresce all'aumentare dell'altitudine. Il profilo di temperatura di riferimento per valutare il comportamento delle masse d'aria è quello osservato per una particella d'aria che si innalza espandendosi adiabaticamente. Quando il profilo reale coincide con quello di riferimento,

---

<sup>1</sup> Lo strato di rimescolamento è influenzato da processi sinottici e alla mesoscala che producono moti verticali e avvezioni orizzontali ove si diffondono tutti gli inquinanti e, in particolare, le polveri che possono essere considerate come un buon indicatore dello stato di inquinamento. I processi che influenzano il rimescolamento sono la turbolenza meccanica determinata dal vento negli strati più vicini alla superficie e la turbolenza termica risultato del trasferimento di calore dalla superficie o del raffreddamento radiativo di strati d'aria più elevati dell'atmosfera. L'altezza di rimescolamento (mixing height) risente della struttura verticale dell'atmosfera che presenta variazioni nelle 24 ore (ciclo giorno - notte) e stagionali (stagione calda - fredda). Tale altezza agisce come la parete mobile di un contenitore: in corrispondenza di basse altezze del mixing layer, polveri ed altri inquinanti hanno così a disposizione un volume più piccolo per la loro dispersione e ciò favorisce di conseguenza un aumento della loro concentrazione.

una particella d'aria (a qualsiasi altezza venga portata) si trova in equilibrio indifferente, cioè non ha alcuna tendenza né a salire né a scendere (atmosfera neutra). Quando la temperatura decresce con l'altezza più velocemente del profilo di riferimento, le particelle d'aria ad ogni quota si trovano in una condizione instabile perché se vengono spostate sia verso il basso che verso l'alto continuano il loro movimento nella medesima direzione allontanandosi dalla posizione di partenza. Se invece la temperatura decresce con l'altezza più lentamente del profilo adiabatico, o addirittura aumenta (situazione detta di inversione termica), le particelle d'aria sono inibite sia nei movimenti verso l'alto che verso il basso e la situazione è detta stabile. Condizioni neutre si verificano tipicamente durante le transizioni notte/giorno, in presenza di copertura nuvolosa, o con forte vento. Condizioni instabili si verificano quando il trasporto di calore dal suolo verso l'alto è notevole, come accade nelle giornate assolate. Le condizioni stabili, che si verificano tipicamente nelle limpide notte continentali con vento debole, sono le più favorevoli ad un ristagno ed accumulo degli inquinanti.

## 5.2 Dati meteorologici acquisiti

I dati sono stati acquisiti da una centralina meteorologica che è composta da sensori che rilevano informazioni circa:

- 4) velocità del vento  $VV[m/s]$ ;
- 5) direzione del vento  $DV [^\circ N - \text{direzione di provenienza}]$ ;
- 6) temperatura esterna  $Te [^\circ C]$ ;
- 7) precipitazioni  $h [mm/h]$
- 8) pressione atmosferica  $P [mbar]$ ;
- 9) umidità relativa  $UR [\%]$
- 10) radiazione solare  $RAD [W/m^2]$ .

### 5.3 Valutazione della temperatura e della radiazione solare

#### 5.3.1 Campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010)

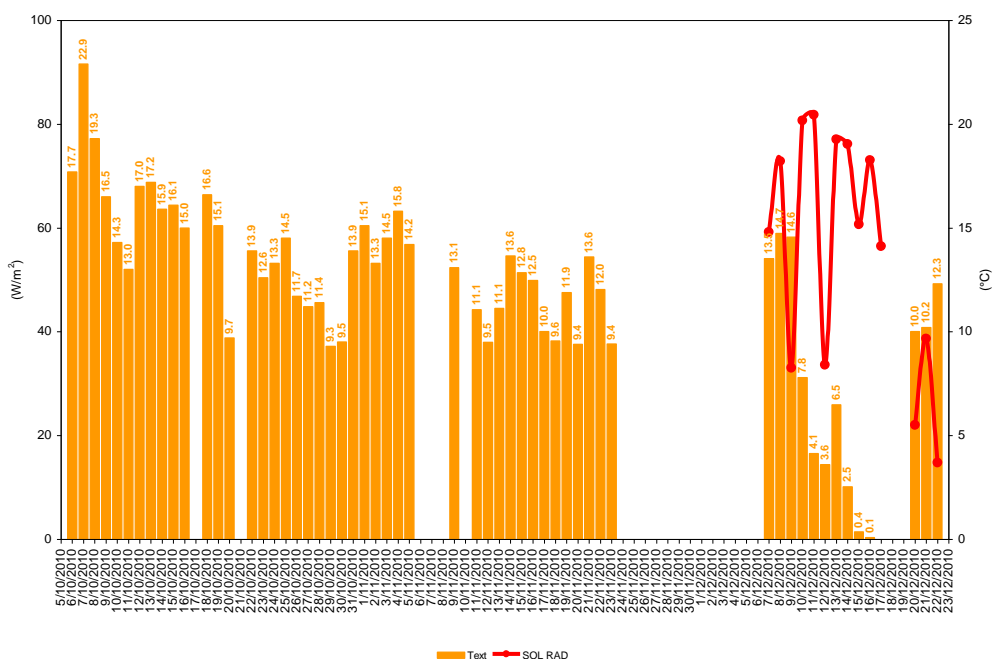
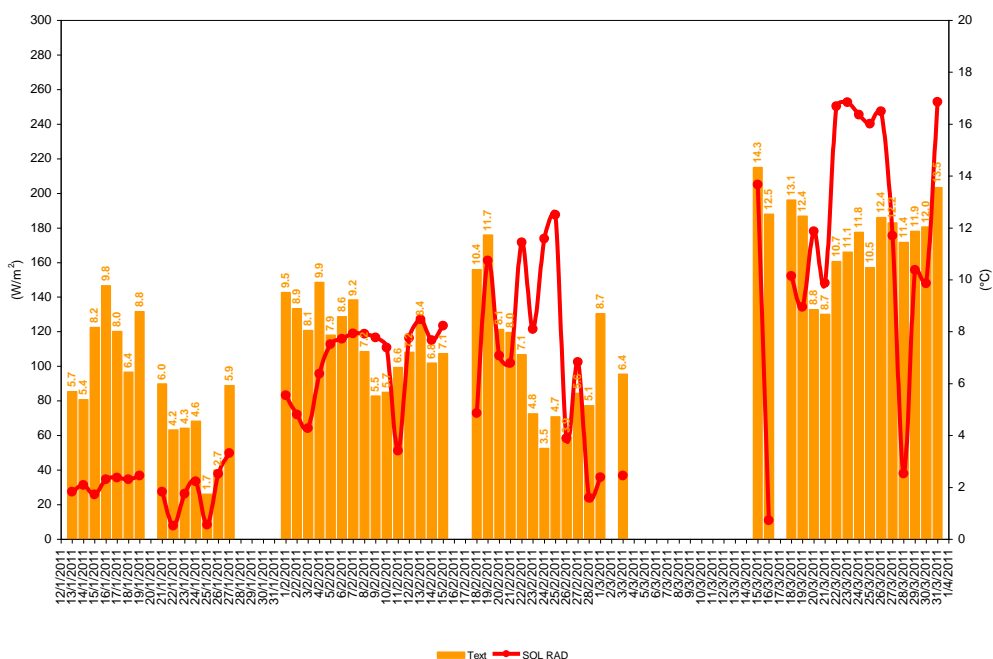


Figura 5.3.1.1: medie giornaliere della temperatura esterna e della radiazione solare

La temperatura media sul periodo di misura è stata di 11.89°C; la temperatura massima oraria è stata di 26.8°C rilevata nella giornata del 7 ottobre 2010, mentre il valore orario minimo è stato di -8.1°C il 19 dicembre 2010.



### 5.3.2 Campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011)



**Figura 5.3.2.1:** medie giornaliere della temperatura esterna e della radiazione solare

La temperatura media sul periodo di misura è stata di 8.2°C; la temperatura massima oraria è stata di 20.8°C rilevata nella giornata del 7 febbraio 2011, mentre il valore orario minimo è stato di -3°C il 26 gennaio 2011.

Durante l'intervallo della campagna è stata registrata una radiazione solare media pari a 105.9 W/m<sup>2</sup>.

### 5.3.3 Campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011)

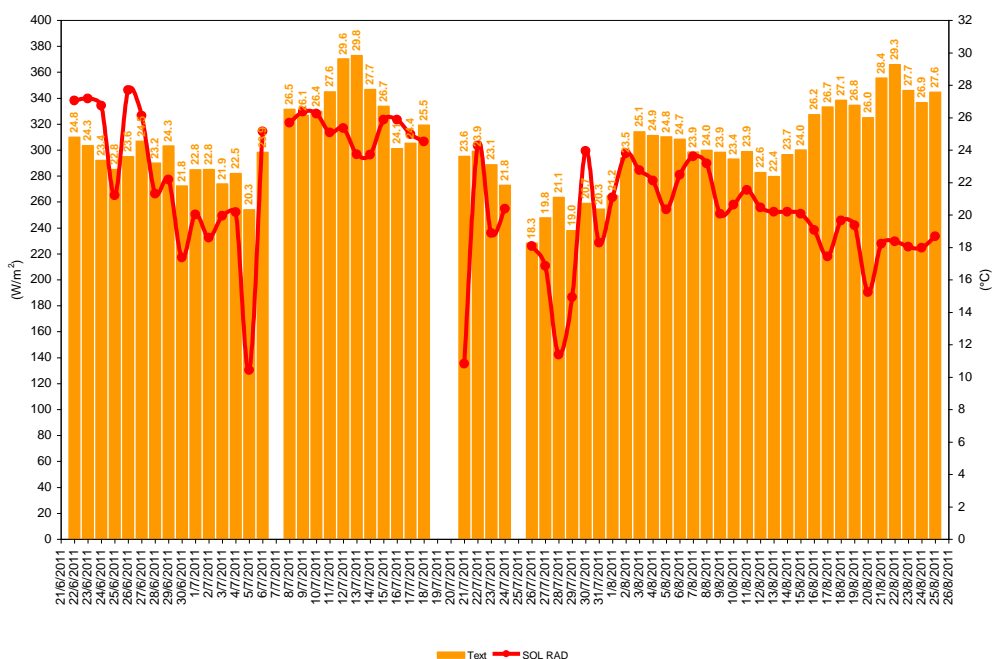


Figura 5.3.3.1: medie giornaliere della temperatura esterna e della radiazione solare

La temperatura media sul periodo di misura è stata di 24.3°C; la temperatura massima oraria è stata di 38.8°C rilevata nella giornata del 12 luglio 2011, mentre il valore orario minimo è stato di 13.0°C il 27 luglio 2011.

Durante l'intervallo della campagna è stata registrata una radiazione solare media pari a 264.5 W/m<sup>2</sup>.

## 5.4 Valutazione della intensità e direzione del vento

### 5.4.1 Campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010)

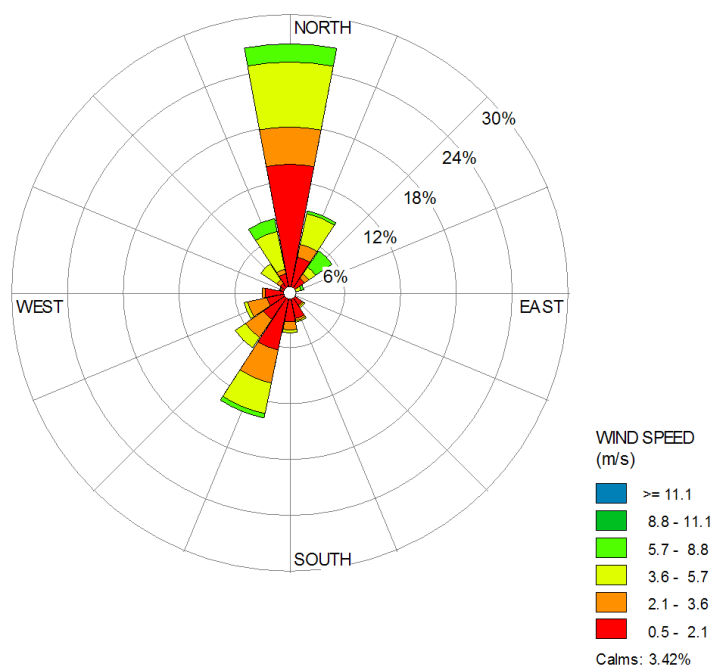


Figura 5.4.1.1: rosa dei venti (blowing from)

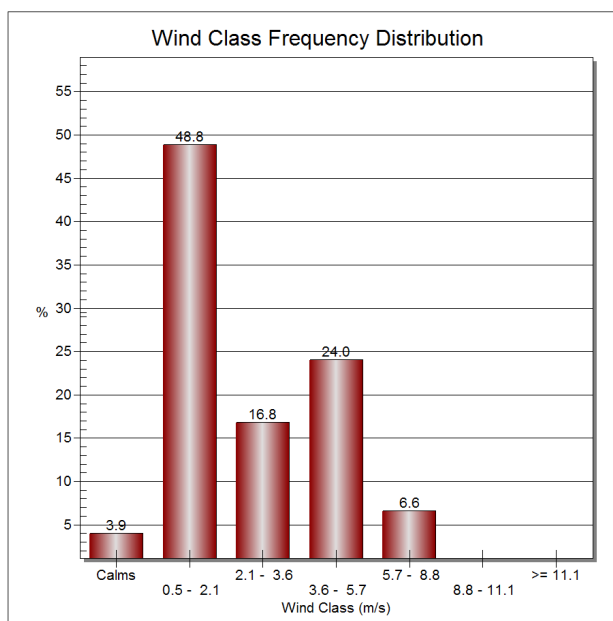


Figura 5.4.1.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della velocità del vento

Le direzioni del vento predominanti provengono prevalentemente dal quadrante settentrionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da N, NNE, NNW e NE, e dal quadrante meridionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da SSW e SW. L'intensità media del vento è 2.67 m/s. I venti più sostenuti, oltre i 5.7 m/s, sono prevalentemente provenienti da N, NNE, NNW, NE e SSW, mentre le classi instabili, molto più frequenti, si trovano associate ai venti deboli provenienti dai quadranti settentrionale, occidentale e meridionale. L'incidenza delle calme è del 3.42%.

Dalla distribuzione oraria delle frequenze della velocità del vento si può notare come la classe di vento che ha soffiato più a lungo è quella che va da 0.5 a 2.1 m/s.

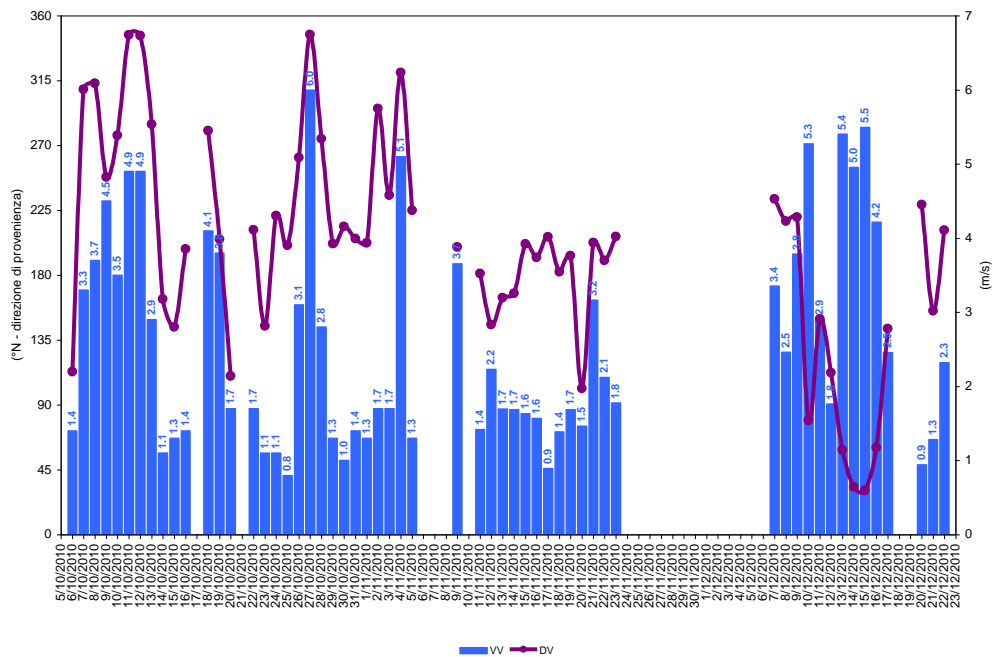


Figura 5.4.1.3: medie giornaliere della velocità e della direzione del vento

5.4.2 Campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011)

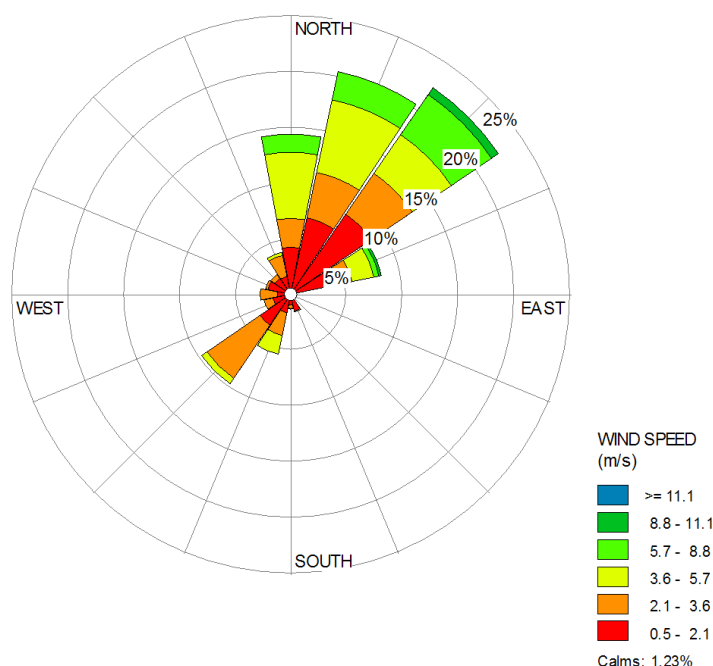


Figura 5.4.2.1: rosa dei venti (blowing from)

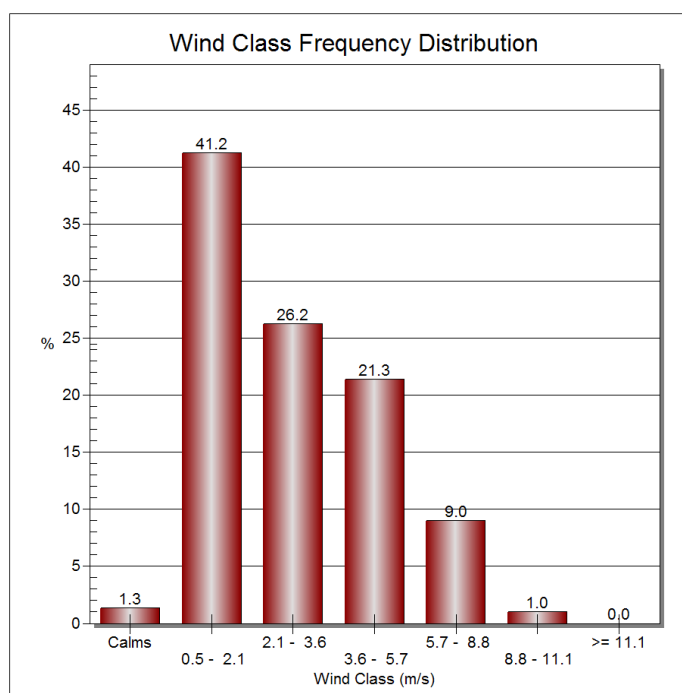


Figura 5.4.2.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della velocità del vento

Le direzioni del vento predominanti provengono prevalentemente dal quadrante settentrionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da NNE, NE, N ed ENE, e dal quadrante meridionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da SW e SSW. L'intensità media del vento è 2.91 m/s. I venti più sostenuti, oltre i 5.7 m/s, sono prevalentemente provenienti da N, NNE, NE ed ENE, mentre le classi instabili, molto più frequenti, si trovano associate ai venti deboli provenienti dai quadranti settentrionale, occidentale e meridionale. L'incidenza delle calme è dell'1.23%.

Dalla distribuzione oraria delle frequenze della velocità del vento si può notare come la classe di vento che ha soffiato più a lungo è quella che va da 0.5 a 2.1 m/s.



5.4.3 Campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011)

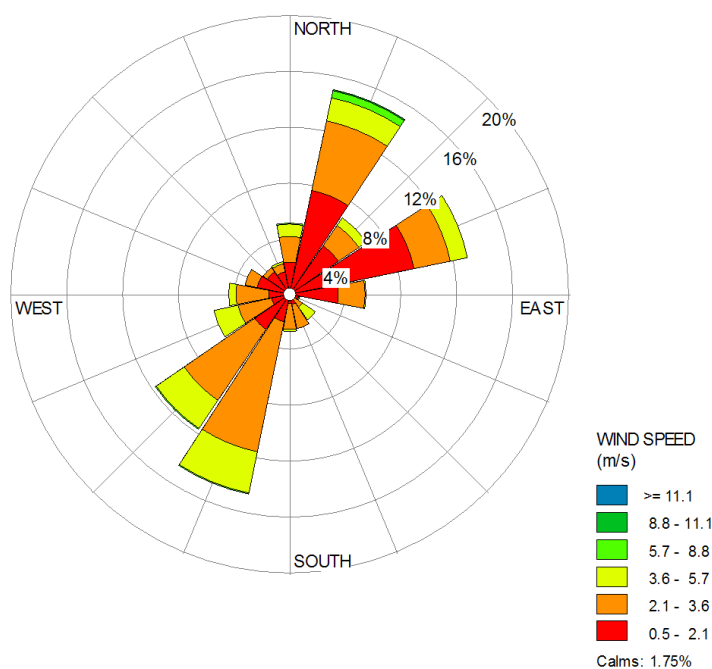


Figura 5.4.3.1: rosa dei venti (blowing from)

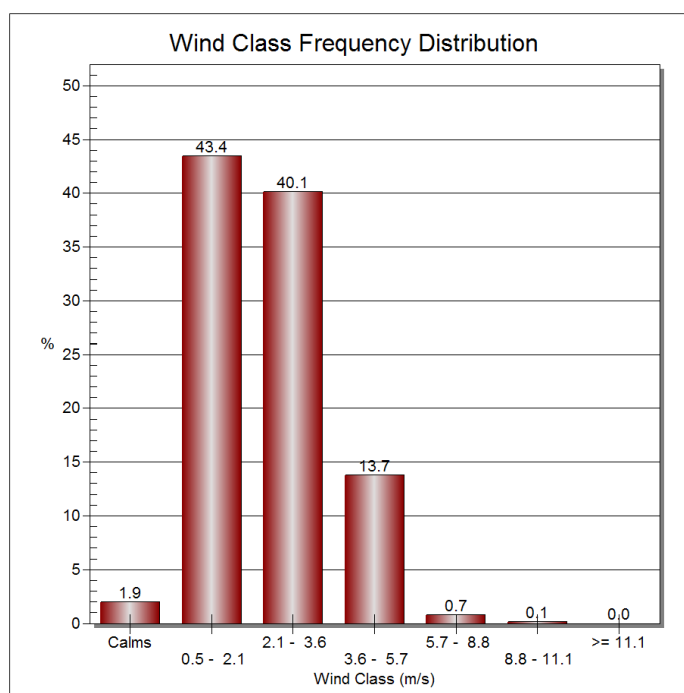


Figura 5.4.3.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della velocità del vento

Le direzioni del vento predominanti provengono prevalentemente dal quadrante settentrionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da NNE, NE e N, dal quadrante orientale, con una maggiore frequenza da E, e dal quadrante meridionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da SSW e SW. L'intensità media del vento è 2.31 m/s. I venti più sostenuti, oltre i 5.7 m/s, sono prevalentemente provenienti da N, NNE, SSW e SW, mentre le classi instabili, molto più frequenti, si trovano associate ai venti deboli provenienti dai quattro quadranti. L'incidenza delle calme è dell'1.75%.

Dalla distribuzione oraria delle frequenze della velocità del vento si può notare come la classe di vento che ha soffiato più a lungo è quella che va da 0.5 a 2.1 m/s.

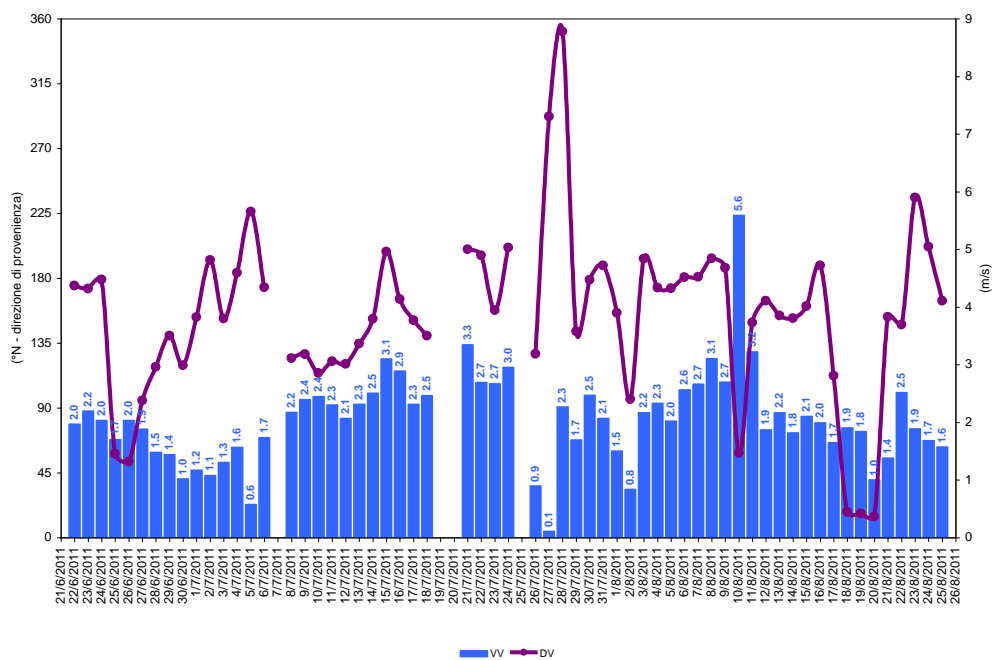


Figura 5.4.3.3: medie giornaliere della velocità e della direzione del vento



5.4.4 Dati cumulativi delle Campagne AUTUNNO 2010, INVERNO 2011 ed ESTATE 2011

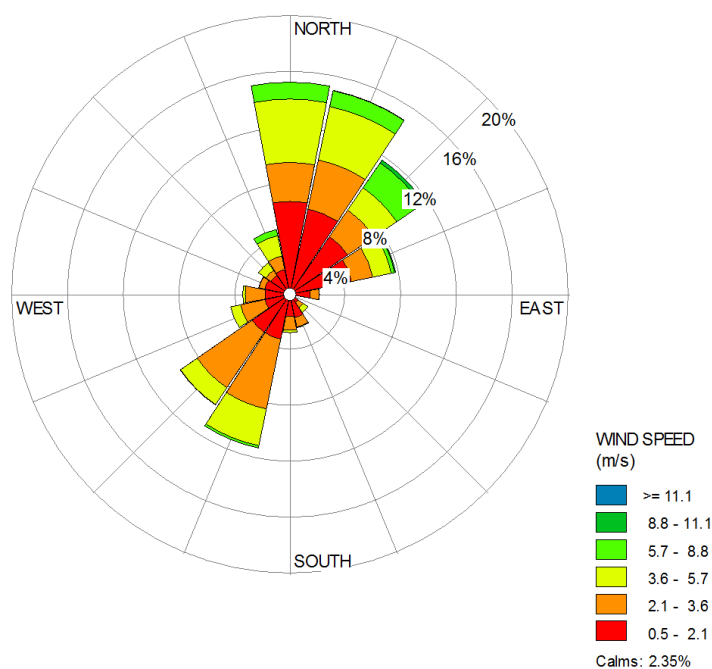


Figura 5.4.4.1: rosa dei venti (blowing from)

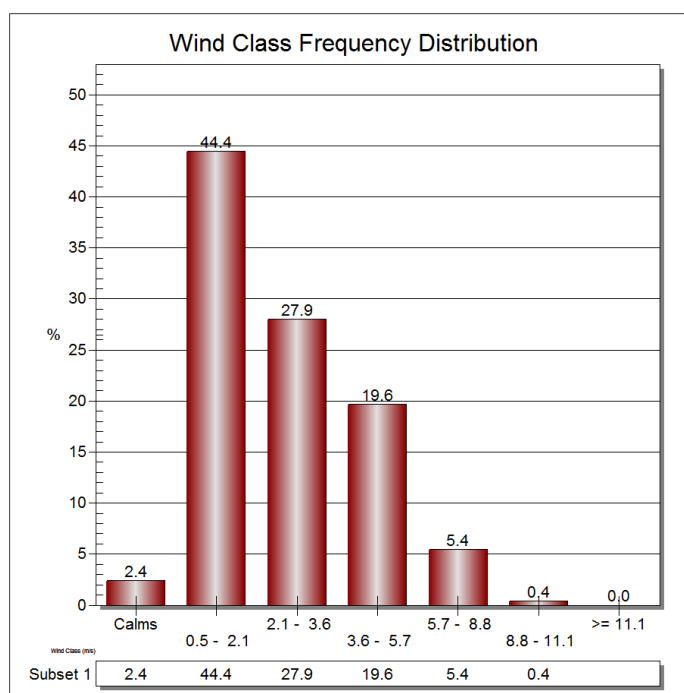


Figura 5.4.4.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della velocità del vento

Le direzioni del vento predominanti provengono prevalentemente dal quadrante settentrionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da N, NNE, NE, ENE e NNW, e dal quadrante meridionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da SSW e SW. L'intensità media del vento è 2.63 m/s. I venti più sostenuti, oltre i 5.7 m/s, sono prevalentemente provenienti da N, NNE, NE, ENE e NNW, SSW e SW, mentre le classi instabili, molto più frequenti, si trovano associate ai venti deboli provenienti dai quattro quadranti. L'incidenza delle calme è del 2.35%.

Dalla distribuzione oraria delle frequenze della velocità del vento si può notare come la classe di vento che ha soffiato più a lungo è quella che va da 0.5 a 2.1 m/s.

## 5.5 Valutazione dell'intensità delle precipitazioni

### 5.5.1 Campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010)

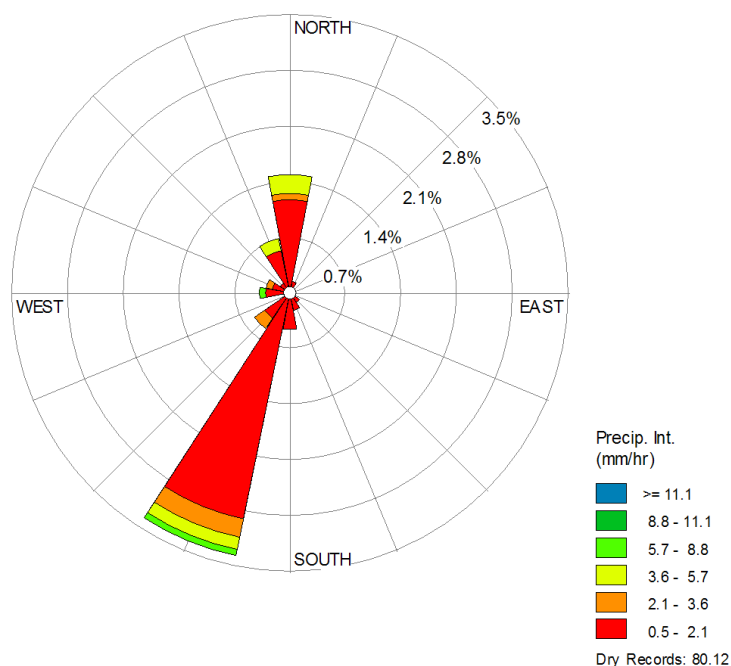


Figura 5.5.1.1: rosa delle intensità delle precipitazioni

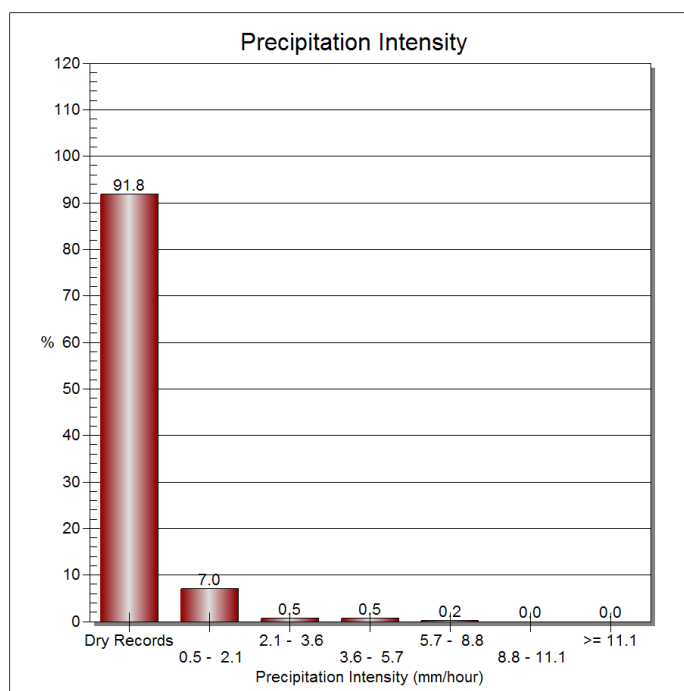


Figura 5.5.1.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della intensità delle precipitazioni

Le direzioni del vento prevalenti in concomitanza di precipitazioni piovose provengono per la maggior parte dai quadranti settentrionali e meridionali. L'intensità media delle precipitazioni è 0.12 mm/h. L'incidenza delle ore secche è del 94.89%.

Dalla distribuzione oraria della intensità delle precipitazioni si può notare come la classe di piovosità più ricorrente è quella che va da 0.5 a 2.1 mm/h.

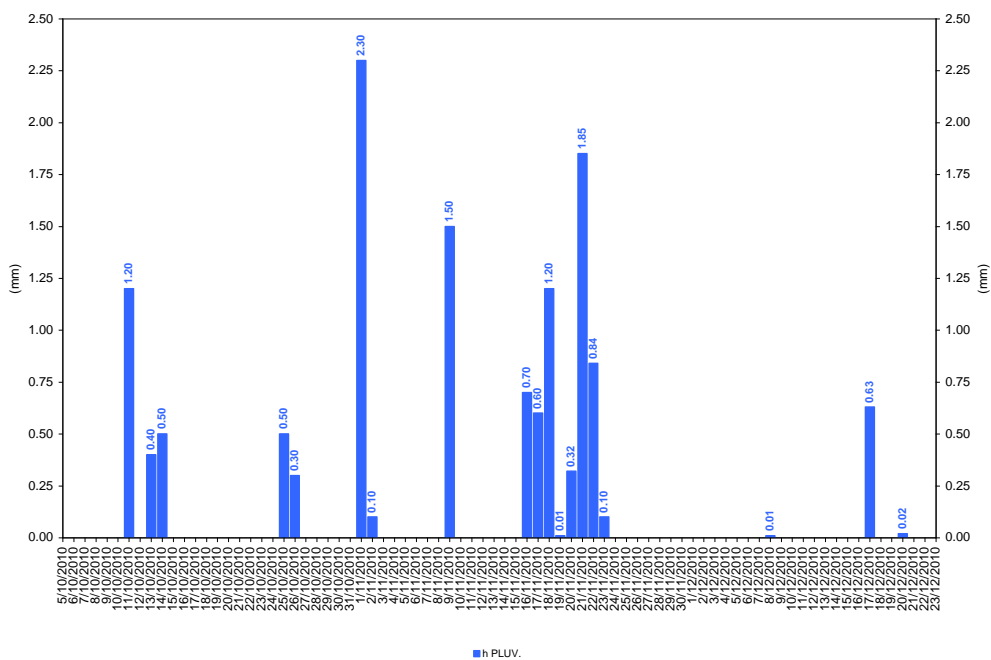
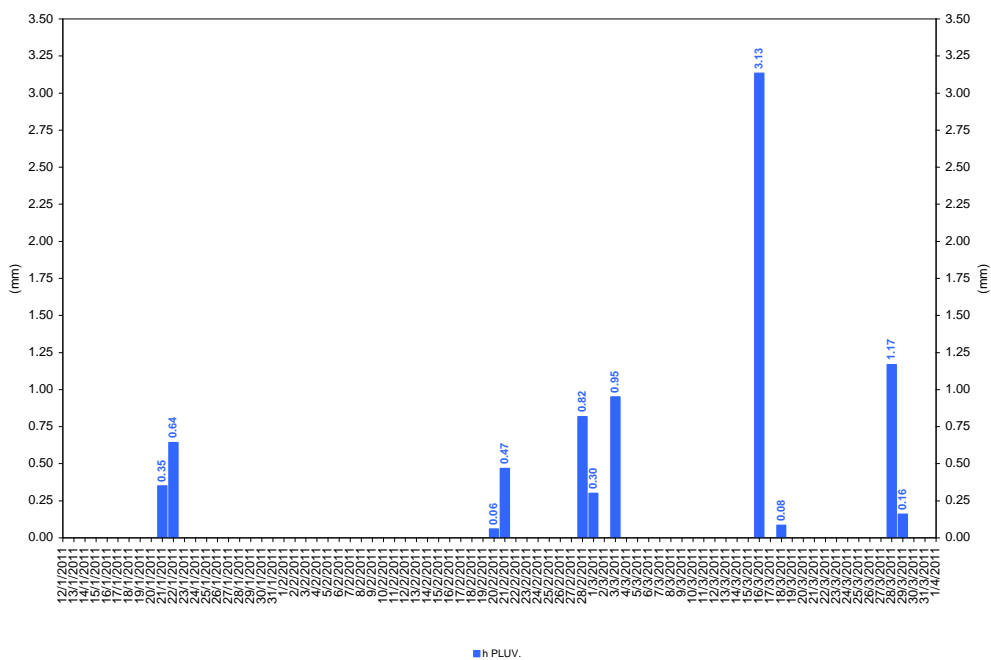


Figura 5.5.1.3: distribuzione delle medie giornaliere della intensità delle precipitazioni





**Figura 5.5.2.3:** distribuzione delle medie giornaliere della intensità delle precipitazioni

5.5.3 Campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011)

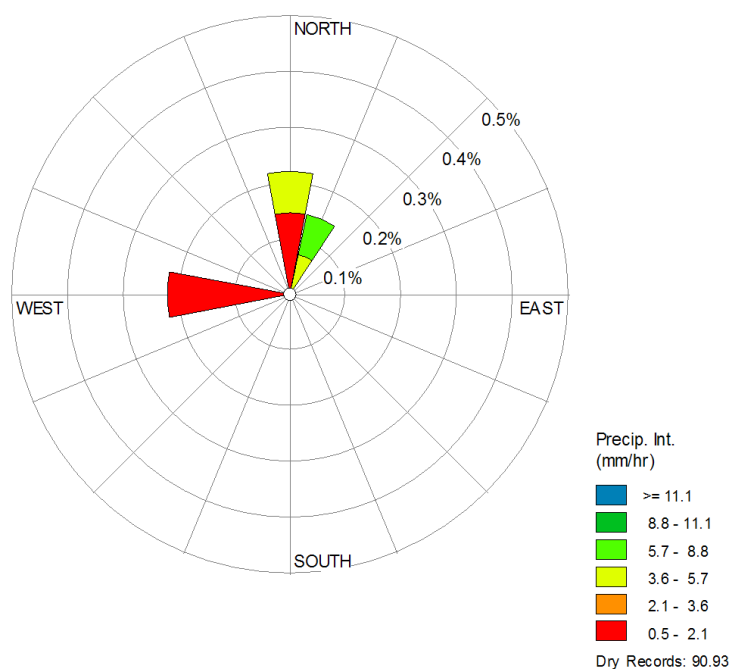


Figura 5.5.3.1: rosa delle intensità delle precipitazioni

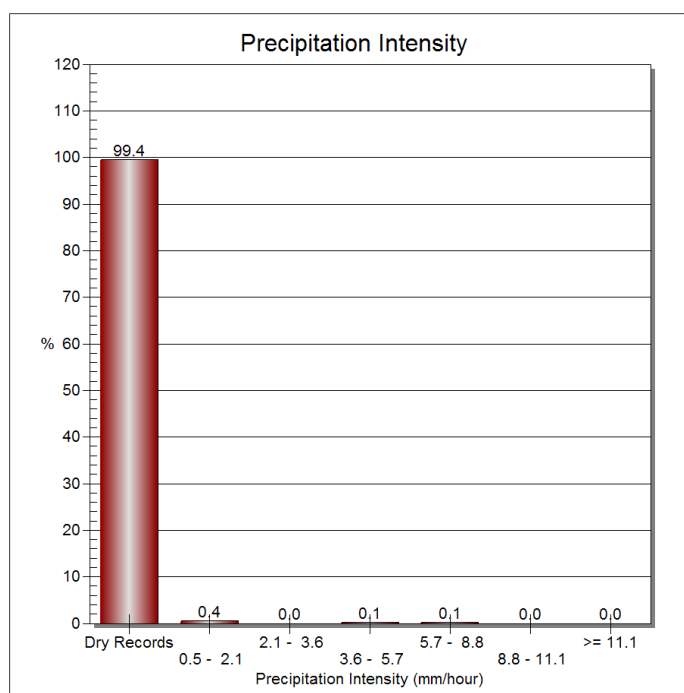


Figura 5.5.3.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della intensità delle precipitazioni

Le direzioni del vento prevalenti in concomitanza di precipitazioni piovose provengono per la maggior parte dai quadranti settentrionali e occidentali. L'intensità media delle precipitazioni è 0.02 mm/h. L'incidenza delle ore secche è del 90.93%.

Dalla distribuzione oraria della intensità delle precipitazioni si può notare come la classe di piovosità più ricorrente è quella che va da 0.5 a 2.1 mm/h.

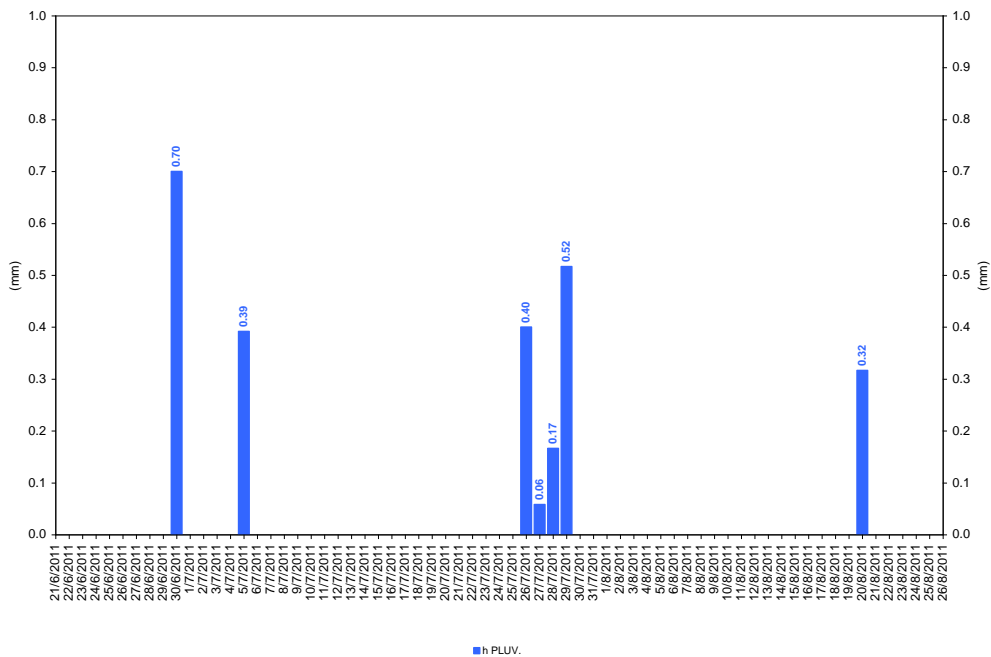


Figura 5.5.3.3: distribuzione delle medie giornaliere della intensità delle precipitazioni

5.5.4 Dati cumulativi delle Campagne AUTUNNO 2010, INVERNO 2011 ed ESTATE 2011

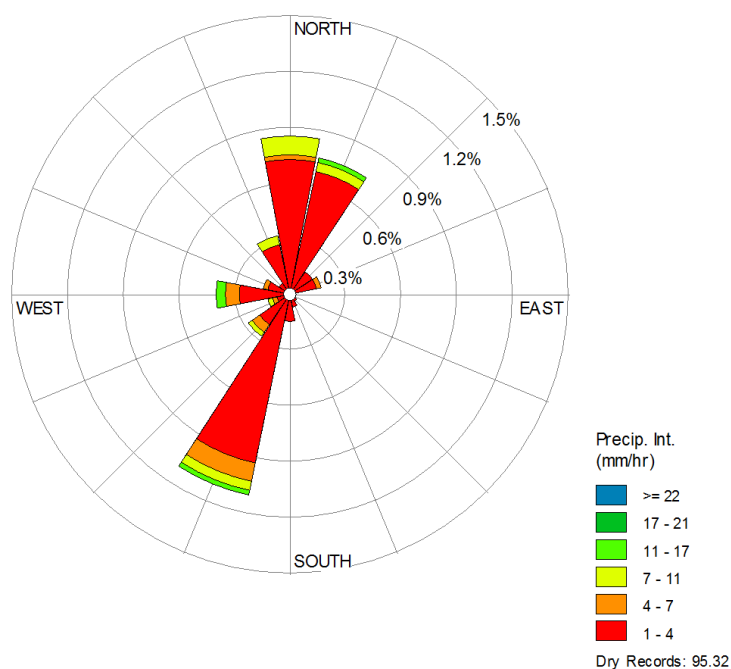


Figura 5.5.4.1: rosa delle intensità delle precipitazioni

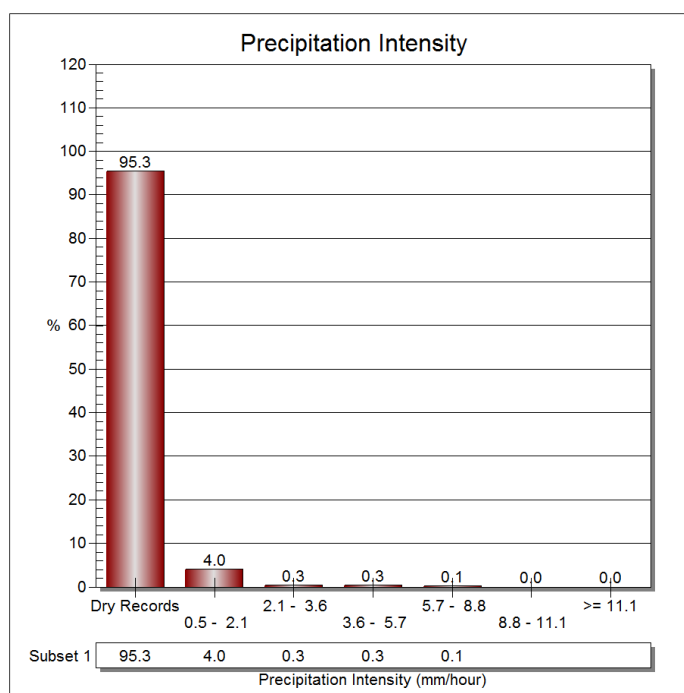


Figura 5.5.4.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della intensità delle precipitazioni

Le direzioni del vento prevalenti in concomitanza di precipitazioni piovose provengono per la maggior parte dai quadranti settentrionali e meridionali. L'intensità media delle precipitazioni è 0.06 mm/h. L'incidenza delle ore secche è del 95.32%.

Dalla distribuzione oraria della intensità delle precipitazioni si può notare come la classe di piovosità più ricorrente è quella che va da 0.5 a 2.1 mm/h.



## 6. Valutazione degli andamenti degli inquinanti durante il periodo di misura

### 6.1 Premessa

La normativa in materia di qualità dell'aria pone due tipologie di limiti da rispettare: uno a breve termine (media oraria, media massima giornaliera calcolata su 8 ore, media giornaliera) ed uno a lungo termine (media annuale). Tenendo presente questo aspetto è stata effettuata la valutazione dei dati riportati nei paragrafi successivi.

Le valutazioni riportate in merito al rispetto dei limiti a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Le valutazioni riportate in merito ai principali inquinanti primari<sup>1</sup> hanno un carattere locale e quindi sono da riferirsi solo al sito di monitoraggio; per gli inquinanti secondari<sup>2</sup> e per quelli a larga diffusione, quali le polveri sottili, i risultati possono considerarsi un buon indicatore della qualità dell'aria di una ampia porzione di territorio.

L'evoluzione temporale dei diversi inquinanti monitorati è rappresentata nelle figure di seguito riportate con l'utilizzo di grafici relativi a:

- 1) concentrazioni medie orarie e/o massimo giornaliero delle medie orarie: evoluzione oraria dell'inquinante nel periodo di misura;
- 2) concentrazioni medie 8h: ogni valore è ottenuto come media tra l'ora *i*-esima e le 7 ore precedenti;
- 3) concentrazioni medie giornaliere: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 0.00 alle ore 24.00 dello stesso giorno;

Si fa inoltre presente che l'ora a cui sono associati i dati si riferisce all'ora solare, e che le concentrazioni sono normalizzate a 20°C e 101.3 kPa.

### 6.2 Inquinanti monitorati

Come già accennato nel §3, i dati sono stati acquisiti da analizzatori che rilevano informazioni circa:

- 1) biossido di zolfo SO<sub>2</sub> [µg/Nm<sup>3</sup>];
- 2) biossido di azoto NO<sub>2</sub> [µg/Nm<sup>3</sup>];
- 3) monossido di carbonio CO [mg/Nm<sup>3</sup>];
- 4) benzene C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> [µg/Nm<sup>3</sup>];
- 5) particolato con diametro < 10 µm PM<sub>10</sub> [µg/Nm<sup>3</sup>];
- 6) particolato con diametro < 2.5 µm PM<sub>2,5</sub> [µg/Nm<sup>3</sup>].

<sup>1</sup> Gli inquinanti primari sono quelle sostanze presenti nelle emissioni e che intervengono direttamente sulla salute umana. Essi sono: monossido di carbonio, monossido di azoto, idrocarburi, biossido di zolfo, particolato.

<sup>2</sup> Gli inquinanti secondari sono le sostanze frutto di reazioni tra inquinanti primari o tra inquinanti primari e i componenti naturali dell'atmosfera.

### 6.3 Valutazione dei dati della campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010)

#### 6.3.1 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore limite	
						orario di 350 µg/Nm <sup>3</sup>	giornaliero di 125 µg/Nm <sup>3</sup>
A4	06.10.2010	20.10.2010	0.0	0.3	0.8	-	-
A1	22.10.2010	05.11.2010	0.6	1.2	1.9	-	-
A2	09.11.2010	23.11.2010	0.0	0.4	2.0	-	-
A3	07.12.2010	22.12.2010	0.0	0.5	2.0	-	-

Tabella 6.3.1.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

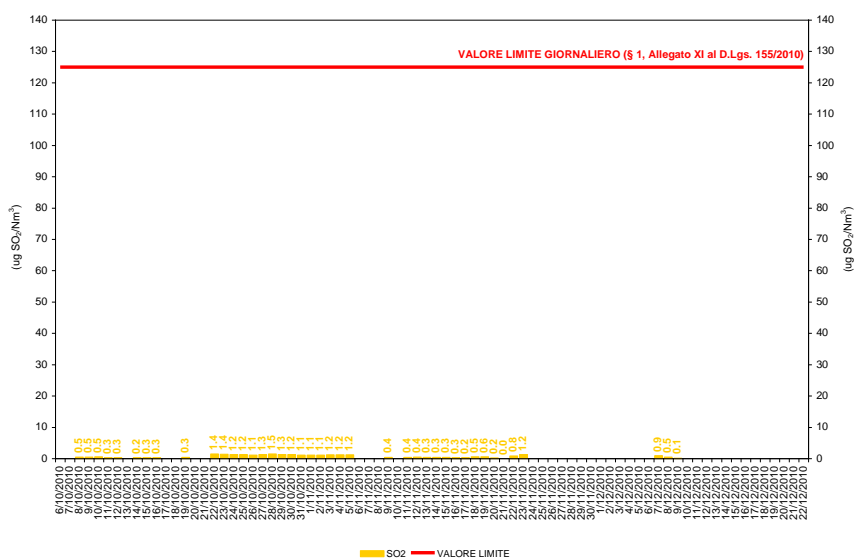


Figura 6.3.1.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

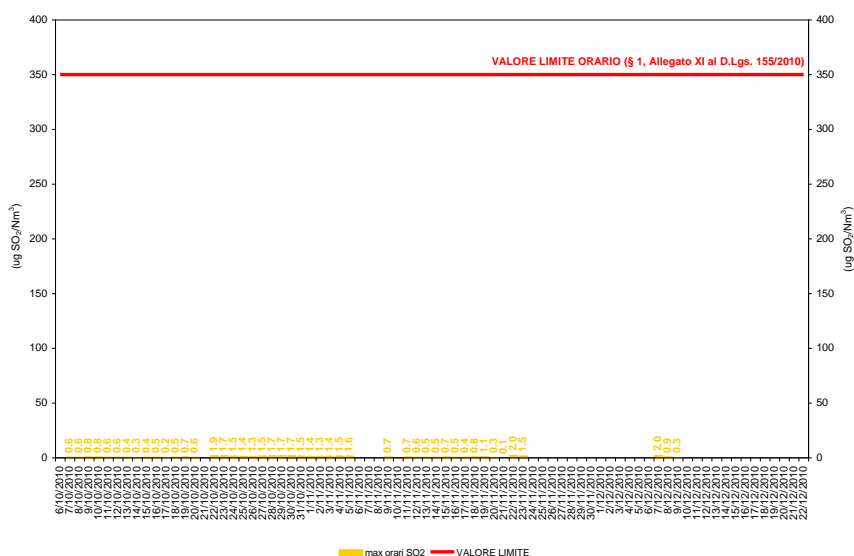


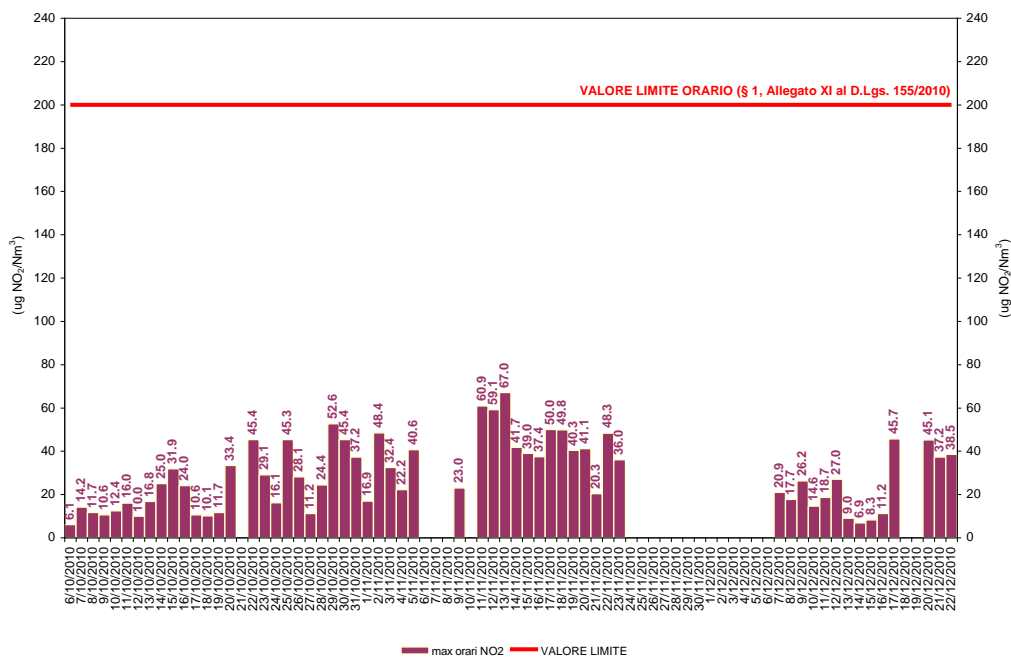
Figura 6.3.1.2: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

Le concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub> sono estremamente basse, ampiamente al di sotto del limite di legge e molto spesso anche al limite della rilevabilità strumentale.

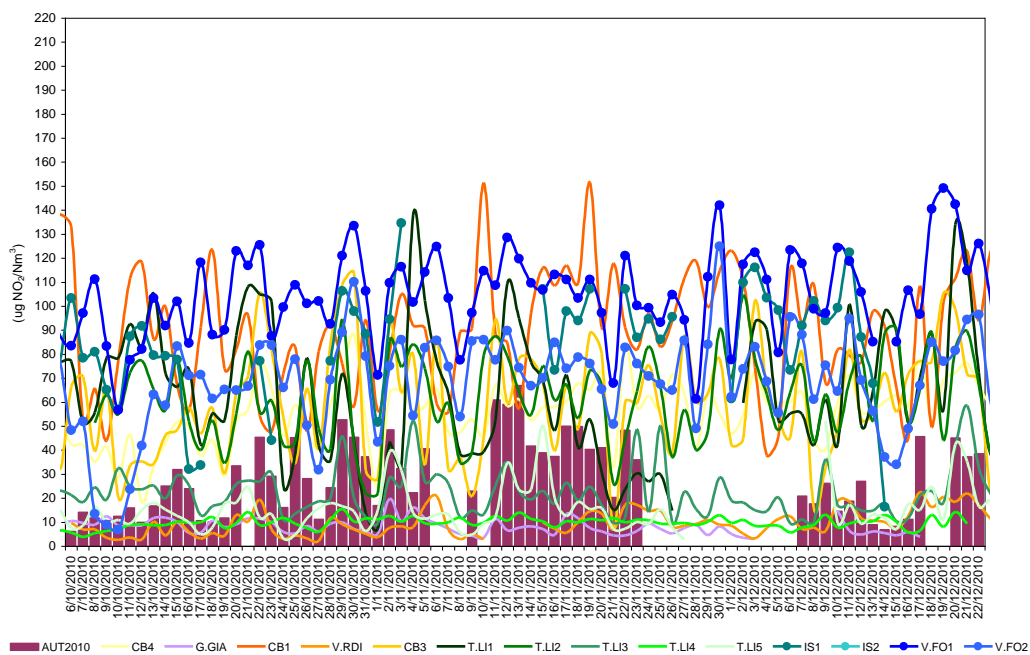
### 6.3.2 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore limite orario di 200 µg/Nm <sup>3</sup>
A4	06.10.2010	20.10.2010	0.2	10.3	33.4	-
A1	22.10.2010	05.11.2010	1.9	15.6	52.6	-
A2	09.11.2010	23.11.2010	1.6	19.9	67.0	-
A3	07.12.2010	22.12.2010	2.2	12.4	45.7	-

**Tabella 6.3.2.1:** dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>



**Figura 6.3.2.1:** andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>



**Figura 6.3.2.2:** confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> (AUTUNNO 2010 vs. Rete Regionale QA)

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>, le indagini effettuate mostrano assenza di episodi acuti per superamento della soglia di allarme (superamento per 3 ore consecutive del valore di 400 µg/Nm<sup>3</sup>); inoltre, dall'andamento del massimo giornaliero delle medie orarie, si evince che le concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> sono ampiamente al di sotto del valore limite orario di 200 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

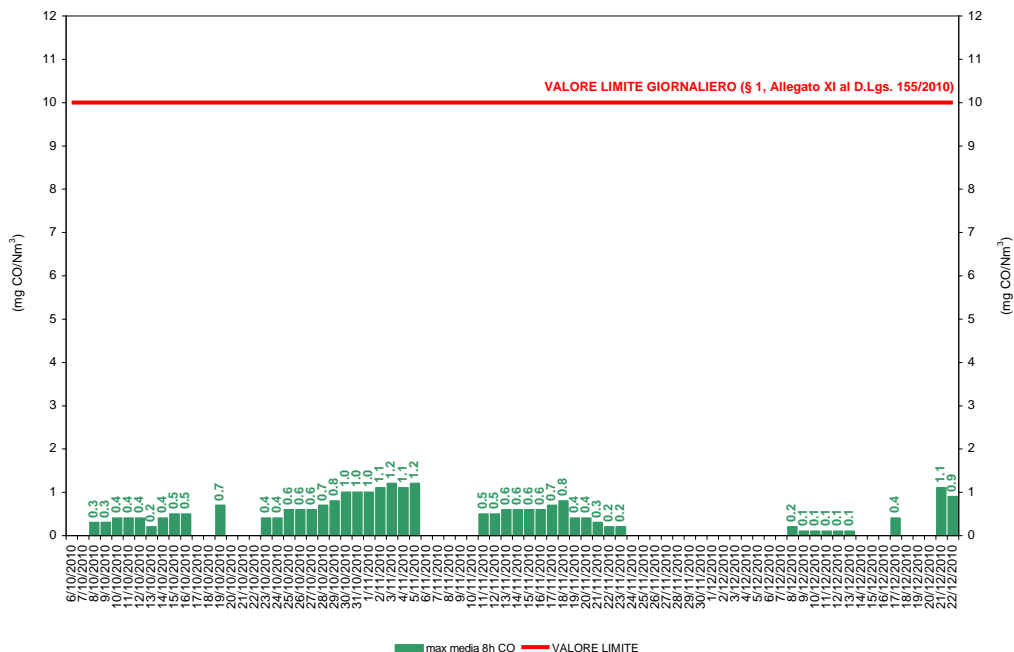
Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 14.72 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Dal confronto dei dati medi giornalieri di NO<sub>2</sub> registrati nella campagna INVERNO 2011 e nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria, emerge che i livelli di concentrazioni del massimo giornaliero delle medie orarie osservate nelle postazioni A1, A2, A3 ed A4 sono superiori a quelli registrati nella stazione fissa di VASTOGIRARDI e, comunque, inferiori ai livelli di concentrazione osservati nelle stazioni V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO e IS1 di ISERNIA.

### 6.3.3 Monossido di carbonio (CO)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore giornaliero di 10 mg/Nm <sup>3</sup>
A4	06.10.2010	20.10.2010	0.2	0.4	0.7	-
A1	22.10.2010	05.11.2010	0.4	0.8	1.2	-
A2	09.11.2010	23.11.2010	0.2	0.5	0.8	-
A3	07.12.2010	22.12.2010	0.1	0.3	1.1	-

**Tabella 6.3.3.1:** dati riepilogativi dei massimi giornalieri delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO



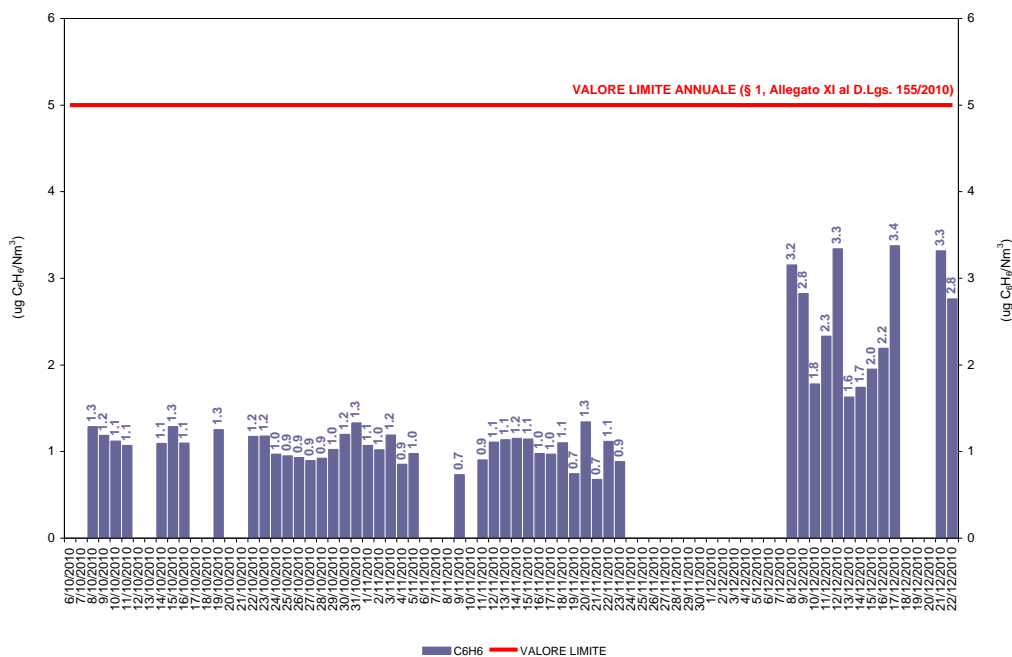
**Figura 6.3.3.1:** andamento del massimo giornaliero delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO

Le indagini condotte indicano chiaramente come questo inquinante sia esente da criticità; infatti le massime medie di 8h sono estremamente basse e ampiamente al di sotto del valore limite giornaliero di 10 mg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

### 6.3.4 Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	06.10.2010	20.10.2010	1.1	1.2	1.3
A1	22.10.2010	05.11.2010	0.9	1.0	1.3
A2	09.11.2010	23.11.2010	0.7	1.0	1.3
A3	07.12.2010	22.12.2010	1.6	2.5	3.4

**Tabella 6.3.4.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>



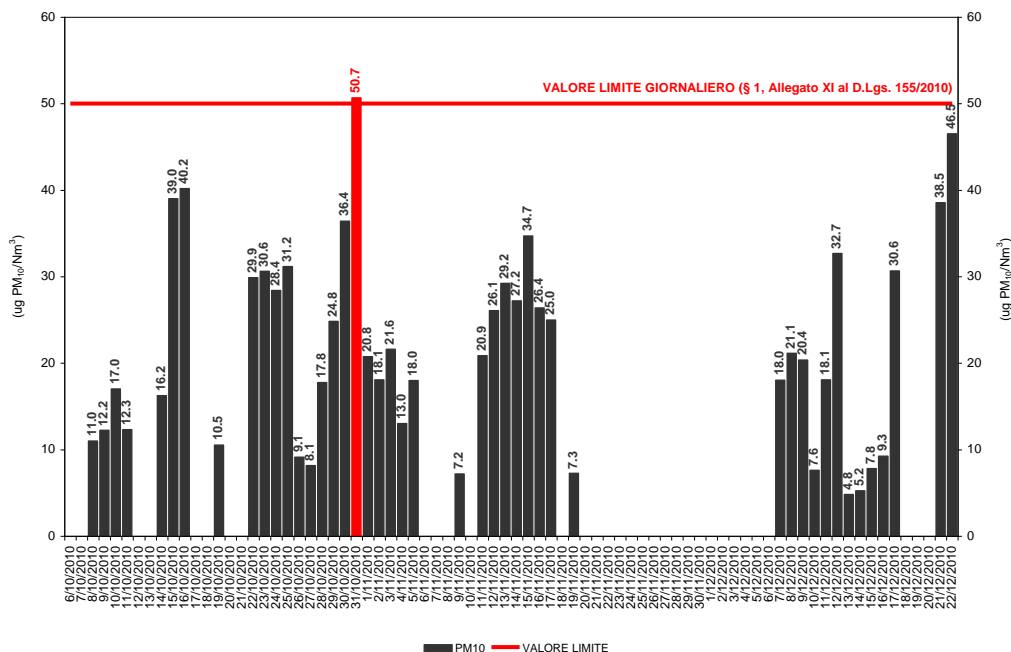
**Figura 6.3.4.1:** andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 1.4 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 5 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

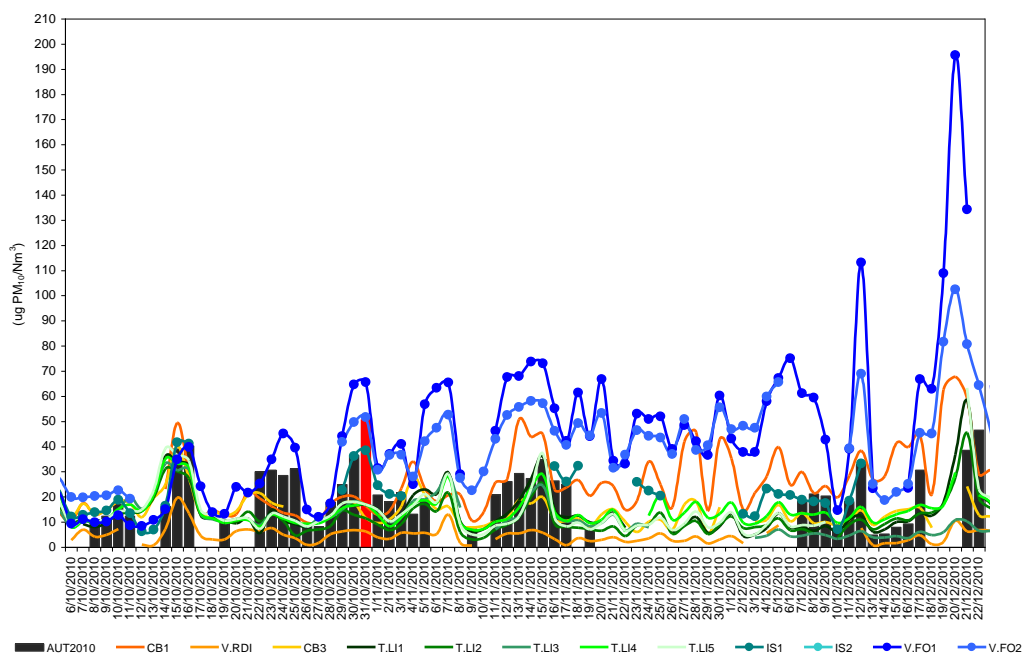
### 6.3.5 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore giornaliero di 50 µg/Nm <sup>3</sup>
A4	06.10.2010	20.10.2010	10.5	19.8	40.2	-
A1	22.10.2010	05.11.2010	8.1	23.9	50.7	1
A2	09.11.2010	23.11.2010	7.2	22.6	34.7	-
A3	07.12.2010	22.12.2010	4.8	20.1	46.5	-

**Tabella 6.3.5.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>



**Figura 6.3.5.1:** andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>



**Figura 6.3.5.2:** confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> (AUTUNNO 2010 vs. Rete Regionale QA)

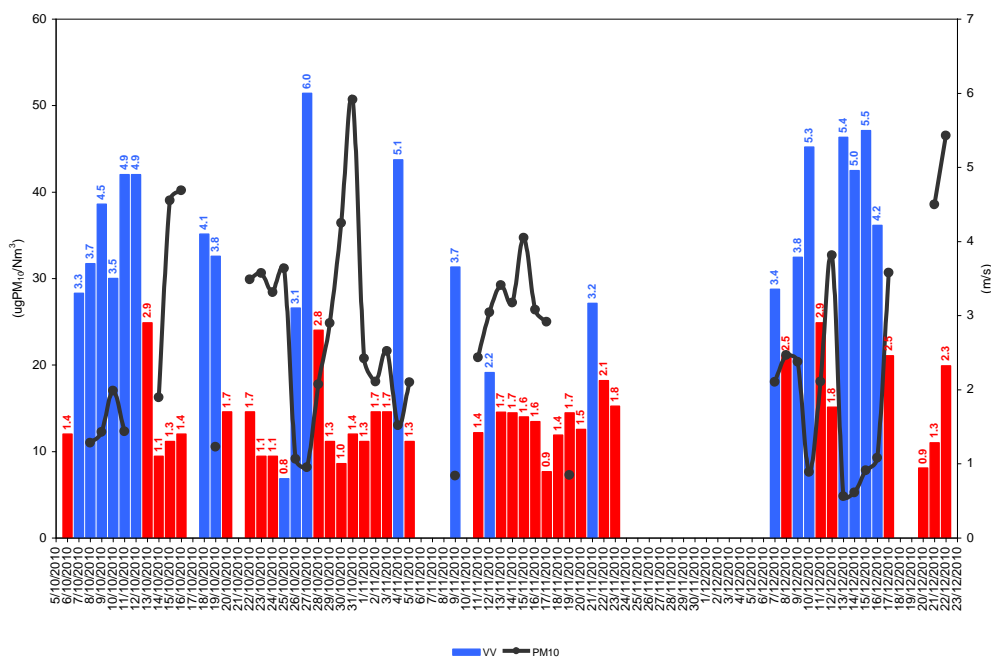
Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>, le indagini effettuate mostrano che il giorno 31 ottobre 2010 si è verificato un superamento del valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub>.

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Numero progressivo superamento	Data	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
A1	22.10.2010	05.11.2010	1	22.10.2010	50.7

**Tabella 6.3.5.2:** riepilogo del numero di superamenti di PM<sub>10</sub>

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 21.31 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Dal confronto dei dati medi giornalieri di PM<sub>10</sub> registrati nella campagna AUTUNNO 2010 e nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria, emerge che i livelli di concentrazioni osservati nelle postazioni A1, A2, A3 ed A4 sono allineati con quelli registrati nelle stazioni fisse della rete di monitoraggio; in particolare, i valori misurati nelle postazioni sono superiori a quelli registrati nella stazione fissa di VASTOGIRARDI, confrontabili con quelli registrati dalla stazione fissa di IS1 di ISERNIA e, comunque, inferiori ai livelli di concentrazione osservati nelle stazioni V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO.



**Figura 6.3.5.3:** confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>10</sub> vs. VV

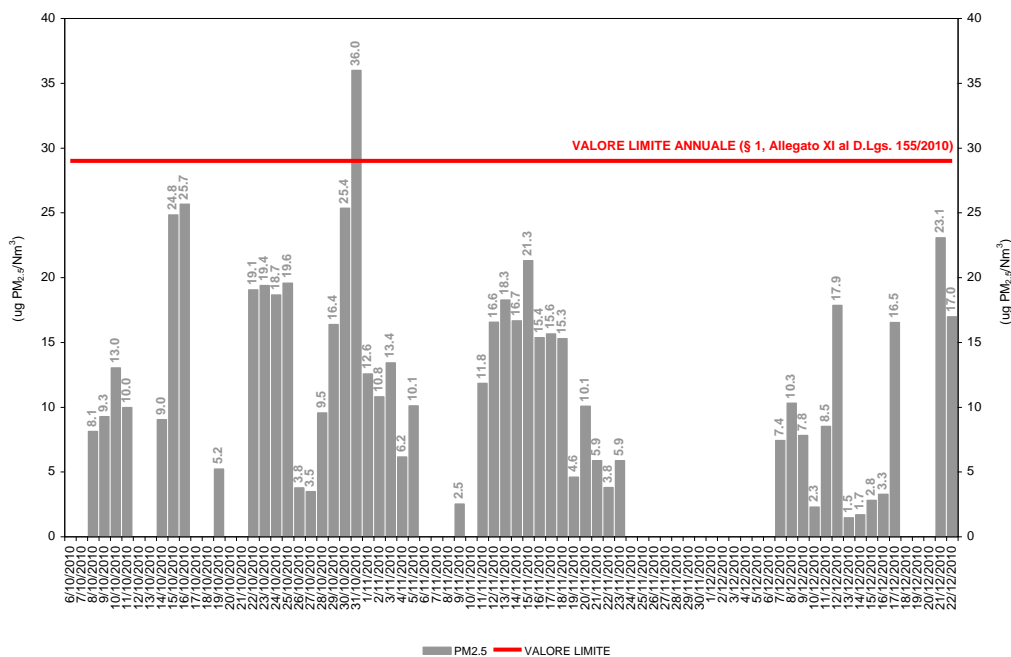
Infine, dal confronto delle concentrazioni medie giornaliere dell'inquinante particolato con l'intensità del vento, si evince che l'andamento dei livelli giornalieri di PM<sub>10</sub> è anticorrelato con la media giornaliera della velocità del vento (VV); inoltre, gli incrementi di PM<sub>10</sub> sono sicuramente riconducibili alla contemporaneità di venti deboli, generalmente sotto i 3 m/s.



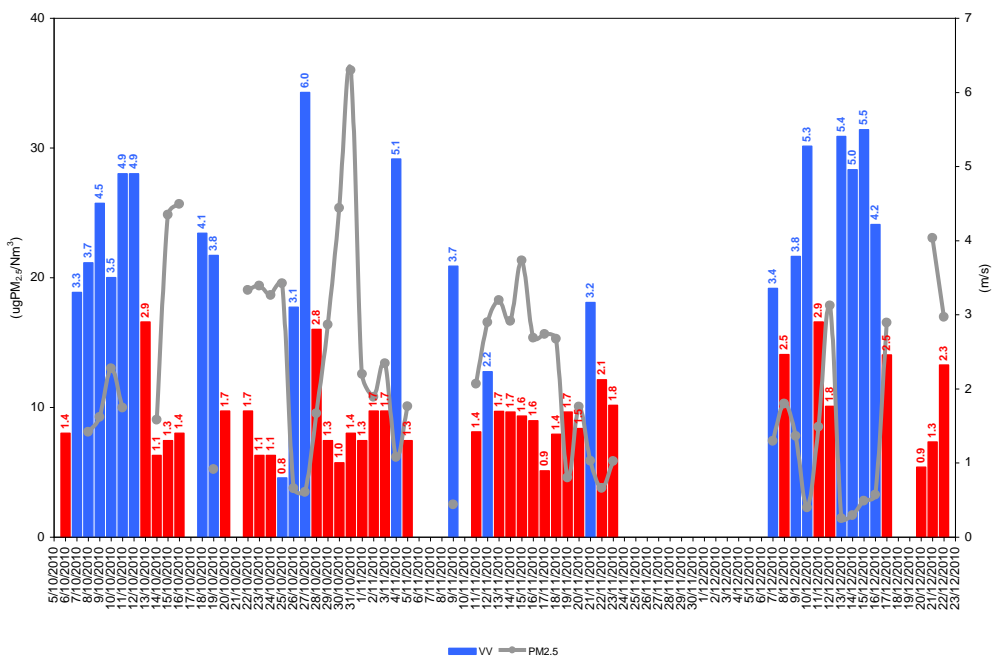
### 6.3.6 Materiale particolato con diametro < 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	06.10.2010	20.10.2010	5.2	13.1	25.7
A1	22.10.2010	05.11.2010	3.5	14.9	36.0
A2	09.11.2010	23.11.2010	2.5	11.7	21.3
A3	07.12.2010	22.12.2010	1.5	9.2	23.1

**Tabella 6.3.6.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub>



**Figura 6.3.6.1:** andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub>



**Figura 6.3.6.2:** confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>2.5</sub> vs. VV

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di  $PM_{2.5}$  dell'intero periodo è risultato pari a  $12.3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , ampiamente al di sotto del valore limite annuale per il 2010 di  $29 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Infine, dal confronto delle concentrazioni medie giornaliere dell'inquinante particolato con l'intensità del vento, si evince che l'andamento dei livelli giornalieri di  $PM_{2.5}$  è anticorrelato con la media giornaliera della velocità del vento (VV); inoltre, gli incrementi di  $PM_{2.5}$  sono sicuramente riconducibili alla contemporaneità di venti deboli, generalmente sotto i 3 m/s.

### 6.3.7 Cadmio (Cd), Arsenico (As) e Nichel (Ni) nella frazione di PM<sub>10</sub>

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Cd (ng/Nm <sup>3</sup> )	As (ng/Nm <sup>3</sup> )	Ni (ng/Nm <sup>3</sup> )
A4	06.10.2010	20.10.2010	<5.0	<5.0	<5.0
A1	22.10.2010	05.11.2010	<5.0	<5.0	<5.0
A2	09.11.2010	23.11.2010	<5.0	<5.0	<5.0
A3	07.12.2010	22.12.2010	<5.0	<5.0	<5.0

**Tabella 6.3.7.1:** tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione di PM<sub>10</sub>, calcolati come media sul periodo di campionamento

I tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolati come media sui singoli periodi di campionamento, sono estremamente bassi e al di sotto del limite della rilevabilità strumentale, e, comunque, sono sempre inferiori ai rispettivi valori obiettivo annuali imposti dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

### 6.3.8 Ammoniaca (NH<sub>3</sub>) con campionatori passivi RADIELLO®

Postazione	Inizio esposizione	Fine esposizione	NH <sub>3</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	04.10.2010	12.10.2010	<1.0
A4	12.10.2010	20.10.2010	<1.0
A1	21.10.2010	28.10.2010	5.9
A1	29.10.2010	05.11.2010	9.2
A2	08.11.2010	15.11.2010	<1.0
A2	15.11.2010	24.11.2010	<1.0
A3	06.12.2010	14.12.2010	<1.0
A3	14.12.2010	23.12.2010	2.6

**Tabella 6.3.8.1:** tenori di NH<sub>3</sub> calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo

I tenori di NH<sub>3</sub><sup>3</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-TWA<sup>4</sup> di 17 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Si precisa che la predetta valutazione è da ritenersi puramente indicativa, in quanto la valutazione dello stato di salubrità dell'aria attraverso i TLV si applica esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro.

<sup>3</sup> AMMONIA (NH<sub>3</sub>)  
EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 25 ppm / 17 mg/Nm<sup>3</sup> as TWA; 35 ppm / 24 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL;
- NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 25 ppm / 18 mg/Nm<sup>3</sup> as TWA; 35 ppm / 27 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL
- NIOSH Immediately Dangerous to Life or Health Concentration (IDLH): 300 ppm / 228 mg/Nm<sup>3</sup>

fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

<sup>4</sup> I TLV, ovvero "valori limite di soglia", sono le concentrazioni ambientali delle sostanze chimiche aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza nessun effetto negativo per la salute. I loro valori limite sono espressi solitamente in parti per milioni (ppm), e vengono aggiornati nel tempo, con l'avanzare della ricerca scientifica nel settore dell'igiene del lavoro.

Ne esistono 3 varianti.

- TLV-TWA (*time-weighted average*): esprime la concentrazione limite, calcolata come media ponderata nel tempo (8 ore / 40 ore settimanali), alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno, senza effetti avversi per la salute per la vita lavorativa.
- TLV-STEL (*short-term exposure limit*): esprime il valore Massimo consentito per esposizioni brevi (non oltre i 15 minuti) ed occasionali (non oltre 4 esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno da un'ora di distanza l'una dall'altra).
- TLV-C (*ceiling*): esprime la concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa.

fonte: ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists "TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices", Cincinnati (OHIO), 1999.

### 6.3.9 Acido Cloridrico (HCl) ed Acido Fluoridrico (HF) con campionatori passivi RADIELLO®

Postazione	Inizio esposizione	Fine esposizione	HCl ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	HF ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
A4	04.10.2010	08.10.2010	2.2	5.3
A4	08.10.2010	12.10.2010	1.0	5.3
A4	12.10.2010	20.10.2010	<1.0	2.9
A1	21.10.2010	28.11.2010	<1.0	2.1
A1	29.11.2010	05.11.2010	<1.0	2.5
A2	08.11.2010	15.11.2010	<1.0	3.8
A2	15.11.2010	24.11.2010	1.1	2.0
A3	04.12.2010	14.12.2010	6.8	1.4
A3	14.12.2010	22.12.2010	1.2	2.8

**Tabella 6.3.9.1:** tenori di HCl ed HF calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo

I tenori di HCl<sup>5</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C<sup>6</sup> di 7 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. I tenori di HF<sup>7</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C di 2.6 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. Si precisa che la predetta valutazione è da ritenersi puramente indicativa, in quanto la valutazione dello stato di salubrità dell'aria attraverso i TLV si applica esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro.

<sup>5</sup> HYDROGEN CHLORIDE (HCl)

#### EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 5 ppm / 7 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling
  - NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 5 ppm / 7 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling
- fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

<sup>6</sup> I TLV, ovvero "valori limite di soglia", sono le concentrazioni ambientali delle sostanze chimiche aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza nessun effetto negativo per la salute. I loro valori limite sono espressi solitamente in parti per milioni (ppm), e vengono aggiornati nel tempo, con l'avanzare della ricerca scientifica nel settore dell'igiene del lavoro.

Ne esistono 3 varianti.

- TLV-TWA (*time-weighted average*): esprime la concentrazione limite, calcolata come media ponderata nel tempo (8 ore / 40 ore settimanali), alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno, senza effetti avversi per la salute per la vita lavorativa.
- TLV-STEL (*short-term exposure limit*): esprime il valore Massimo consentito per esposizioni brevi (non oltre i 15 minuti) ed occasionali (non oltre 4 esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno da un'ora di distanza l'una dall'altra).
- TLV-C (*ceiling*): esprime la concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa.

fonte: ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists "TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices", Cincinnati (OHIO), 1999.

<sup>7</sup> HYDROGEN FLUORIDE (HF)

#### EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 3 ppm / 2.6 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling
  - NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 3 ppm / 2.5 mg/Nm<sup>3</sup> TWA; 6 ppm / 5 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL;
- fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

## 6.4 Valutazione dei dati della campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011)

### 6.4.1 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore limite	
						orario di 350 µg/Nm <sup>3</sup>	giornaliero di 125 µg/Nm <sup>3</sup>
A1	13.01.2011	27.01.2011	0.0	0.1	1.4	-	-
A2	01.02.2011	15.02.2011	0.6	1.2	2.5	-	-
A3	18.02.2011	03.03.2011	0.5	1.4	6.1	-	-
A4	15.03.2011	31.03.2011	0.0	0.1	1.4	-	-

Tabella 6.4.1.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

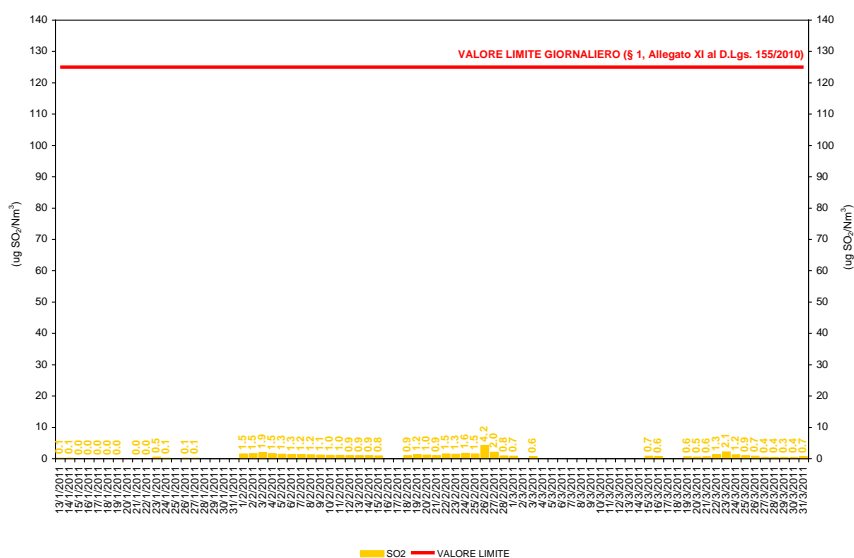


Figura 6.4.1.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

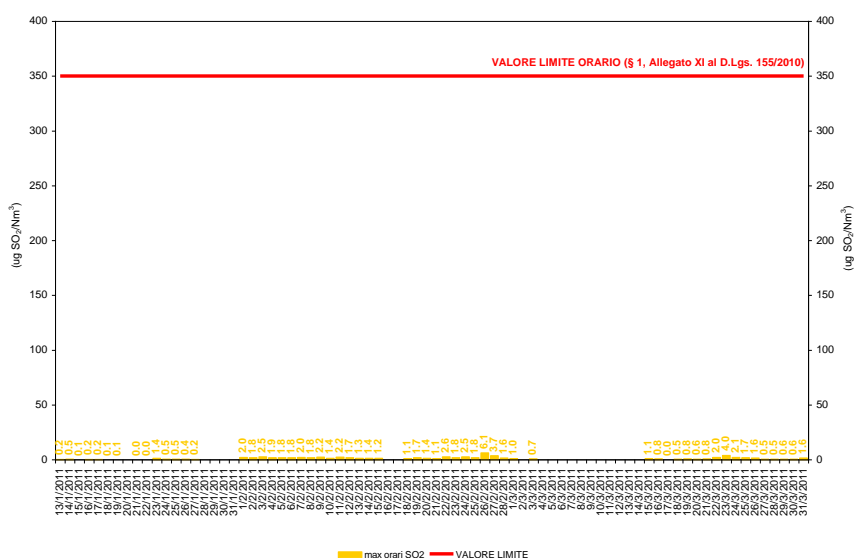


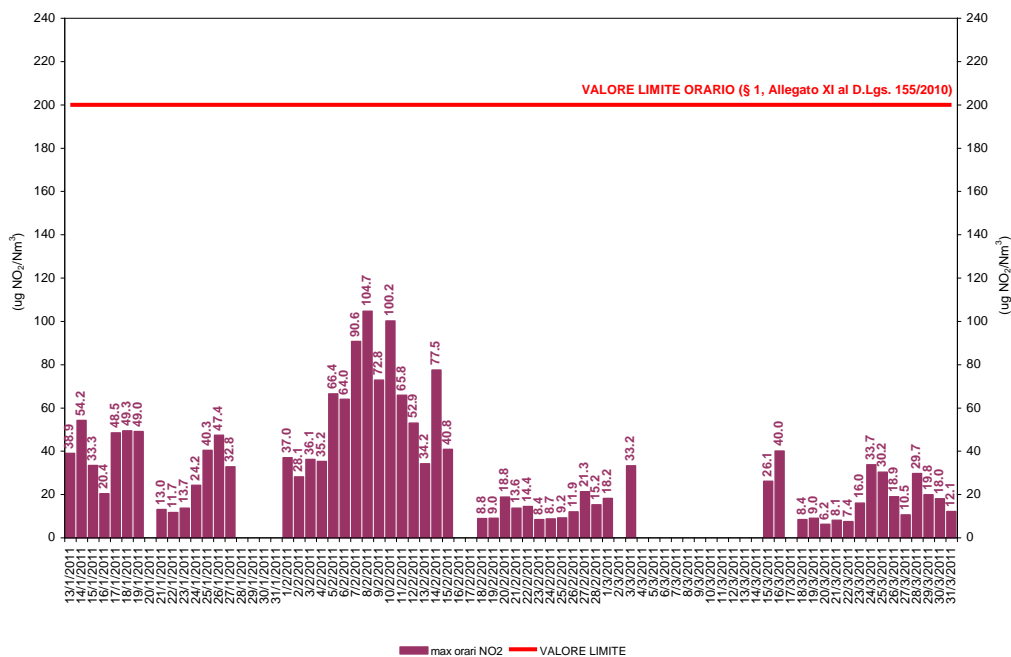
Figura 6.4.1.2: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

Le concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub> sono estremamente basse, ampiamente al di sotto del limite di legge e molto spesso al limite della rilevabilità strumentale.

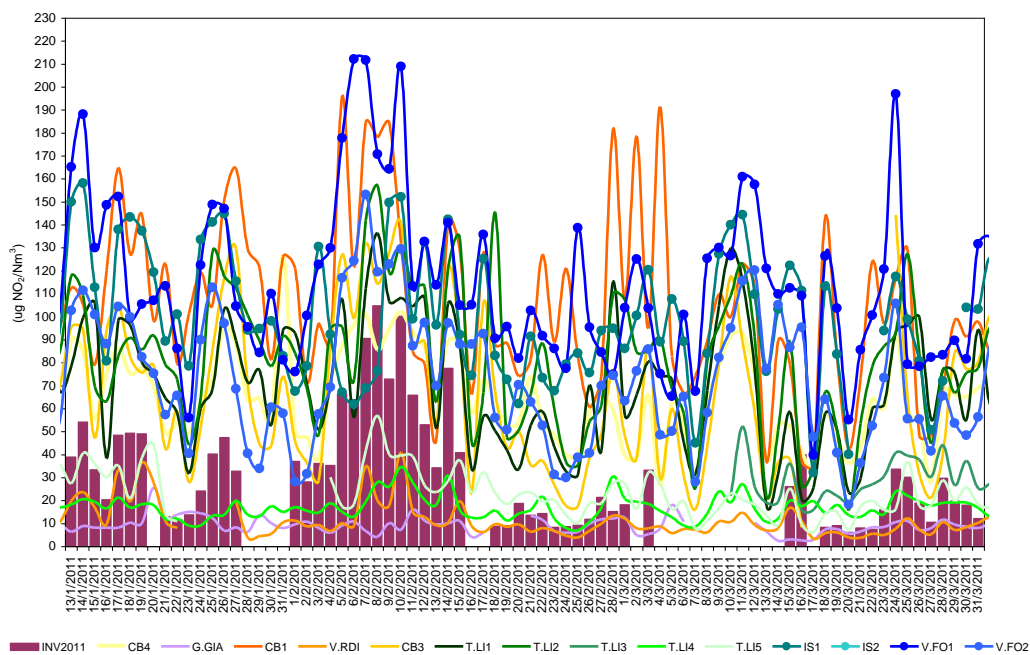
### 6.4.2 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore limite orario di 200 µg/Nm <sup>3</sup>
A1	13.01.2011	27.01.2011	5.4	18.1	54.2	-
A2	01.02.2011	15.02.2011	7.1	25.8	104.7	-
A3	18.02.2011	03.03.2011	2.5	7.6	33.2	-
A4	15.03.2011	31.03.2011	3.4	18.1	54.2	-

**Tabella 6.4.2.1:** dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>



**Figura 6.4.2.1:** andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>



**Figura 6.4.2.2:** confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> (INVERNO 2011 vs. Rete Regionale QA)

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>, le indagini effettuate mostrano assenza di episodi acuti per superamento della soglia di allarme (superamento per 3 ore consecutive del valore di 400 µg/Nm<sup>3</sup>); inoltre, dall'andamento del massimo giornaliero delle medie orarie, si evince che le concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> sono ampiamente al di sotto del valore limite orario di 200 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 15.30 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

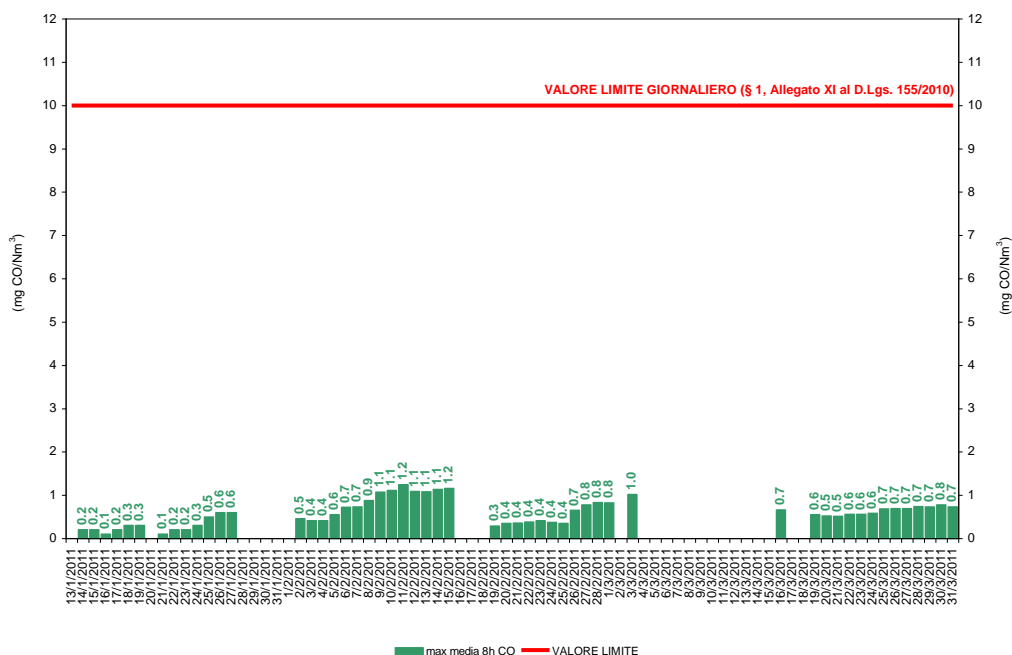
Dal confronto dei dati medi giornalieri di NO<sub>2</sub> registrati nella campagna INVERNO 2011 e nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria, emerge che i livelli di concentrazioni del massimo giornaliero della media oraria osservati nelle postazioni A1, A2, A3 ed A4 sono superiori a quelli registrati nella stazione fissa di VASTOGIRARDI e, comunque, inferiori ai livelli di concentrazione osservati nelle stazioni V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO e IS1 di ISERNIA.



### 6.4.3 Monossido di carbonio (CO)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore giornaliero di 10 mg/Nm <sup>3</sup>
A1	13.01.2011	27.01.2011	0.1	0.3	0.6	-
A2	01.02.2011	15.02.2011	0.4	0.9	1.2	-
A3	18.02.2011	03.03.2011	0.3	0.6	1.0	-
A4	15.03.2011	31.03.2011	0.5	0.6	0.8	-

**Tabella 6.4.3.1:** dati riepilogativi dei massimi giornalieri delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO



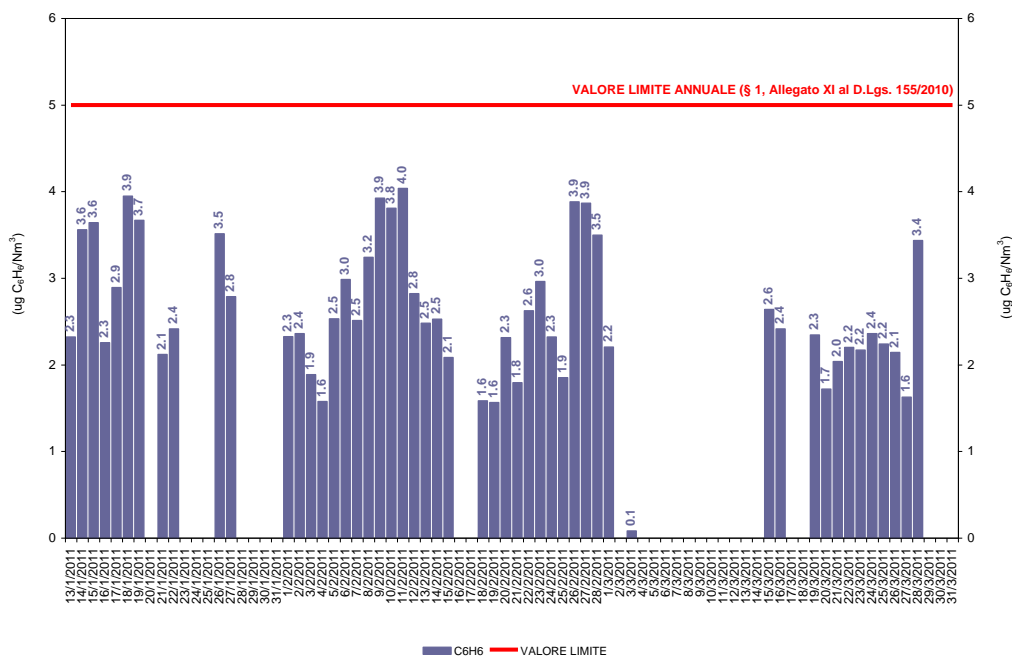
**Figura 6.4.3.1:** andamento del massimo giornaliero delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO

Le indagini effettuate mostrano che i massimi giornalieri delle medie mobili di 8h del CO sono ampiamente al di sotto del valore limite giornaliero di 10 mg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

#### 6.4.4 Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )
A1	13.01.2011	27.01.2011	2.1	3.0	3.9
A2	01.02.2011	15.02.2011	1.6	2.7	4.0
A3	18.02.2011	03.03.2011	0.1	2.3	3.9
A4	15.03.2011	31.03.2011	1.3	2.3	3.4

**Tabella 6.4.4.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>



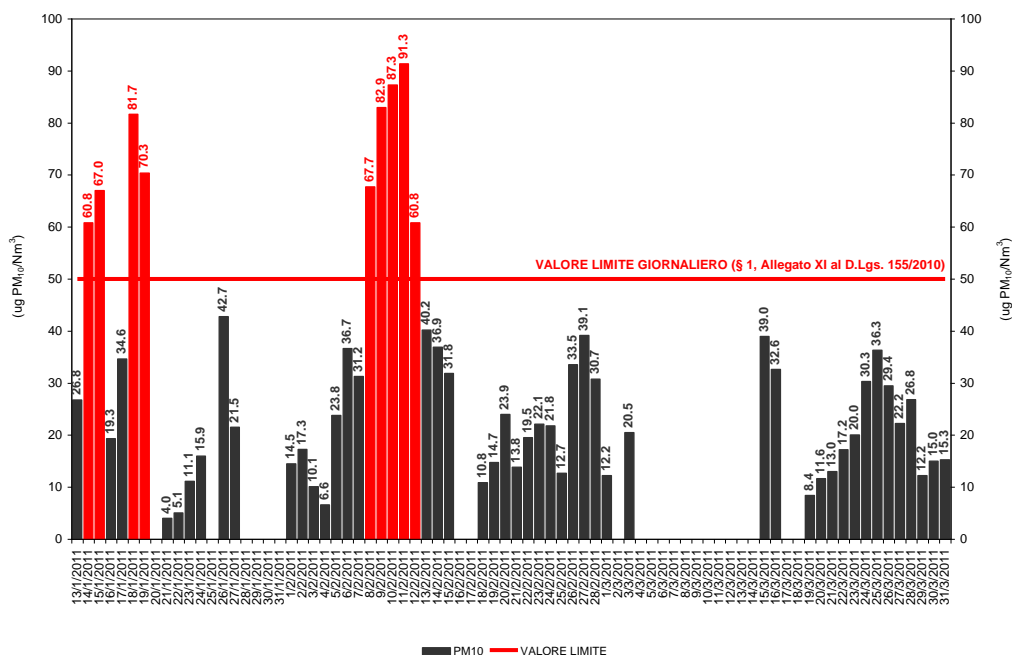
**Figura 6.4.4.1:** andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 2.6 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 5 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

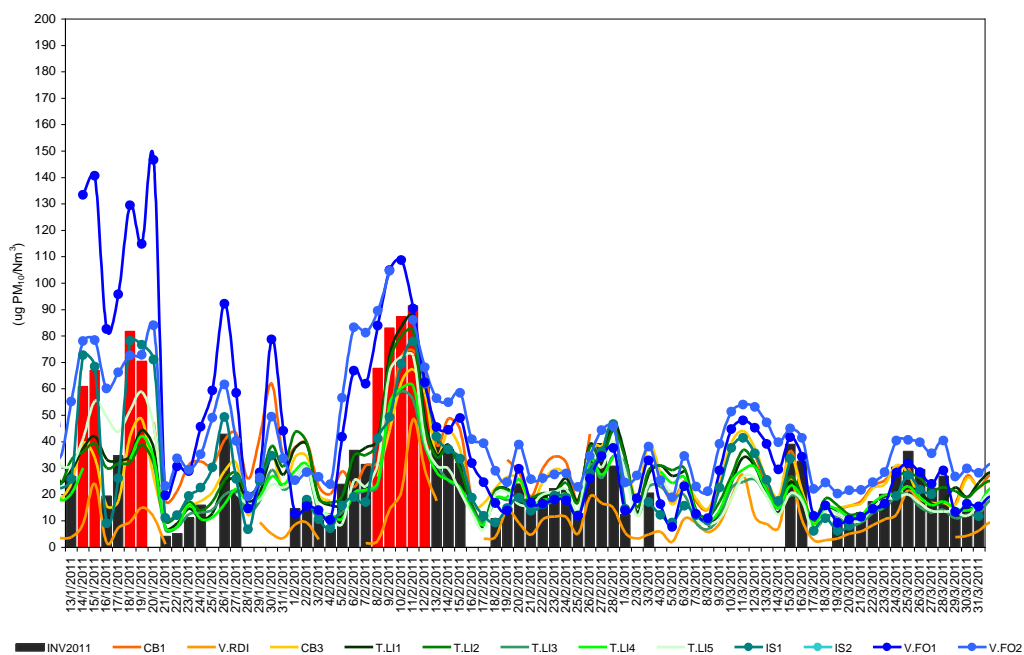
### 6.4.5 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore giornaliero di 50 µg/Nm <sup>3</sup>
A1	13.01.2011	27.01.2011	4.0	35.3	81.7	4
A2	01.02.2011	15.02.2011	6.6	42.6	91.3	5
A3	18.02.2011	03.03.2011	10.8	21.2	39.1	-
A4	15.03.2011	31.03.2011	8.4	22.0	39.0	-

**Tabella 6.4.5.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>



**Figura 6.4.5.1:** andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>



**Figura 6.4.5.2:** confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> (INVERNO 2011 vs. Rete Regionale QA)

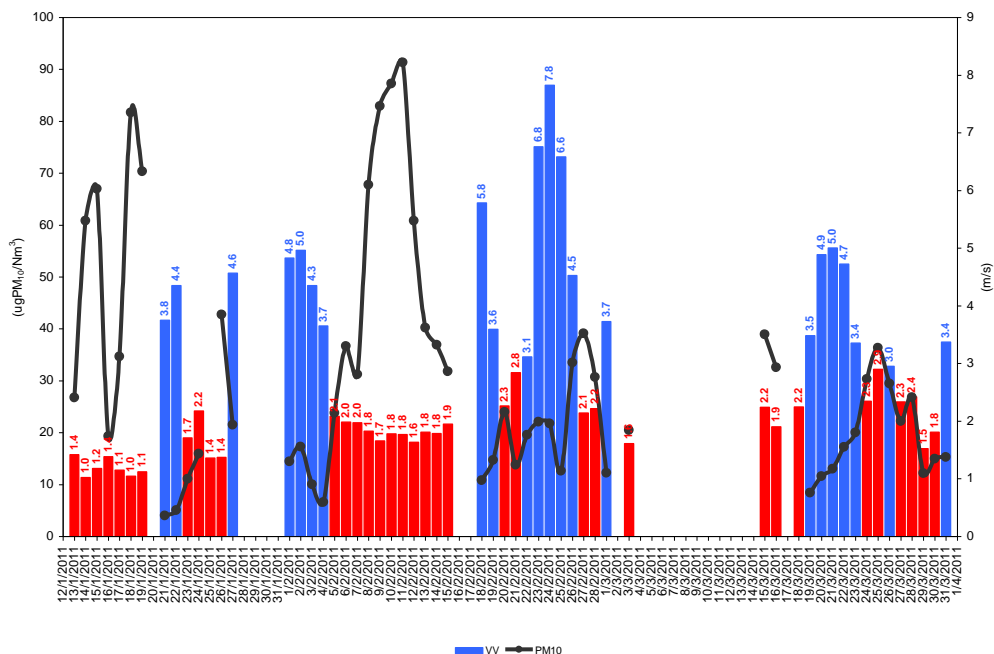
Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>, le indagini effettuate mostrano che si sono verificati 9 superamenti del valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub>.

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Numero progressivo superamento	Data	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
A1	13.01.2011	27.01.2011	1	14.01.2011	60.8
			2	15.01.2011	67.0
			3	18.01.2011	81.7
			4	19.01.2011	70.3
A2	01.02.2011	15.02.2011	5	08.02.2011	67.7
			6	09.02.2011	82.9
			7	10.02.2011	87.3
			8	11.02.2011	91.3
			9	12.02.2011	60.7

**Tabella 6.4.5.2:** riepilogo del numero di superamenti di PM<sub>10</sub>

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 30.5 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Dal confronto dei dati medi giornalieri di PM<sub>10</sub> registrati nella campagna INVERNO 2011 e nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria, emerge che i livelli di concentrazioni osservati nelle postazioni A1, A2, A3 ed A4 sono allineati con quelli registrati nelle stazioni fisse della rete di monitoraggio; in particolare, i valori misurati nelle postazioni sono superiori a quelli registrati nella stazione fissa di VASTOGIRARDI, confrontabili con quelli registrati dalla stazione fissa di IS1 di ISERNIA e, comunque, generalmente inferiori ai livelli di concentrazione osservati nelle stazioni V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO.



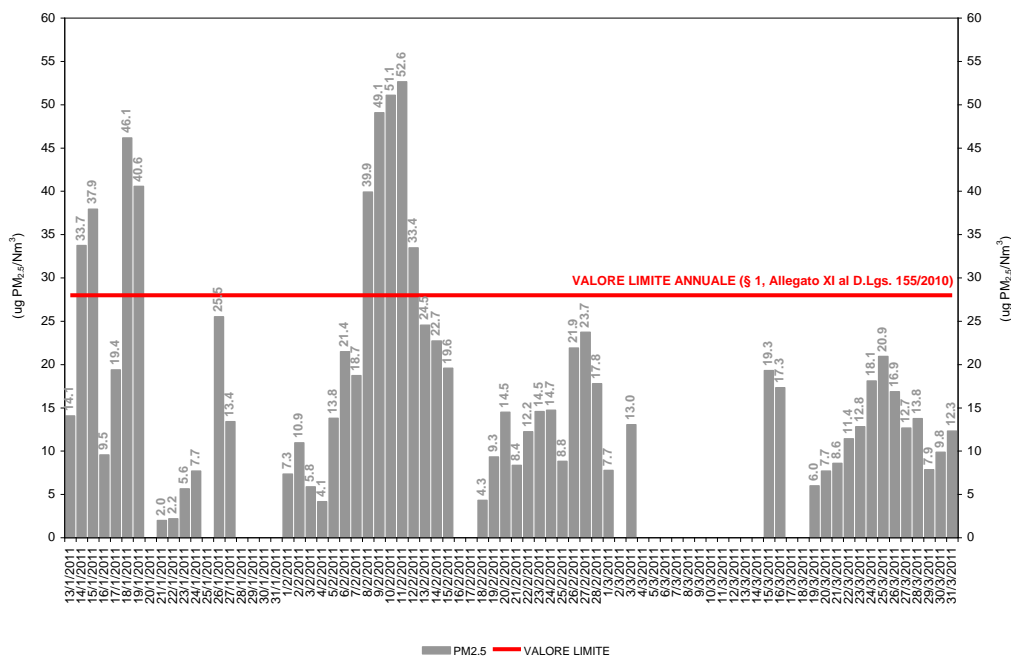
**Figura 6.4.5.3:** confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>10</sub> vs. VV

Infine, dal confronto delle concentrazioni medie giornaliere dell'inquinante particolato con l'intensità del vento, si evince che l'andamento dei livelli giornalieri di PM<sub>10</sub> è anticorrelato con la media giornaliera della velocità del vento (VV); inoltre, gli incrementi di PM<sub>10</sub> sono sicuramente riconducibili alla contemporaneità di venti deboli, generalmente sotto i 3 m/s.

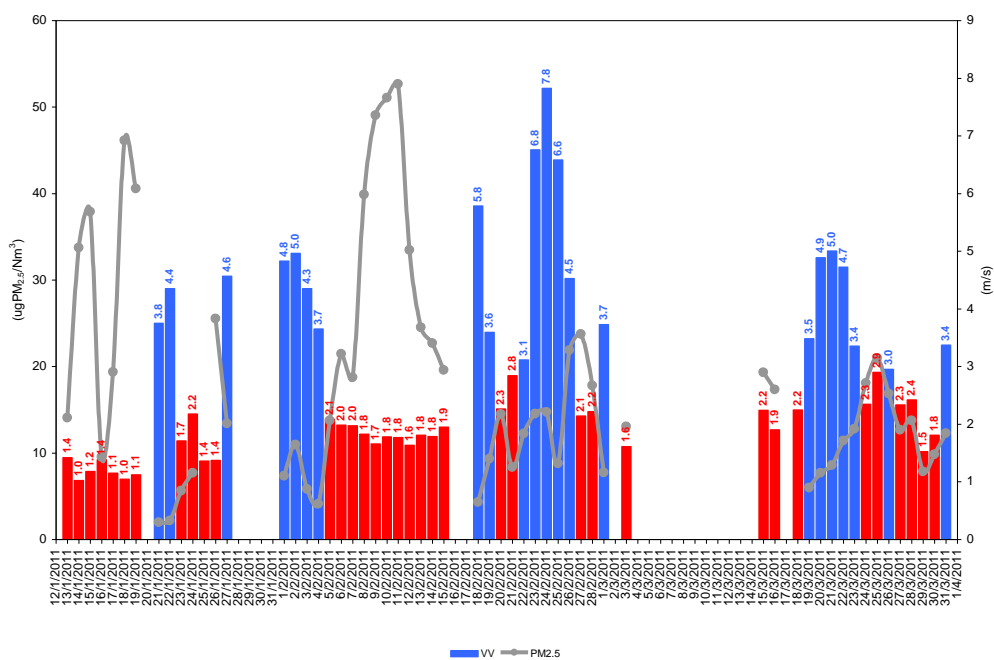
### 6.4.6 Materiale particolato con diametro < 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )
A1	13.01.2011	27.01.2011	2.0	19.8	46.1
A2	01.02.2011	15.02.2011	4.1	25.0	52.6
A3	18.02.2011	03.03.2011	4.3	13.1	23.7
A4	15.03.2011	31.03.2011	6.0	13.0	20.9

**Tabella 6.4.6.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub>



**Figura 6.4.6.1:** andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub>



**Figura 6.4.6.2:** confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>10</sub> vs. VV

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di  $PM_{2.5}$  dell'intero periodo è risultato pari a  $17.8 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , ampiamente al di sotto del valore limite annuale per il 2011 di  $28 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Infine, dal confronto delle concentrazioni medie giornaliere dell'inquinante particolato con l'intensità del vento, si evince che l'andamento dei livelli giornalieri di  $PM_{2.5}$  è anticorrelato con la media giornaliera della velocità del vento (VV); inoltre, gli incrementi di  $PM_{2.5}$  sono sicuramente riconducibili alla contemporaneità di venti deboli, generalmente sotto i 3 m/s.

#### 6.4.7 Cadmio (Cd), Arsenico (As) e Nichel (Ni) nella frazione di PM<sub>10</sub>

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Cd (ng/Nm <sup>3</sup> )	As (ng/Nm <sup>3</sup> )	Ni (ng/Nm <sup>3</sup> )
A1	13.01.2011	27.01.2011	<5.0	<5.0	<5.0
A2	01.02.2011	15.02.2011	<5.0	<5.0	<5.0
A3	18.02.2011	03.03.2011	<5.0	<5.0	<5.0
A4	15.03.2011	31.03.2011	<5.0	<5.0	<5.0

**Tabella 6.4.7.1:** tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione di PM<sub>10</sub>, calcolati come media sul periodo di campionamento

I tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolati come media sui singoli periodi di campionamento, sono estremamente bassi e al di sotto del limite della rilevabilità strumentale, e, comunque, sono sempre inferiori ai rispettivi valori obiettivo annuali imposti dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

#### 6.4.8 Ammoniaca (NH<sub>3</sub>) con campionatori passivi RADIELLO®

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	NH <sub>3</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
A1	12.01.2011	21.01.2011	10.2
A1	21.01.2011	31.01.2011	5.5
A2	31.01.2011	07.02.2011	<1.0
A2	07.02.2011	17.02.2011	<1.0
A3	17.02.2011	25.02.2011	1.2
A3	25.02.2011	04.03.2011	<1.0
A4	22.03.2011	01.04.2011	1.7

**Tabella 6.4.8.1:** tenori di NH<sub>3</sub> calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo

I tenori di NH<sub>3</sub><sup>8</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-TWA<sup>9</sup> di 17 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Si precisa che la predetta valutazione è da ritenersi puramente indicativa, in quanto la valutazione dello stato di salubrità dell'aria attraverso i TLV si applica esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro.

<sup>8</sup> AMMONIA (NH<sub>3</sub>)  
EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 25 ppm / 17 mg/Nm<sup>3</sup> as TWA; 35 ppm / 24 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL;
- NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 25 ppm / 18 mg/Nm<sup>3</sup> as TWA; 35 ppm / 27 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL
- NIOSH Immediately Dangerous to Life or Health Concentration (IDLH): 300 ppm / 228 mg/Nm<sup>3</sup>

fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

<sup>9</sup> I TLV, ovvero "valori limite di soglia", sono le concentrazioni ambientali delle sostanze chimiche aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza nessun effetto negativo per la salute. I loro valori limite sono espressi solitamente in parti per milioni (ppm), e vengono aggiornati nel tempo, con l'avanzare della ricerca scientifica nel settore dell'igiene del lavoro.  
Ne esistono 3 varianti.

- TLV-TWA (*time-weighted average*): esprime la concentrazione limite, calcolata come media ponderata nel tempo (8 ore / 40 ore settimanali), alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno, senza effetti avversi per la salute per la vita lavorativa.
- TLV-STEL (*short-term exposure limit*): esprime il valore Massimo consentito per esposizioni brevi (non oltre i 15 minuti) ed occasionali (non oltre 4 esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno da un'ora di distanza l'una dall'altra).
- TLV-C (*ceiling*): esprime la concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa.

fonte: ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists "TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices", Cincinnati (OHIO), 1999.



#### 6.4.9 Acido Cloridrico (HCl) ed Acido Fluoridrico (HF) con campionatori passivi RADIELLO®

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	HCl ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	HF ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
A1	12.01.2011	21.01.2011	<1.0	2.6
A1	21.01.2011	31.01.2011	<1.0	1.6
A2	31.02.2011	07.02.2011	1.2	2.0
A2	07.02.2011	17.02.2011	<1.0	1.8
A3	17.02.2011	25.02.2011	1.0	2.3
A3	25.02.2011	04.03.2011	<1.0	1.7
A4	22.03.2011	01.04.2011	<1.0	2.2

**Tabella 6.4.9.1:** tenori di HCl ed HF calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo

I tenori di HCl<sup>10</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C<sup>11</sup> di 7 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. I tenori di HF<sup>12</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C di 2.6 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. Si precisa che la predetta valutazione è da ritenersi puramente indicativa, in quanto la valutazione dello stato di salubrità dell'aria attraverso i TLV si applica esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro.

<sup>10</sup> HYDROGEN CHLORIDE (HCl)

#### EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 5 ppm / 7 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling

- NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 5 ppm / 7 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling

fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

<sup>11</sup> I TLV, ovvero "valori limite di soglia", sono le concentrazioni ambientali delle sostanze chimiche aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza nessun effetto negativo per la salute. I loro valori limite sono espressi solitamente in parti per milioni (ppm), e vengono aggiornati nel tempo, con l'avanzare della ricerca scientifica nel settore dell'igiene del lavoro.

Ne esistono 3 varianti.

- TLV-TWA (*time-weighted average*): esprime la concentrazione limite, calcolata come media ponderata nel tempo (8 ore / 40 ore settimanali), alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno, senza effetti avversi per la salute per la vita lavorativa.

- TLV-STEL (*short-term exposure limit*): esprime il valore Massimo consentito per esposizioni brevi (non oltre i 15 minuti) ed occasionali (non oltre 4 esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno da un'ora di distanza l'una dall'altra).

- TLV-C (*ceiling*): esprime la concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa.

fonte: ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists "TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices", Cincinnati (OHIO), 1999.

<sup>12</sup> HYDROGEN FLUORIDE (HF)

#### EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 3 ppm / 2.6 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling

- NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 3 ppm / 2.5 mg/Nm<sup>3</sup> TWA; 6 ppm / 5 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL;

fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

## 6.5 Valutazione dei dati della campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011)

### 6.5.1 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore limite	
						orario di 350 µg/Nm <sup>3</sup>	giornaliero di 125 µg/Nm <sup>3</sup>
A2	22.06.2011	06.07.2011	0.0	0.1	1.2	-	-
A3	08.07.2011	18.07.2011	0.0	0.5	1.5	-	-
A1	21.07.2011	09.08.2011	0.1	6.1	15.4	-	-
A4	11.08.2011	25.08.2011	2.8	9.3	20.2	-	-

Tabella 6.5.1.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

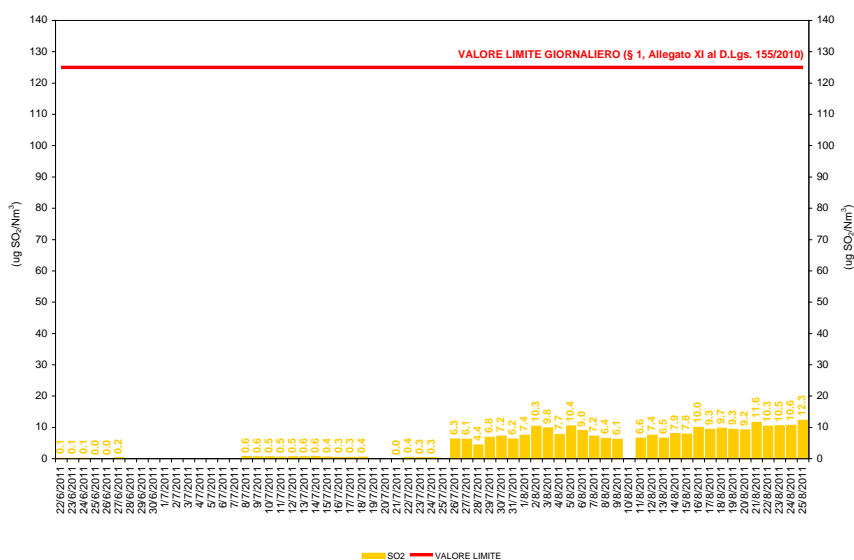


Figura 6.5.1.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

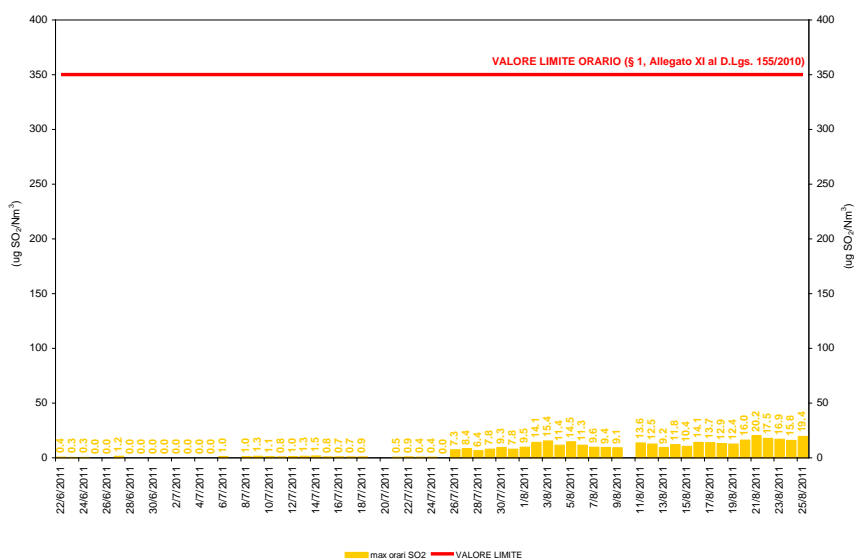


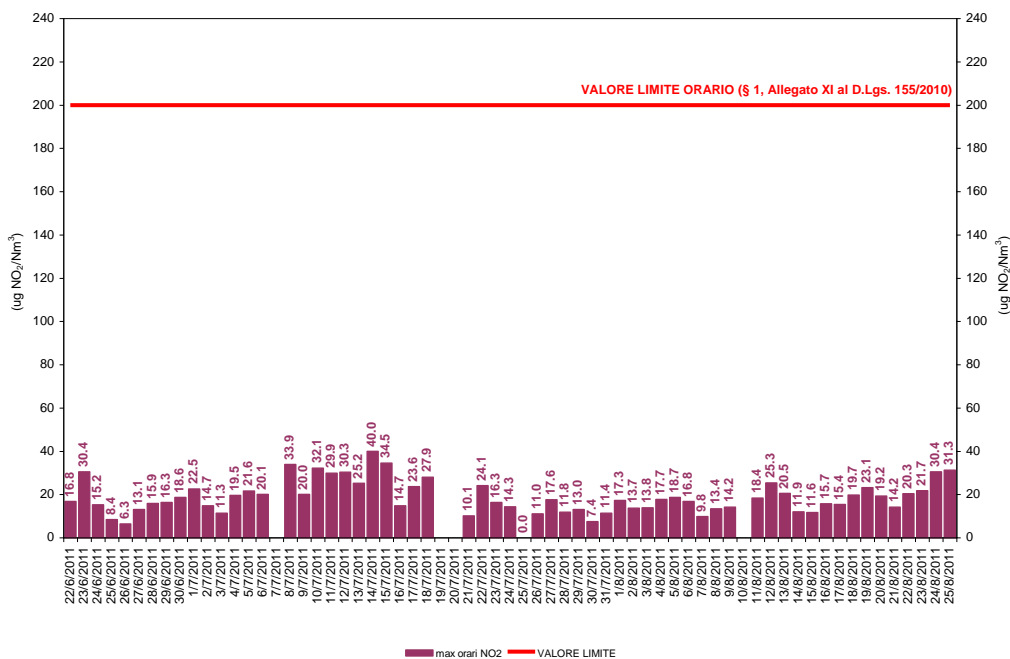
Figura 6.5.1.2: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

Le concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub> sono estremamente basse, ampiamente al di sotto del limite di legge e fino al 26 luglio 2011 al limite della rilevabilità strumentale.

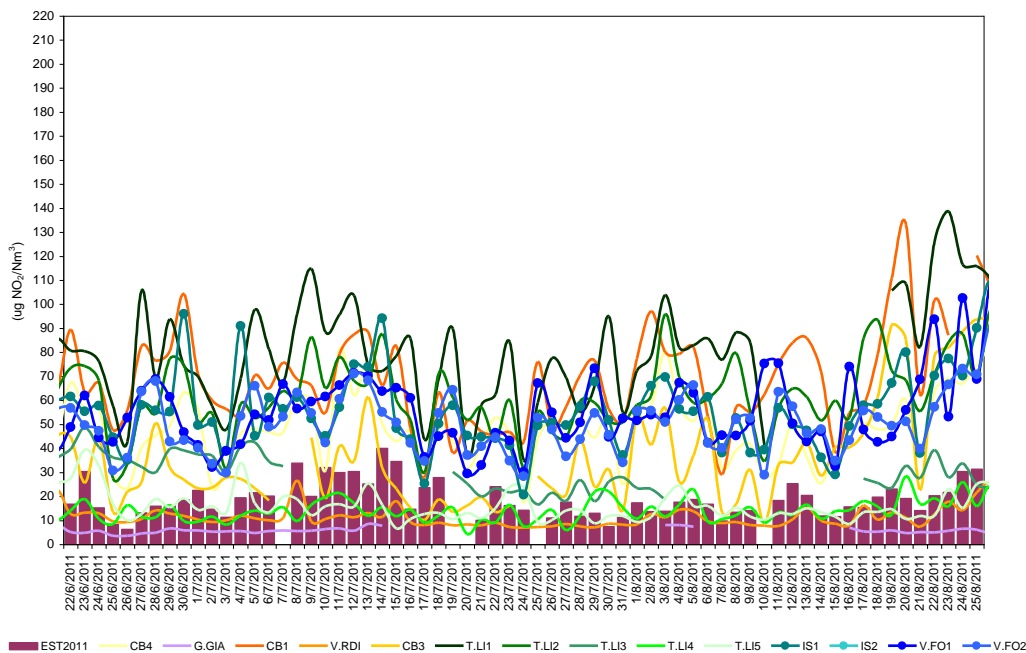
### 6.5.2 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore limite orario di 200 µg/Nm <sup>3</sup>
A2	22.06.2011	06.07.2011	0.9	7.9	30.4	-
A3	08.07.2011	18.07.2011	3.8	12.4	40.0	-
A1	21.07.2011	09.08.2011	2.4	7.5	24.1	-
A4	11.08.2011	25.08.2011	2.6	9.7	31.3	-

**Tabella 6.5.2.1:** dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>



**Figura 6.5.2.1:** andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>



**Figura 6.5.2.2:** confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> (ESTATE 2011 vs. Rete Regionale QA)

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>, le indagini effettuate mostrano assenza di episodi acuti per superamento della soglia di allarme (superamento per 3 ore consecutive del valore di 400 µg/Nm<sup>3</sup>); inoltre, dall'andamento del massimo giornaliero delle medie orarie, si evince che le concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> sono ampiamente al di sotto del valore limite orario di 200 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

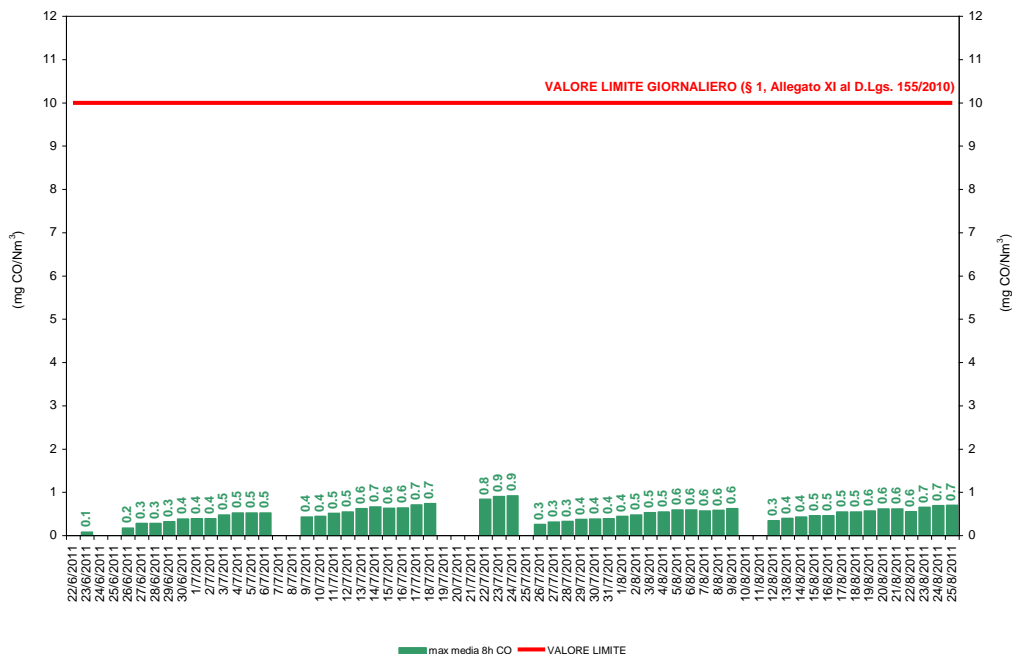
Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 9.05 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Dal confronto dei dati medi giornalieri di NO<sub>2</sub> registrati nella campagna ESTATE 2011 e nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria, emerge che i livelli di concentrazioni del massimo giornaliero della media oraria osservati nelle postazioni A1, A2, A3 ed A4 sono leggermente più alti dei livelli di concentrazione osservati nella stazione fissa di VASTOGIRARDI e, comunque, inferiori ai livelli di concentrazione osservati nelle stazioni V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO e IS1 di ISERNIA.

### 6.5.3 Monossido di carbonio (CO)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Media ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	N. superamenti del valore giornaliero di 10 $\text{mg}/\text{Nm}^3$
A2	22.06.2011	06.07.2011	0.1	0.3	0.5	-
A3	08.07.2011	18.07.2011	0.4	0.6	0.7	-
A1	21.07.2011	09.08.2011	0.3	0.5	0.9	-
A4	11.08.2011	25.08.2011	0.3	0.5	0.7	-

**Tabella 6.5.3.1:** dati riepilogativi dei massimi giornalieri delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO



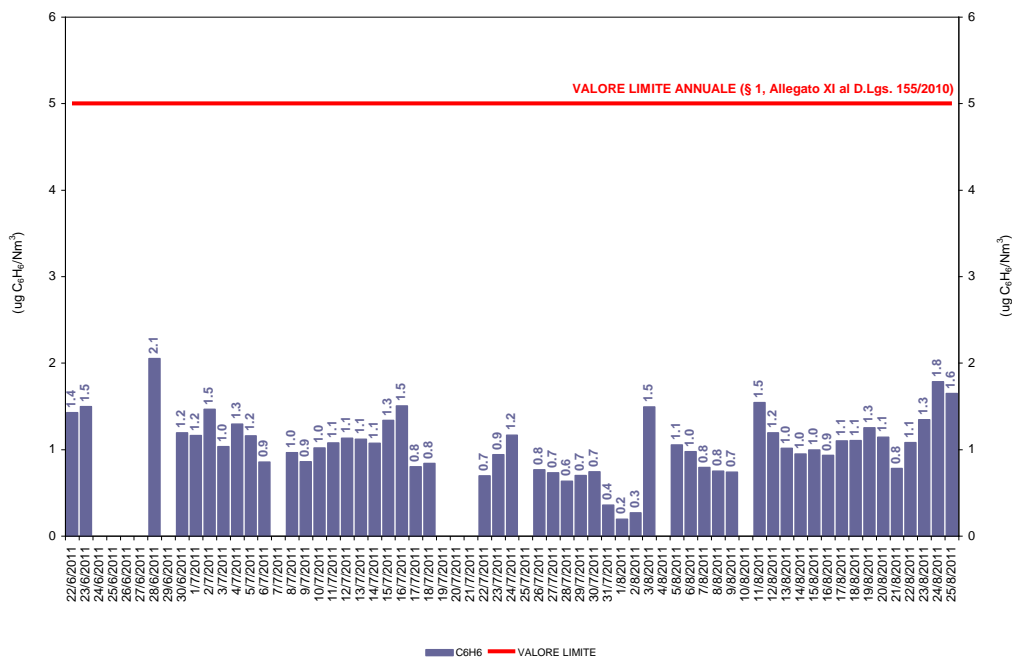
**Figura 6.5.3.1:** andamento del massimo giornaliero delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO

Le indagini effettuate mostrano che i massimi giornalieri delle medie mobili di 8h del CO sono ampiamente al di sotto del valore limite giornaliero di 10  $\text{mg}/\text{Nm}^3$  imposto dalla normativa vigente.

### 6.5.4 Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )
A2	22.06.2011	06.07.2011	0.9	1.3	2.1
A3	08.07.2011	18.07.2011	0.8	1.1	1.5
A1	21.07.2011	09.08.2011	0.2	0.8	1.5
A4	11.08.2011	25.08.2011	0.8	1.2	1.8

**Tabella 6.5.4.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>



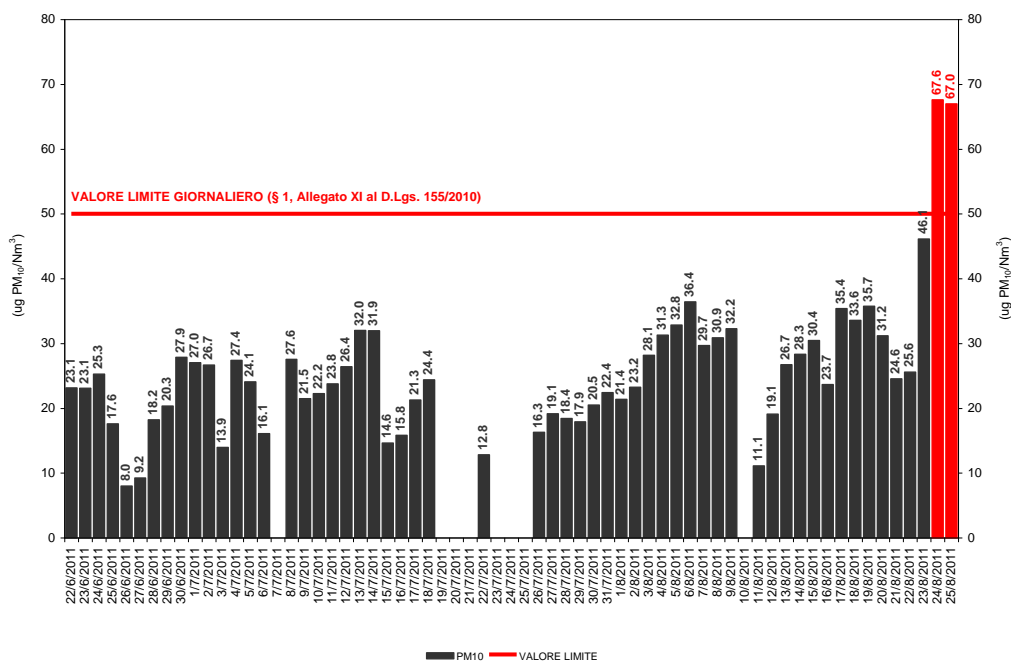
**Figura 6.5.4.1:** andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 1.1 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 5 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

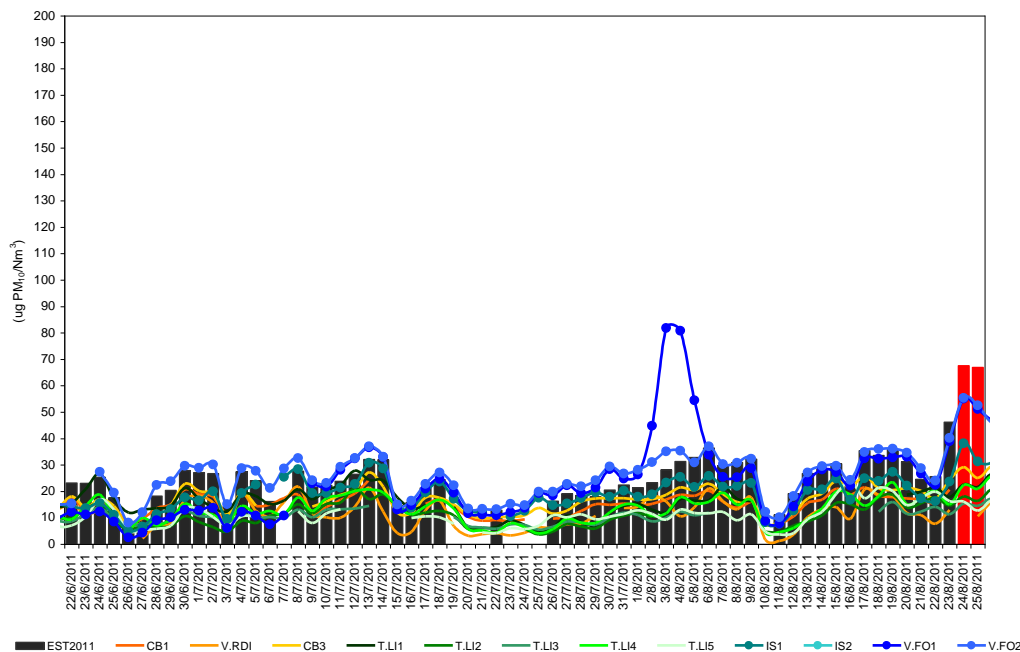
### 6.5.5 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore giornaliero di 50 µg/Nm <sup>3</sup>
A2	22.06.2011	06.07.2011	8.0	20.5	27.9	-
A3	08.07.2011	18.07.2011	14.6	23.8	32.0	-
A1	21.07.2011	09.08.2011	12.8	24.6	36.4	-
A4	11.08.2011	25.08.2011	11.1	33.7	67.6	2

**Tabella 6.5.5.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>



**Figura 6.5.5.1:** andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>



**Figura 6.5.5.2:** confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> (ESTATE 2011 vs. Rete Regionale QA)

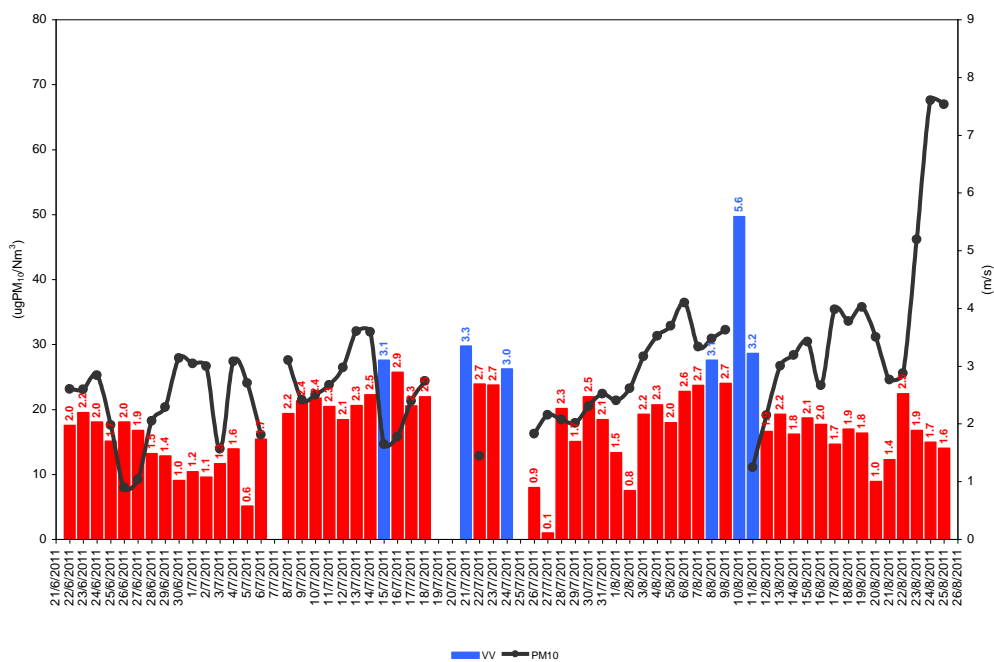
Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>, le indagini effettuate mostrano che si sono verificati 2 superamenti del valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub>.

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Numero progressivo superamento	Data	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	11.08.2011	25.08.2011	1	24.08.2011	67.6
			2	25.08.2011	67.0

**Tabella 6.5.5.2:** riepilogo del numero di superamenti di PM<sub>10</sub>

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 25.47 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Dal confronto dei dati medi giornalieri di PM<sub>10</sub> registrati nella campagna ESTATE 2011 e nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria, emerge che i livelli di concentrazioni osservati nelle postazioni A1, A2, A3 ed A4 sono allineati con quelli registrati nelle stazioni fisse della rete di monitoraggio; in particolare, i valori misurati nelle postazioni sono superiori a quelli registrati nella stazione fissa di VASTOGIRARDI, e, comunque, generalmente confrontabili con quelli registrati dalla stazione fissa di IS1 di ISERNIA e V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO.



**Figura 6.5.5.3:** confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>10</sub> vs. VV

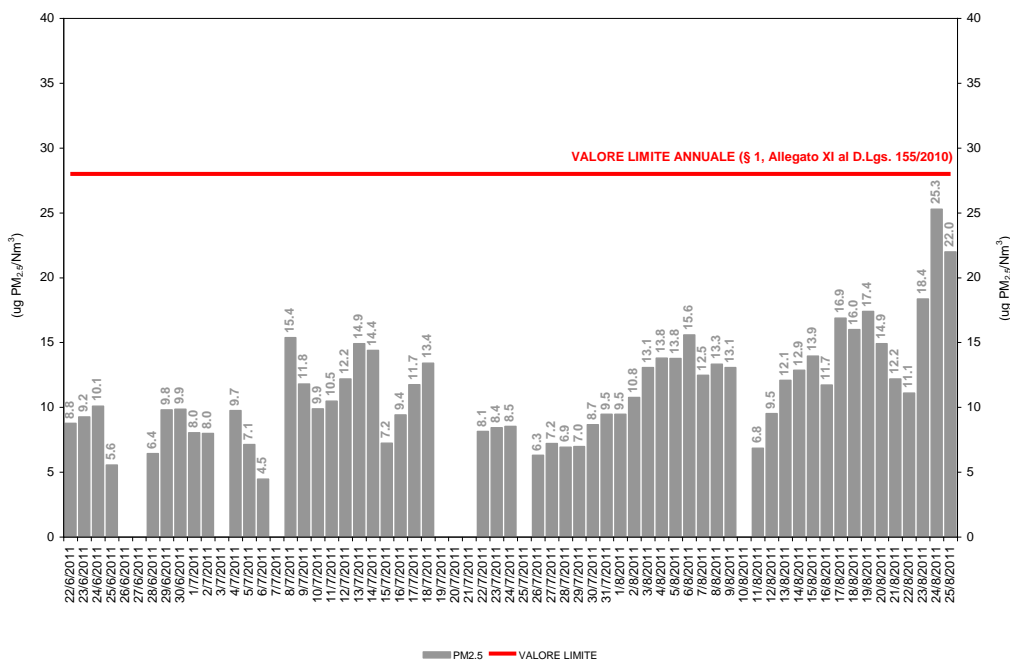
Infine, dal confronto delle concentrazioni medie giornaliere dell'inquinante particolato con l'intensità del vento, si evince che l'andamento dei livelli giornalieri di PM<sub>10</sub> è anticorrelato con la media giornaliera della velocità del vento (VV); inoltre, gli incrementi di PM<sub>10</sub> sono sicuramente riconducibili alla contemporaneità di venti deboli, generalmente sotto i 3 m/s.



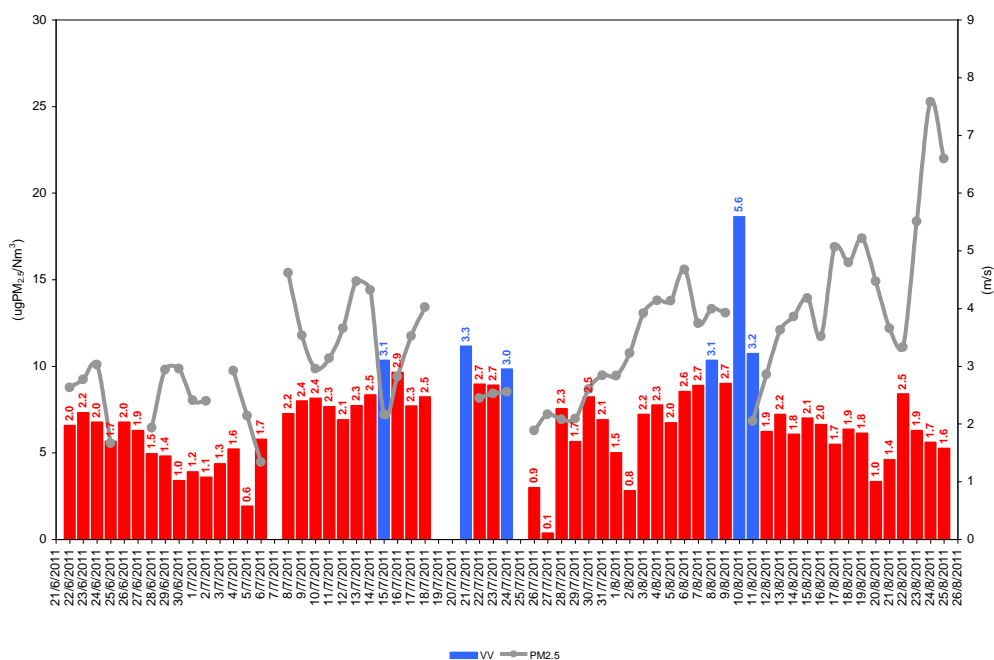
### 6.5.6 Materiale particolato con diametro < 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )
A2	22.06.2011	06.07.2011	4.5	8.1	10.1
A3	08.07.2011	18.07.2011	7.2	11.9	15.4
A1	21.07.2011	09.08.2011	6.3	10.3	15.6
A4	11.08.2011	25.08.2011	6.8	14.7	22.0

**Tabella 6.5.6.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub>



**Figura 6.5.6.1:** andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub>



**Figura 6.5.6.2:** confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>10</sub> vs. VV

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di  $PM_{2.5}$  dell'intero periodo è risultato pari a  $11.3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , ampiamente al di sotto del valore limite annuale per il 2011 di  $28 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Infine, dal confronto delle concentrazioni medie giornaliere dell'inquinante particolato con l'intensità del vento, si evince che l'andamento dei livelli giornalieri di  $PM_{2.5}$  è anticorrelato con la media giornaliera della velocità del vento (VV); inoltre, gli incrementi di  $PM_{2.5}$  sono sicuramente riconducibili alla contemporaneità di venti deboli, generalmente sotto i 3 m/s.

### 6.5.7 Cadmio (Cd), Arsenico (As) e Nichel (Ni) nella frazione di PM<sub>10</sub>

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Cd (ng/Nm <sup>3</sup> )	As (ng/Nm <sup>3</sup> )	Ni (ng/Nm <sup>3</sup> )
A2	22.06.2011	06.07.2011	<5.0	<5.0	<5.0
A3	08.07.2011	18.07.2011	-	-	-
A1	21.07.2011	09.08.2011	<5.0	<5.0	<5.0
A4	11.08.2011	25.08.2011	<5.0	<5.0	<5.0

**Tabella 6.5.7.1:** tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione di PM<sub>10</sub>, calcolati come media sul periodo di campionamento

I tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolati come media sui singoli periodi di campionamento, sono estremamente bassi e al di sotto del limite della rilevabilità strumentale, e, comunque, sono sempre inferiori ai rispettivi valori obiettivo annuali imposti dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

### 6.5.8 Ammoniaca (NH<sub>3</sub>) con campionatori passivi RADIELLO®

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	NH <sub>3</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
A2	28.06.2011	07.07.2011	<1.0
A3	08.07.2011	25.07.2011	<1.0
A1	25.07.2011	10.08.2011	<1.0
A4	10.08.2011	17.08.2011	<1.0
A4	17.08.2011	26.08.2011	<1.0

**Tabella 6.5.8.1:** tenori di NH<sub>3</sub> calcolati come media sul periodo di esposizione del campionario passivo

I tenori di NH<sub>3</sub><sup>13</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionario diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-TWA<sup>14</sup> di 17 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Si precisa che la predetta valutazione è da ritenersi puramente indicativa, in quanto la valutazione dello stato di salubrità dell'aria attraverso i TLV si applica esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro.

<sup>13</sup> AMMONIA (NH<sub>3</sub>)

EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 25 ppm / 17 mg/Nm<sup>3</sup> as TWA; 35 ppm / 24 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL;
- NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 25 ppm / 18 mg/Nm<sup>3</sup> as TWA; 35 ppm / 27 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL
- NIOSH Immediately Dangerous to Life or Health Concentration (IDLH): 300 ppm / 228 mg/Nm<sup>3</sup>

fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

<sup>14</sup> I TLV, ovvero "valori limite di soglia", sono le concentrazioni ambientali delle sostanze chimiche aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza nessun effetto negativo per la salute. I loro valori limite sono espressi solitamente in parti per milioni (ppm), e vengono aggiornati nel tempo, con l'avanzare della ricerca scientifica nel settore dell'igiene del lavoro.

Ne esistono 3 varianti.

- TLV-TWA (*time-weighted average*): esprime la concentrazione limite, calcolata come media ponderata nel tempo (8 ore / 40 ore settimanali), alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno, senza effetti avversi per la salute per la vita lavorativa.

- TLV-STEL (*short-term exposure limit*): esprime il valore Massimo consentito per esposizioni brevi (non oltre i 15 minuti) ed occasionali (non oltre 4 esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno da un'ora di distanza l'una dall'altra).

- TLV-C (*ceiling*): esprime la concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa.

fonte: ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists "TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices", Cincinnati" (OHIO), 1999.

### 6.5.9 Acido Cloridrico (HCl) ed Acido Fluoridrico (HF) con campionatori passivi RADIELLO®

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	HCl (µg/Nm <sup>3</sup> )	HF (µg/Nm <sup>3</sup> )
A2	22.06.2011	06.07.2011	-	-
A3	08.07.2011	25.07.2011	1.6	<1.0
A1	25.07.2011	10.08.2011	2.0	<1.0
A4	10.08.2011	17.08.2011	1.7	<1.0
A4	17.08.2011	26.08.2011	1.7	<1.0

**Tabella 6.5.9.1:** tenori di HCl ed HF calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo

I tenori di HCl<sup>15</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C<sup>16</sup> di 7 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. I tenori di HF<sup>17</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C di 2.6 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. Si precisa che la predetta valutazione è da ritenersi puramente indicativa, in quanto la valutazione dello stato di salubrità dell'aria attraverso i TLV si applica esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro.

<sup>15</sup> HYDROGEN CHLORIDE (HCl)

#### EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 5 ppm / 7 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling

- NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 5 ppm / 7 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling

fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

<sup>16</sup> I TLV, ovvero "valori limite di soglia", sono le concentrazioni ambientali delle sostanze chimiche aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza nessun effetto negativo per la salute. I loro valori limite sono espressi solitamente in parti per milioni (ppm), e vengono aggiornati nel tempo, con l'avanzare della ricerca scientifica nel settore dell'igiene del lavoro.

Ne esistono 3 varianti.

- TLV-TWA (*time-weighted average*): esprime la concentrazione limite, calcolata come media ponderata nel tempo (8 ore / 40 ore settimanali), alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno, senza effetti avversi per la salute per la vita lavorativa.

- TLV-STEL (*short-term exposure limit*): esprime il valore Massimo consentito per esposizioni brevi (non oltre i 15 minuti) ed occasionali (non oltre 4 esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno da un'ora di distanza l'una dall'altra).

- TLV-C (*ceiling*): esprime la concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa.

fonte: ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists "TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices", Cincinnati (OHIO), 1999.

<sup>17</sup> HYDROGEN FLUORIDE (HF)

#### EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 3 ppm / 2.6 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling

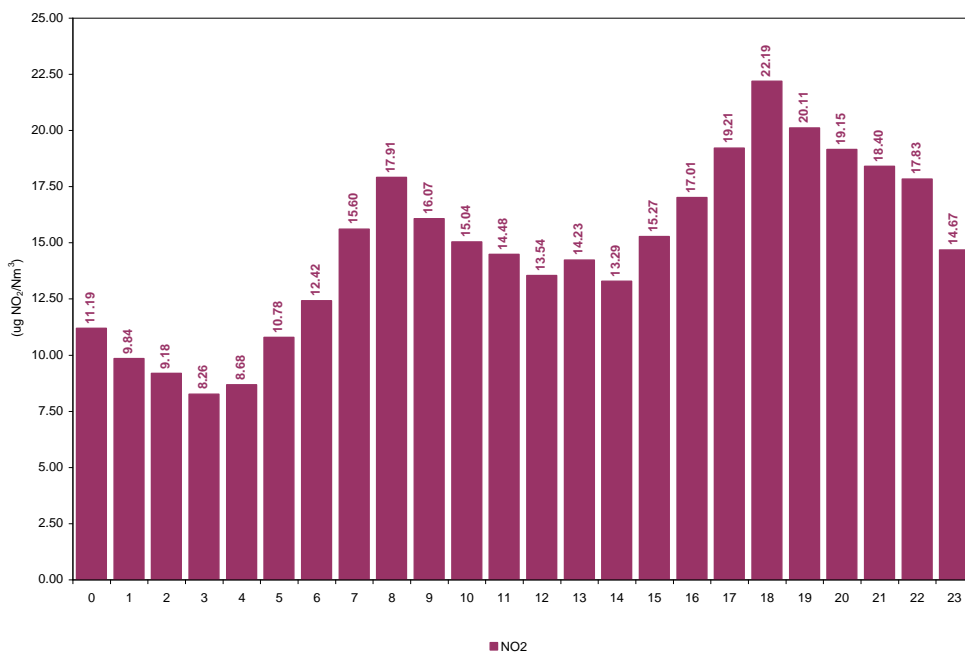
- NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 3 ppm / 2.5 mg/Nm<sup>3</sup> TWA; 6 ppm / 5 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL;

fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

## 7. Valutazione degli andamenti dei giorni tipo di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

### 7.1 Campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010)

#### 7.1.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)



**Figura 7.1.1.1:** andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>

Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> hanno il tipico andamento giornaliero a due picchi (bimodale), con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità (8÷10 del mattino, 18÷20 della sera).

### 7.1.2 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

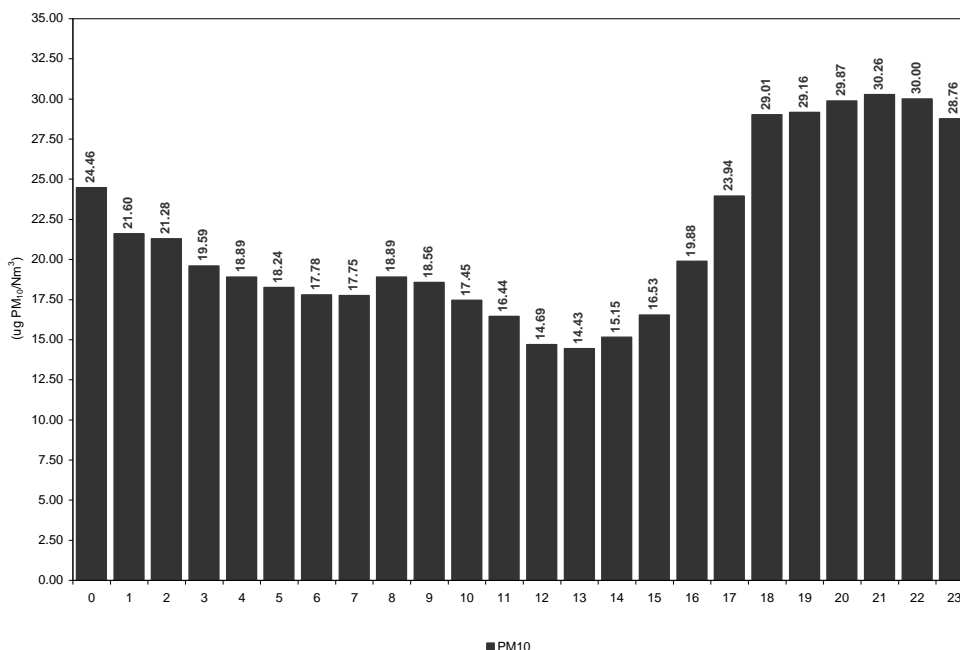


Figura 7.1.2.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>

Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> hanno un andamento giornaliero a due picchi (bimodale), con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità, con trascinamento nelle prime ore notturne.

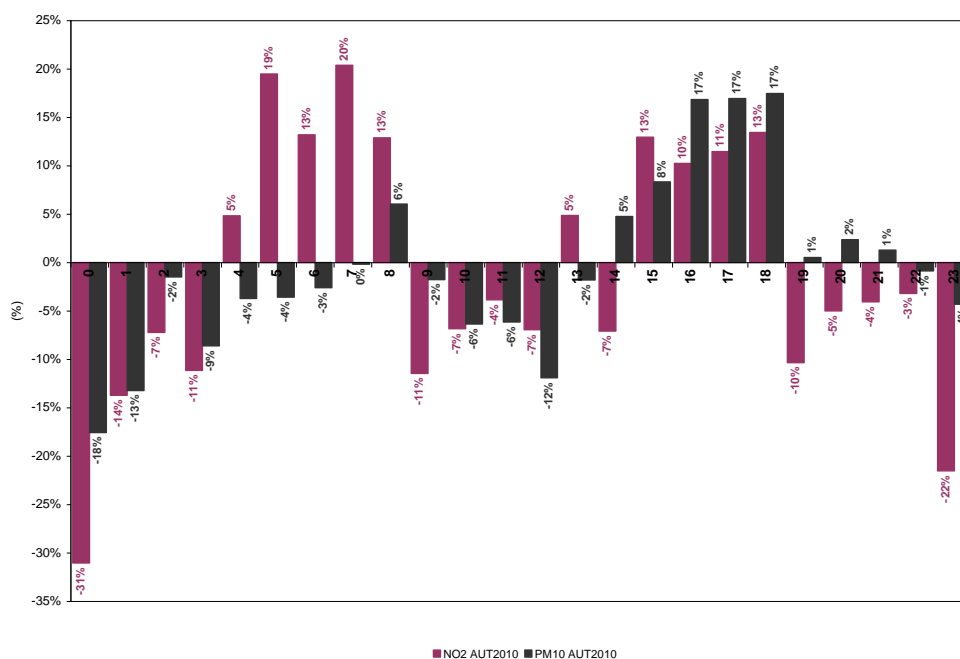


Figura 7.1.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> si osserva che:

- gli andamenti dei due inquinanti presentano una buona correlazione qualitativa nelle ore diurne: ad un aumento dell'uno corrisponde anche un aumento dell'altro e viceversa; pertanto, essendo l'andamento giornaliero dell'NO<sub>2</sub> bimodale tipico da traffico veicolare, non appena questa sorgente

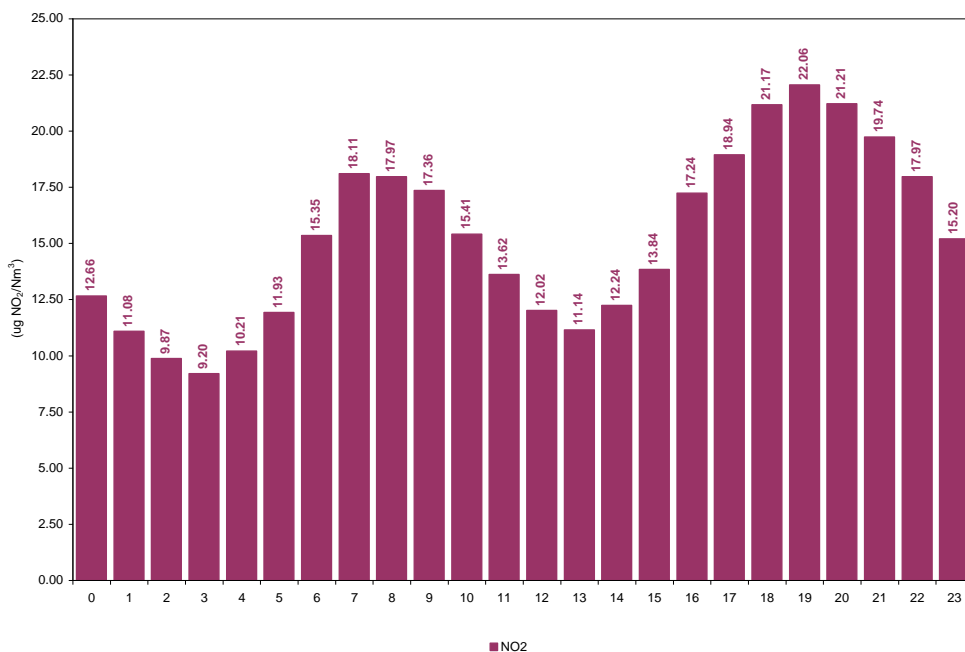
emissiva diventa dominante rispetto alle altre, la distribuzione media giornaliera del  $PM_{10}$  è molto correlata con quella dell' $NO_2$ ;

- nelle ore notturne, viceversa, si osserva l'alternarsi di fasi di anticorrelazione a fasi di correlazione; in particolare, l'accumulo di  $PM_{10}$  nell'atmosfera nelle prime ore serali potrebbe essere legato alle condizioni microclimatiche locali, che contrastano la dispersione degli inquinanti, e, pertanto, ne favoriscono l'accumulo.



## 7.2 Campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011)

### 7.2.1 Biossido di azoto ( $NO_2$ )



**Figura 7.2.1.1:** andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di  $NO_2$

Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di  $NO_2$  hanno il tipico andamento giornaliero a due picchi (bimodale), con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità (6÷9 del mattino, 19÷21 della sera).

## 7.2.2 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

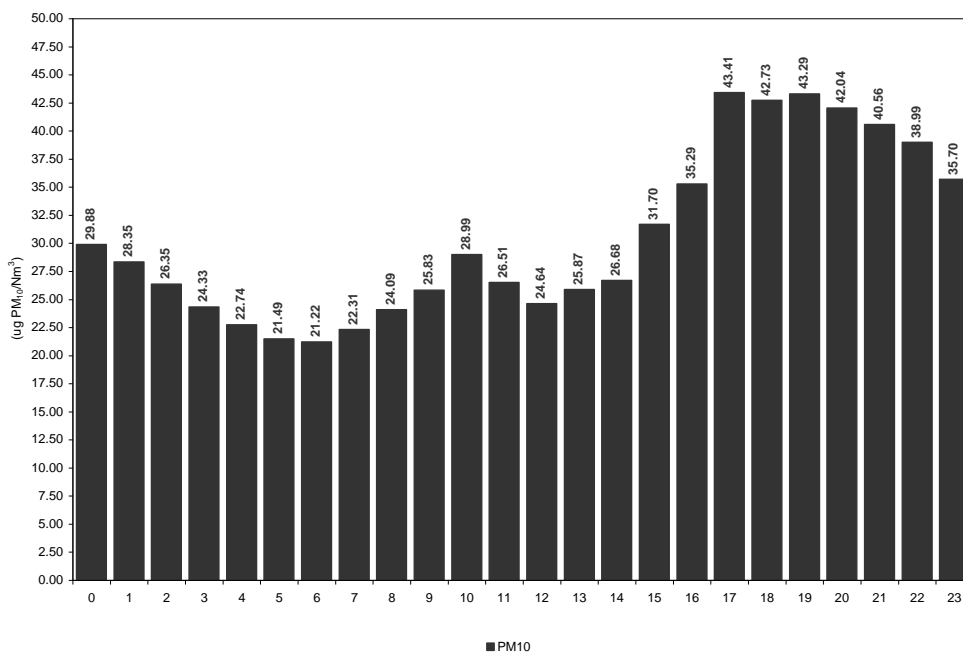


Figura 7.2.2.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>

Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> hanno un andamento giornaliero a due picchi (bimodale), con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità.

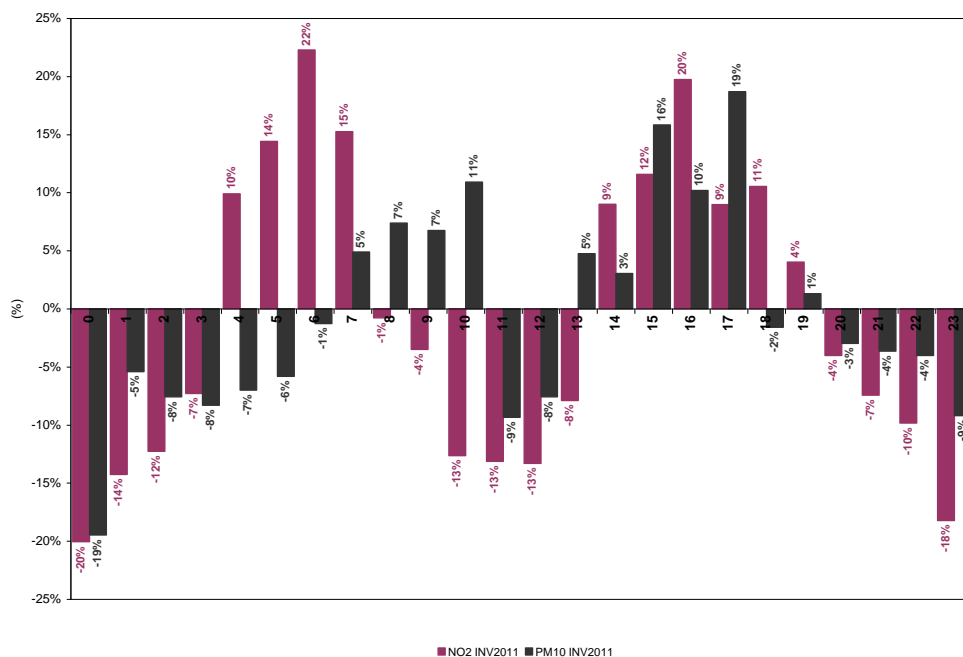
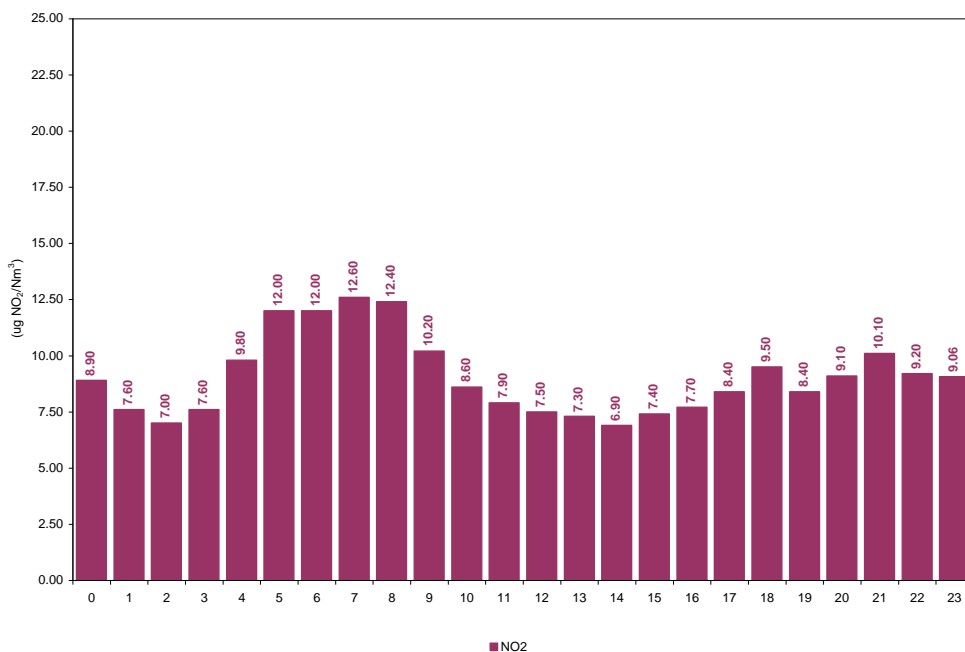


Figura 7.2.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> si osserva che gli andamenti dei due inquinanti presentano una buona correlazione qualitativa sia nelle ore diurne che in quelle notturne; in particolare, nelle ore diurne, essendo l'andamento giornaliero dell'NO<sub>2</sub> bimodale tipico da traffico veicolare, non appena questa sorgente emissiva diventa dominante rispetto alle altre, la distribuzione media giornaliera del PM<sub>10</sub> è molto relazionata con quella dell'NO<sub>2</sub>.

### 7.3 Campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011)

#### 7.3.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)



**Figura 7.3.1.1:** andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>

Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> hanno il tipico andamento giornaliero a due picchi (bimodale), con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità (6÷9 del mattino, 18÷21 della sera).

### 7.3.2 Materiale particolato con diametro <math> < 10 \mu\text{m}</math> ( $PM_{10}$ )

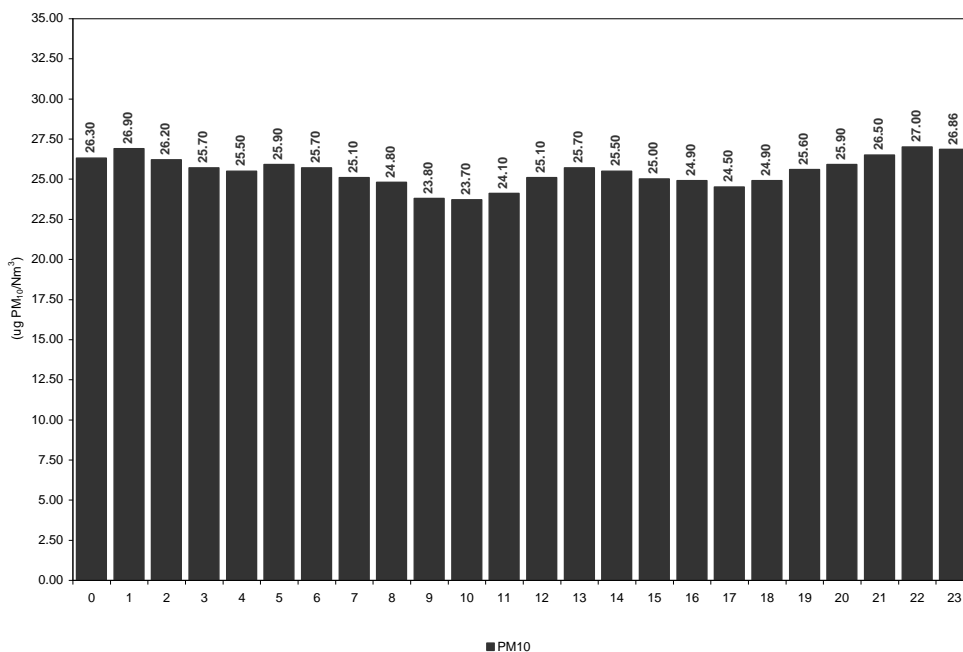


Figura 7.3.2.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di  $PM_{10}$

Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di  $PM_{10}$  hanno un andamento giornaliero bimodale poco accentuato.

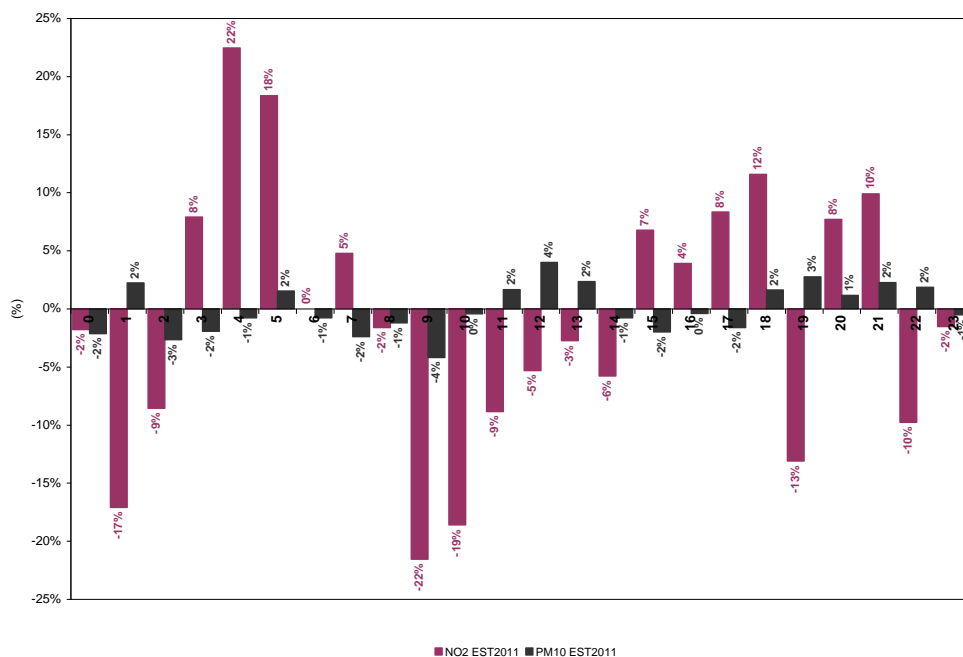


Figura 7.3.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di  $NO_2$  e  $PM_{10}$

Combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di  $PM_{10}$  e  $NO_2$  si osserva che gli andamenti dei due inquinanti non presentano una correlazione qualitativa.

## 7.4 Confronto dei Giorno Tipo delle campagne AUTUNNO 2010, INVERNO ed ESTATE 2011

### 7.4.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

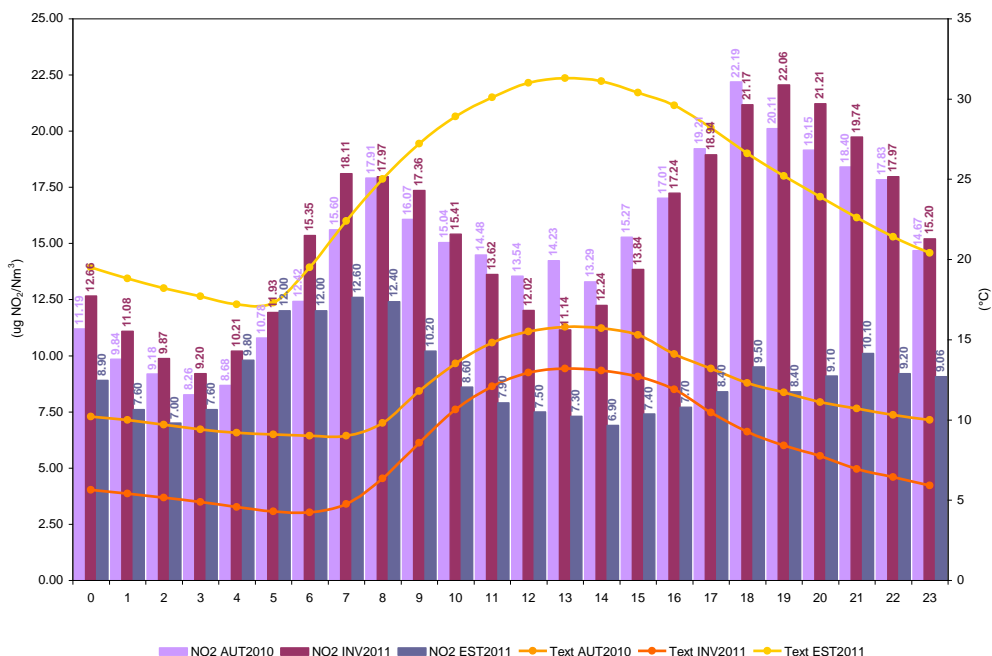


Figura 7.4.1.1: confronto dei giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>

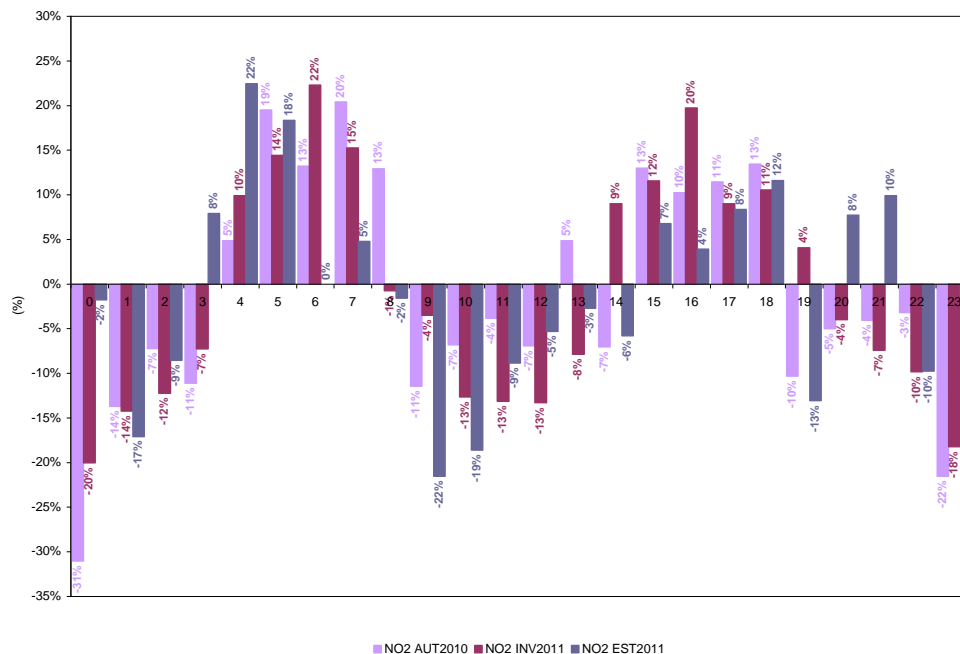


Figura 7.4.1.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub>

Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> hanno il tipico andamento giornaliero a due picchi (bimodale), con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità veicolare. In generale, i valori estivi, rispetto quelli autunnali - invernali mostrano un andamento bimodale molto meno accentuato. In termini assoluti le concentrazioni maggiori si osservano nel corso del periodo invernale, sia per un numero maggiori di sorgenti emissive (impianti di combustione industriali e non) sia per le modalità di dispersione nell'atmosfera.

### 7.4.2 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

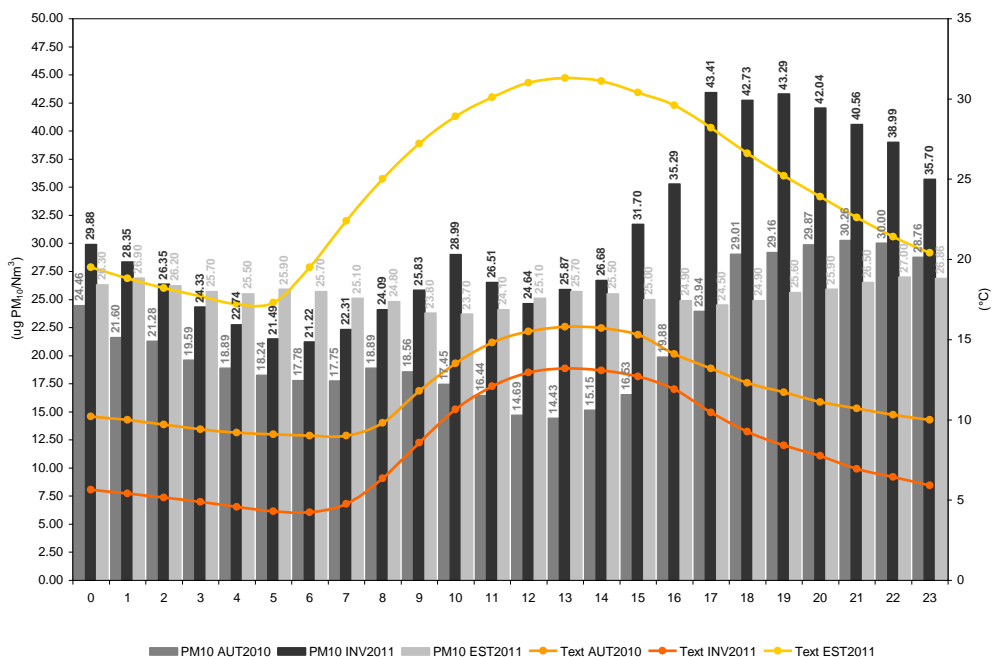


Figura 7.4.2.1: confronto dei giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>

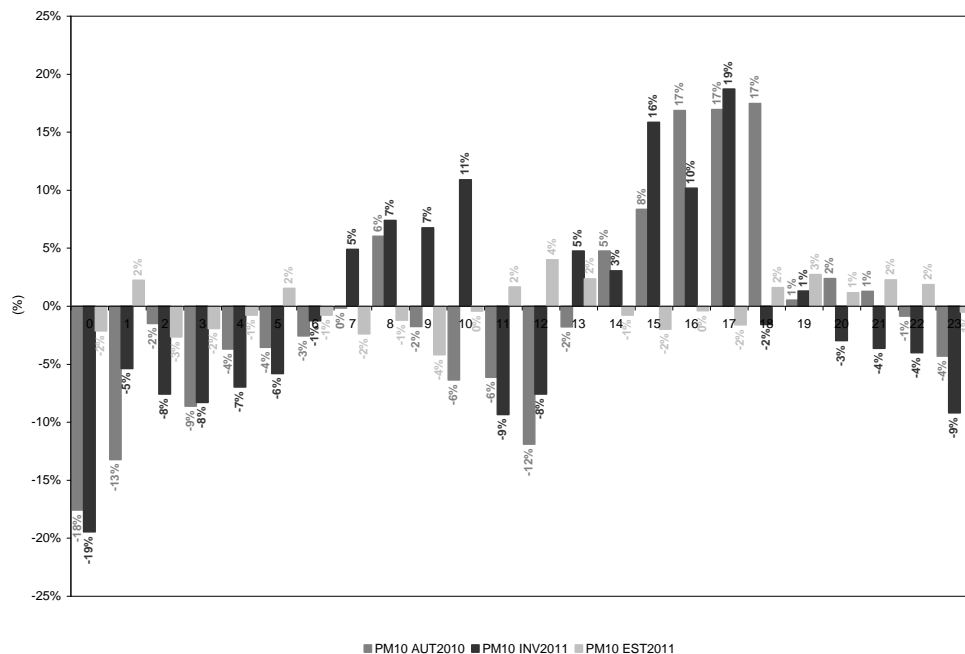


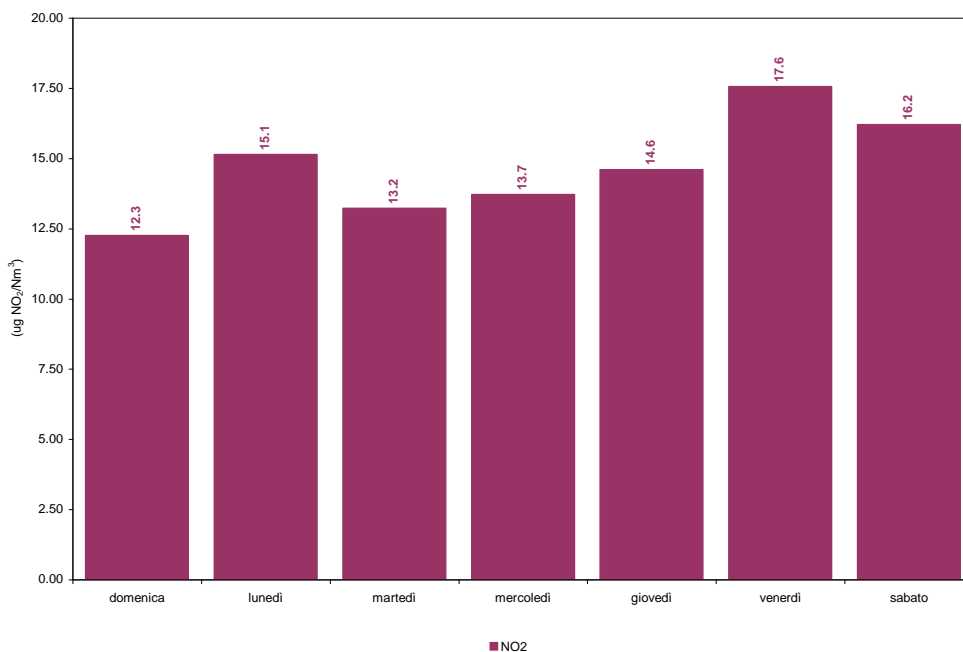
Figura 7.4.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di PM<sub>10</sub>

Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> hanno il tipico andamento giornaliero a due picchi (bimodale). In generale, l'andamento bimodale è molto poco accentuato nei periodi estivi. In termini assoluti le concentrazioni maggiori si osservano nel corso del periodo invernale.

## 8. Valutazione degli andamenti delle settimane tipo di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

### 8.1 Campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010)

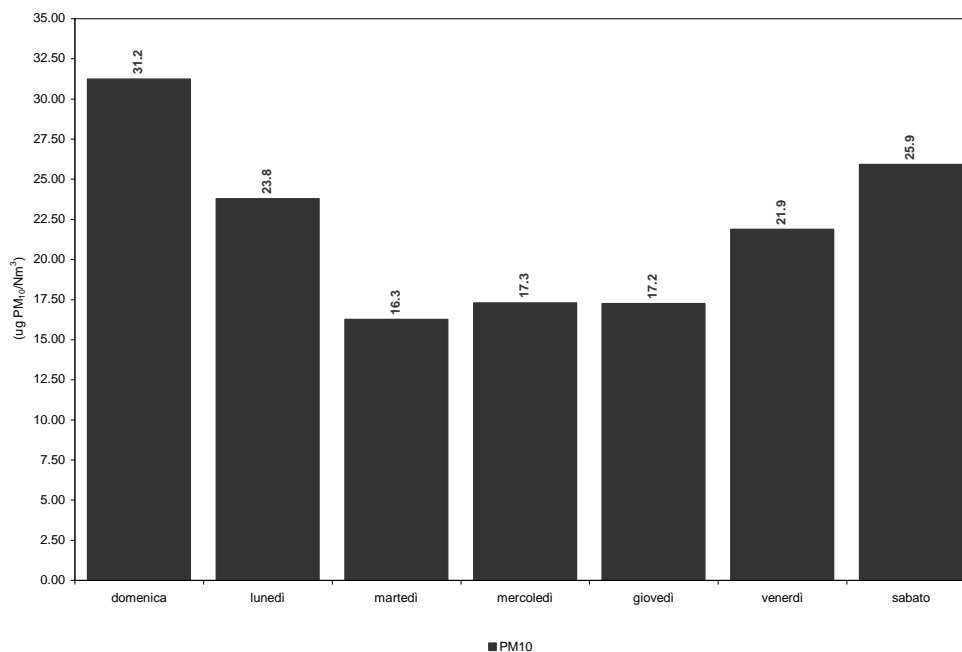
#### 8.1.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)



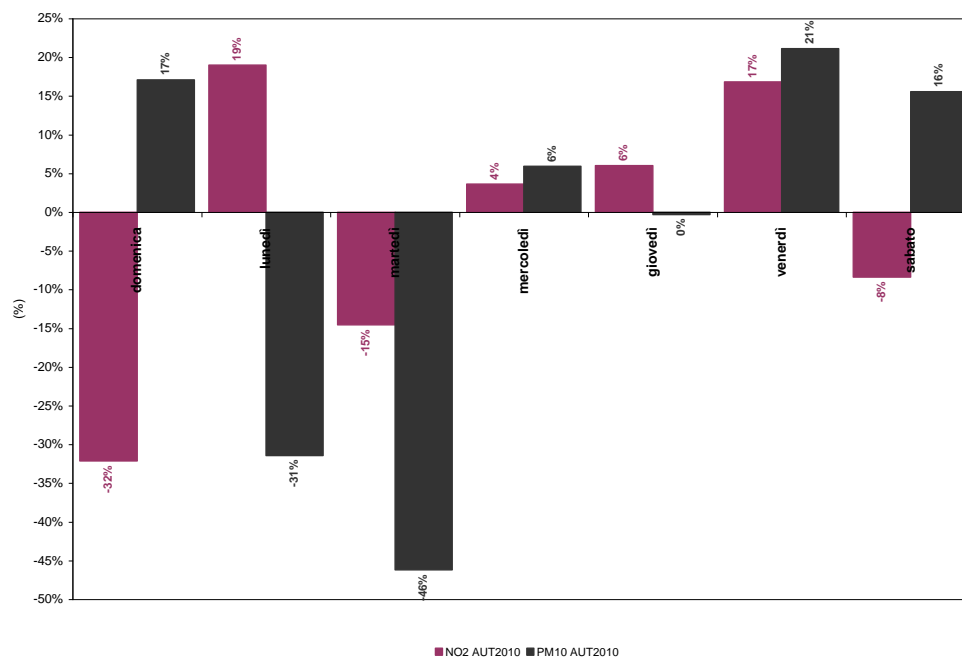
**Figura 8.1.1.1:** andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>

Per l'NO<sub>2</sub> è evidente un andamento settimanale bimodale, con i due picchi di concentrazione il lunedì e il venerdì.

### 8.1.2 Materiale particolato con diametro <math> < 10 \mu\text{m}</math> ( $PM_{10}$ )



**Figura 8.1.2.1:** andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di  $PM_{10}$



**Figura 8.1.2.2:** variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di  $NO_2$  e  $PM_{10}$

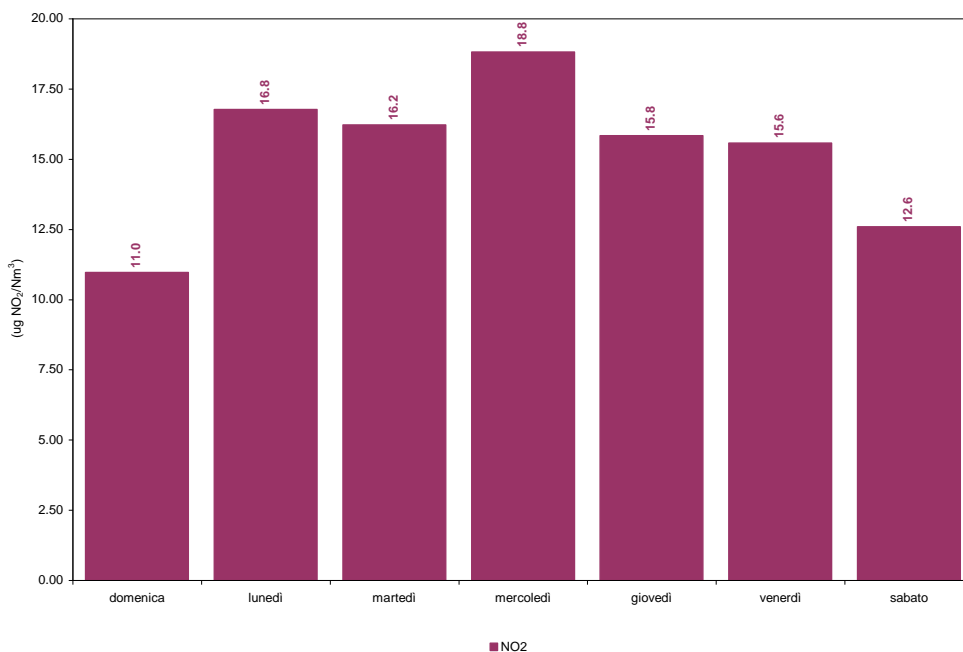
Per il  $PM_{10}$  è evidente un andamento parabolico concavo, con il minimo di concentrazione giornaliera il mercoledì.

Combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di  $PM_{10}$  e  $NO_2$  non si osservano correlazioni qualitative e quantitative.



## 8.2 Campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011)

### 8.2.1 Biossido di azoto ( $NO_2$ )

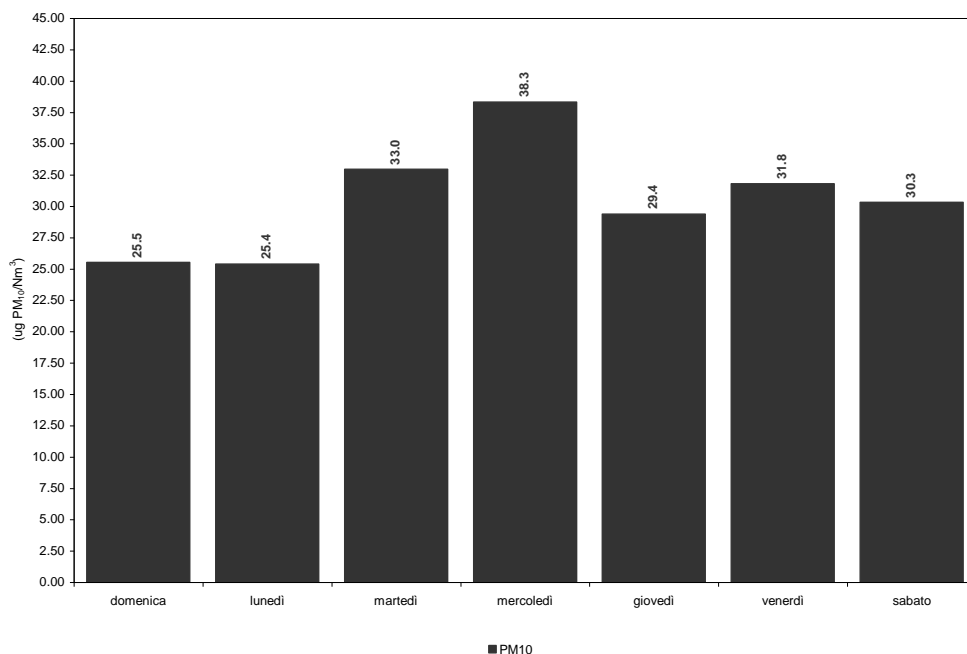


**Figura 8.2.1.1:** andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di  $NO_2$

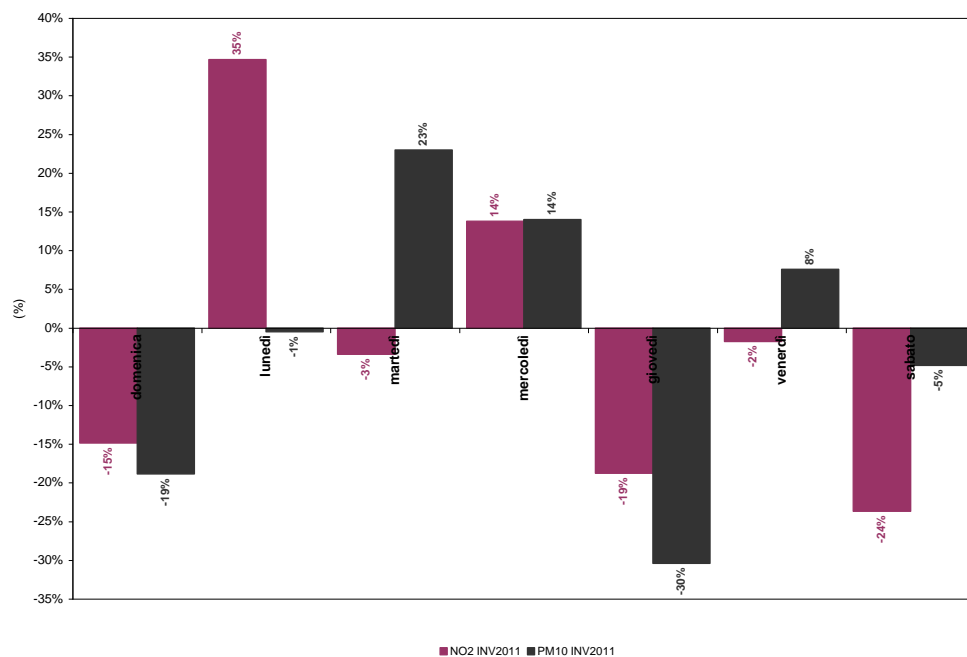
Per l' $NO_2$  è evidente una oscillazione settimanale della concentrazioni:

- il livello di  $NO_2$  tende a crescere dal lunedì al mercoledì, per diminuire sensibilmente dal giovedì alla domenica;
- è molto evidente l'effetto della ripresa lavorativa del lunedì.

## 8.2.2 Materiale particolato con diametro <math>< 10 \mu\text{m}</math> ( $\text{PM}_{10}$ )



**Figura 8.2.2.1:** andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di  $\text{PM}_{10}$



**Figura 8.2.2.2:** variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di  $\text{NO}_2$  e  $\text{PM}_{10}$

Per il  $\text{PM}_{10}$  è evidente una oscillazione settimanale della concentrazioni:

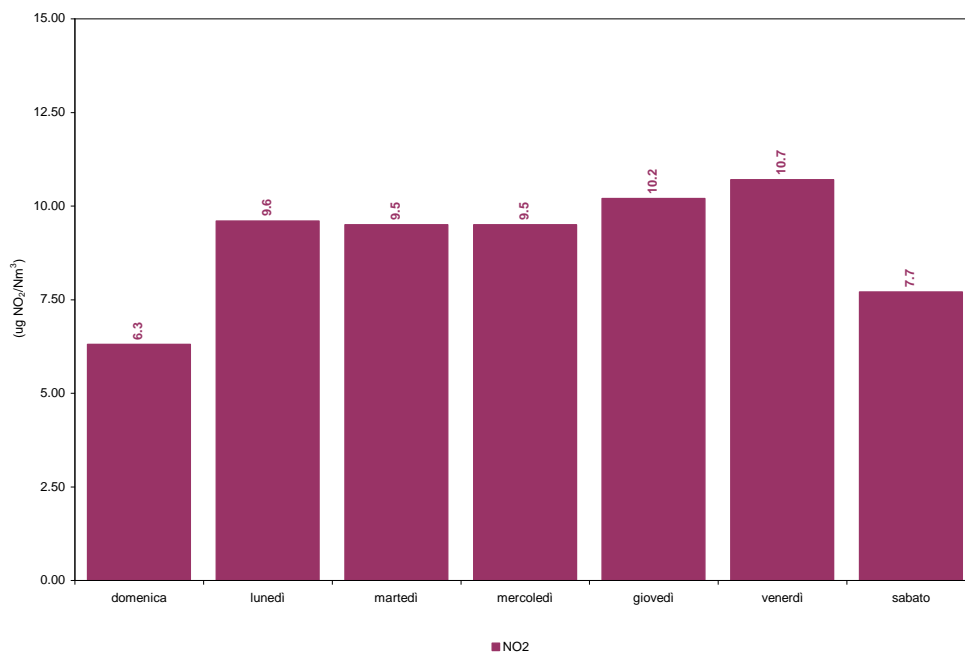
- il livello di  $\text{NO}_2$  tende a crescere dal lunedì al mercoledì, per diminuire sensibilmente dal giovedì alla domenica;
- a differenza dell' $\text{NO}_2$ , è meno evidente l'effetto della ripresa lavorativa del lunedì.

Combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{NO}_2$  si osserva che:

- gli andamenti dei due inquinanti presentano una buona correlazione qualitativa: ad un aumento dell'uno corrisponde anche un aumento dell'altro e viceversa;
- da un punto di vista quantitativo la correlazione non è così netta.

### 8.3 Campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011)

#### 8.3.1 Biossido di azoto ( $NO_2$ )



**Figura 8.3.1.1:** andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di  $NO_2$

Per l' $NO_2$  è evidente una lieve oscillazione settimanale della concentrazioni:

- il livello di  $NO_2$  tende a crescere gradualmente dal lunedì al venerdì, per diminuire sensibilmente il sabato e la domenica;
- è poco evidente l'effetto della ripresa lavorativa del lunedì.

### 8.3.2 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

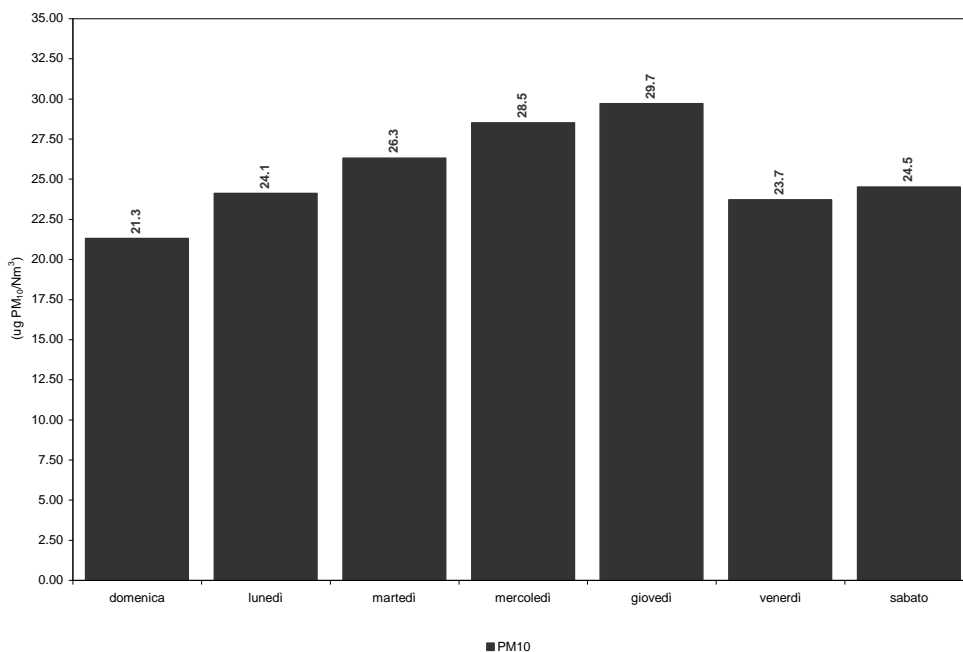


Figura 8.3.2.1: andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>

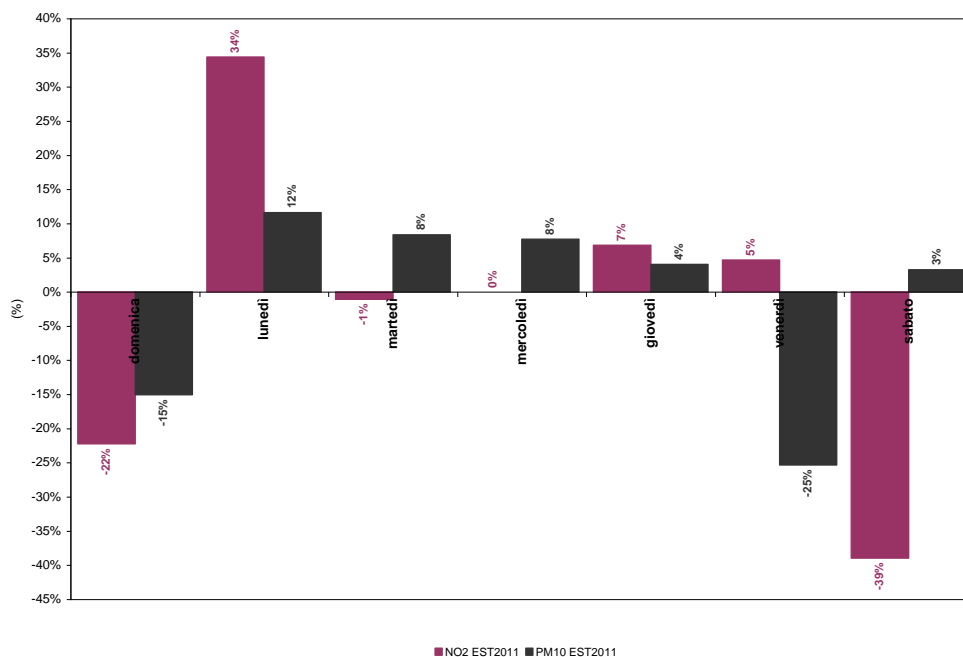


Figura 8.3.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Per il PM<sub>10</sub> è evidente una graduale oscillazione settimanale della concentrazioni:

- il livello di PM<sub>10</sub> tende a crescere dal lunedì al giovedì, per diminuire sensibilmente dal venerdì alla domenica;
- non è evidente l'effetto della ripresa lavorativa del lunedì.

Combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> si osserva che:

- tranne per il venerdì, gli andamenti dei due inquinanti presentano una buona correlazione qualitativa: ad un aumento dell'uno corrisponde anche un aumento dell'altro e viceversa;
- da un punto di vista quantitativo la correlazione non è così netta.

## 8.4 Confronto delle settimane tipo delle campagne AUTUNNO 2010, INVERNO ed ESTATE 2011

### 8.4.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

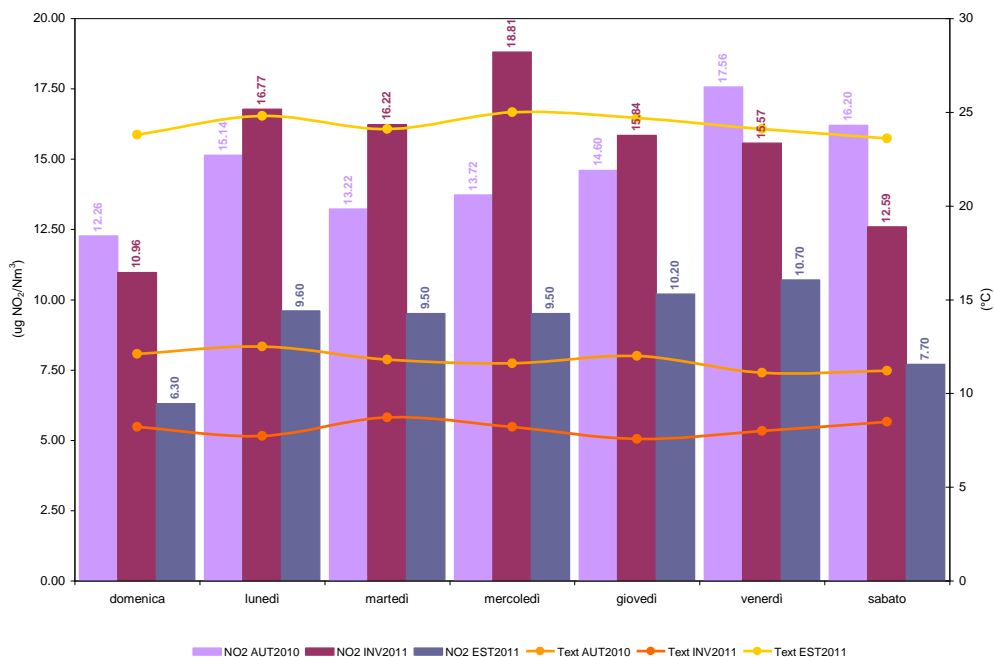


Figura 8.4.1.1: confronto delle settimane tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>

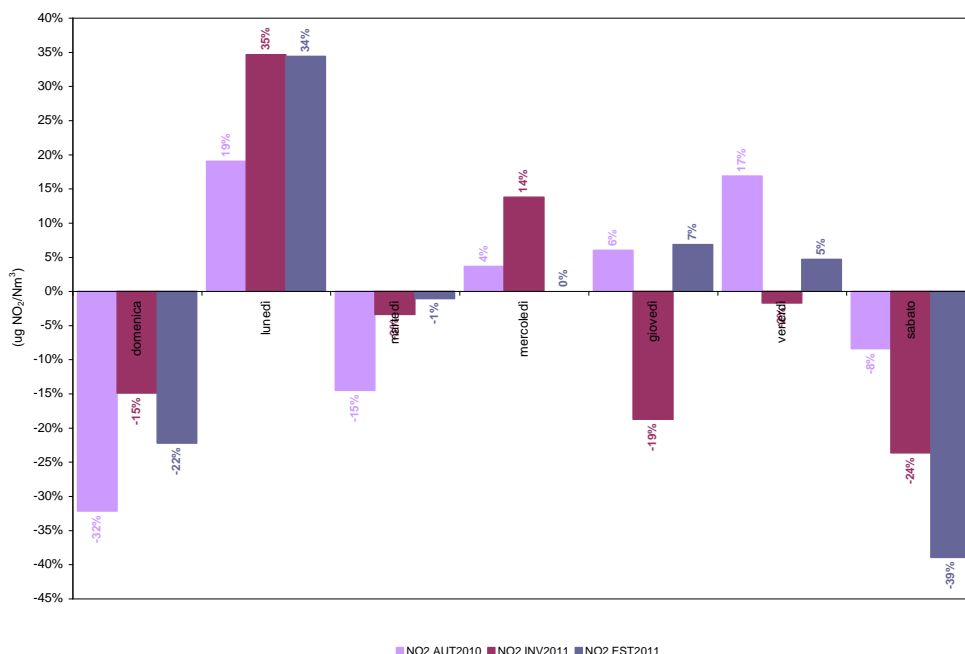


Figura 8.4.1.2: variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di NO<sub>2</sub>

Le concentrazioni giornaliere nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>, tranne che per il periodo autunnale, presentano una oscillazione settimanale con una tendenziale crescita nel corso della settimana lavorativa e una progressiva diminuzione il sabato e la domenica. In termini assoluti le concentrazioni maggiori si osservano nel corso del periodo invernale, sia per un numero maggiore di sorgenti emissive (impianti di combustione industriali e non) sia per le modalità di dispersione nell'atmosfera.

### 8.4.2 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

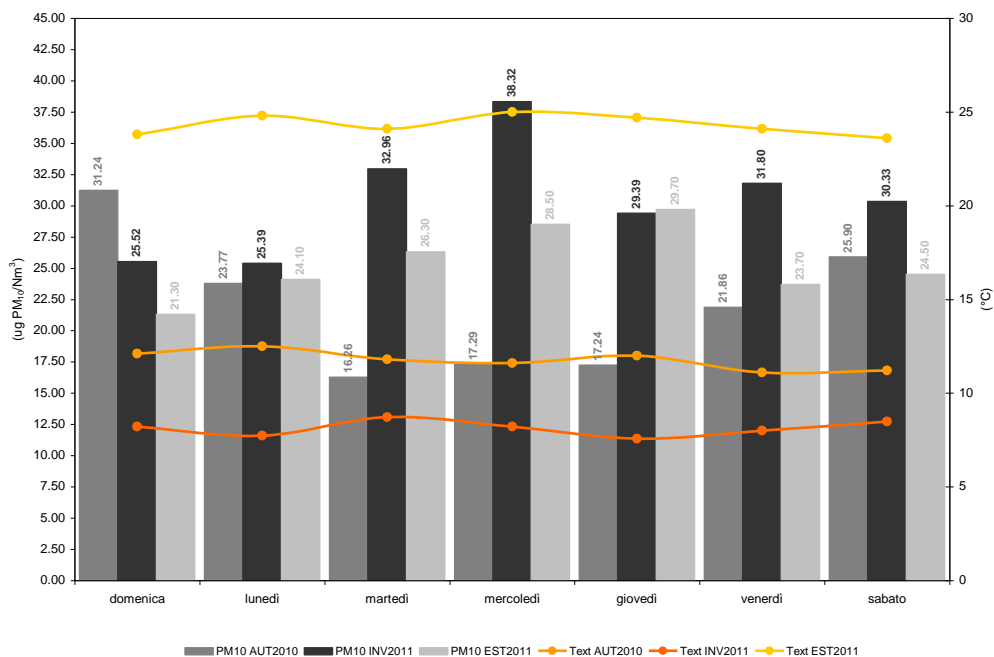


Figura 8.4.2.1: confronto delle settimane tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>

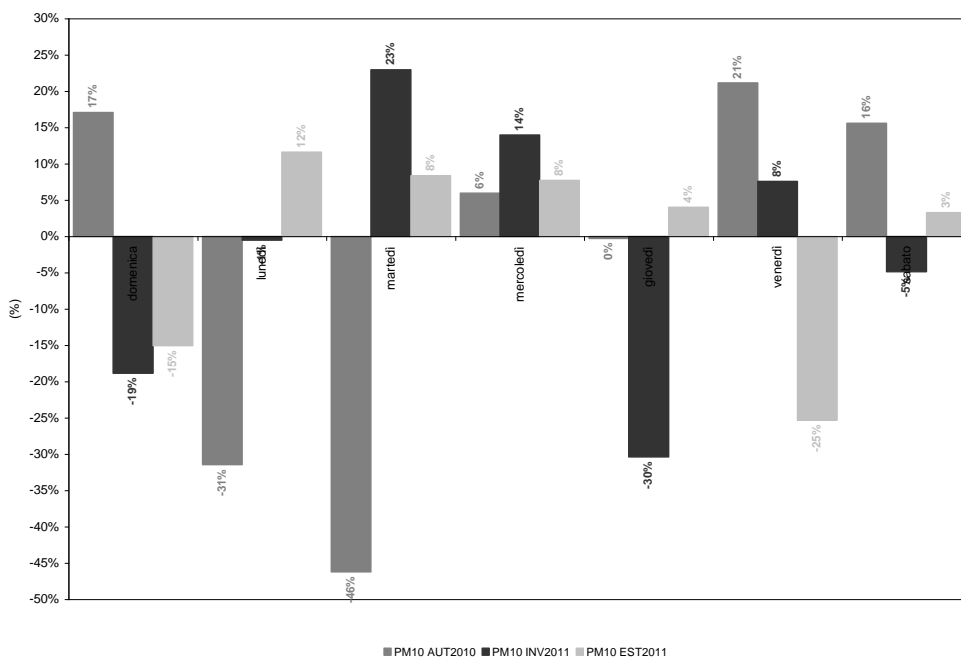


Figura 8.4.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub>

Le concentrazioni giornaliere nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>, tranne che per il periodo autunnale, presentano una oscillazione settimanale con una tendenziale crescita nel corso della settimana lavorativa e una progressiva diminuzione il sabato e la domenica. In termini assoluti le concentrazioni maggiori si osservano nel corso del periodo invernale, sia per un numero maggiore di sorgenti emissive (impianti di combustione industriali e non) sia per le modalità di dispersione nell'atmosfera.

## 9. Valutazione dello stato della qualità dell'aria attraverso indici sintetici

### 9.1 Premessa

Un indice di qualità dell'aria è una grandezza adimensionale definita per rappresentare sinteticamente lo stato complessivo dell'inquinamento atmosferico. Vista la semplicità di costruzione degli indici di qualità dell'aria, lo scopo del loro utilizzo è puramente indicativo e comunicativo; in particolare, esso viene comunicato al pubblico utilizzando un approccio molto semplificato basato più che sulla comunicazione del valore numerico dell'indice, sulla appartenenza di quel valore ad una classe, cui poter associare, giudizi e consigli.

La finalità dell'indice di qualità dell'aria è quella di dare indicazioni quotidiane alla popolazione per evitare effetti sanitari indesiderati a breve termine; pertanto, nella formulazione dell'indice saranno inclusi, solamente, gli inquinanti che notoriamente presentano un effetto sulla salute di tipo acuto (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>).

La formulazione dell'indice di qualità prevede, preliminarmente, la costruzione di una scala adimensionale per ogni inquinante (sottoindice), ed infine la definizione di un criterio di aggregazione tra gli inquinanti. In ambito internazionale la modalità di "adimensionalizzazione" più diffusa prevede la divisione del livello di concentrazione dell'inquinante, espresso nell'unità di misura originaria, per un valore di riferimento, diverso da inquinante a inquinante, e che solitamente coincide con il limite di legge (standardizzazione): in questo approccio, il sottoindice rappresenta lo scostamento percentuale del livello di concentrazione dell'inquinante i-esimo rispetto al rispettivo limite di emissione; inoltre, al sottoindice viene generalmente assegnato il valore 100 in caso di superamento del limite di legge. Circa le modalità di aggregazione tra gli inquinanti, le soluzioni adottabili sono generalmente due:

- 1) valore dell'indice sintetico calcolato come valore più elevato tra tutti i sottoindici calcolati: la scelta del sottoindice massimo permette l'assegnazione di un valore pari ad almeno a 100 in corrispondenza del superamento del limite di legge di anche uno solo degli inquinanti;
- 2) valore dell'indice sintetico come media tra tutti o alcuni dei sottoindici, con eventualmente correzioni: contrariamente dal caso precedente, in corrispondenza del superamento del limite di un solo inquinante, l'indice aggregato assume un valore inferiore a 100, a meno di specifiche forzature.

### 9.2 Valutazione dello stato di qualità dell'aria con l'indice IQA adottato dall'ARPA Molise

#### 9.2.1 Definizione dell'indice IQA dell'ARPA Molise

L'indice di qualità dell'aria IQA adottato dell'ARPA Molise è un indice della qualità dell'aria sintetico ottenuto come media di sottoindici. Gli inquinanti inclusi nella definizione dell'indice IQA sono il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), il particolato (PM<sub>10</sub>) e l'ozono (O<sub>3</sub>).

L'indice IQA viene calcolato nel modo seguente:

- 1) si considerano la concentrazione massima oraria giornaliera per l'NO<sub>2</sub>, il massimo giornaliero della media mobile di 8h dell'O<sub>3</sub>, nonché la concentrazione media giornaliera per il PM<sub>10</sub>;
- 2) i sottoindici relativi a ciascuno inquinante sono definiti utilizzando il criterio della standardizzazione rispetto ai limiti di legge:

$$I_i = \frac{V_{\text{med periodo } i}}{V_{\text{rif } i}} \cdot 100$$

dove,  $I_i$  è il sottoindice relativo all'inquinante i-esimo,  $V_{\text{med periodo } i}$  è la concentrazione media oraria e/o giornaliera misurata e  $V_{\text{rif } i}$  è il rispettivo valore limite giornaliero previsto dalla normativa vigente (si associa un valore pari a 100 in corrispondenza del superamento del limite di legge);




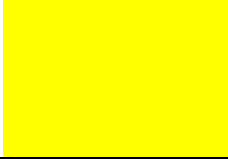

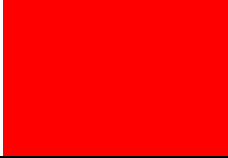

- 3) si utilizza sempre nel calcolo, il sottoindice relativo al parametro PM<sub>10</sub>, mediato con il più alto tra i sottoindici calcolati per gli altri inquinanti (in corrispondenza del superamento del limite di un solo inquinante, l'indice aggregato assume un valore inferiore a 100):

$$IQA = \frac{I_{PM_{10}} + \max(I_{NO_2}, I_{O_3})}{2}$$

- 4) nella formulazione dell'indice IQA non viene considerato il contributo dell'O<sub>3</sub>, parametro non misurato nell'ambito del Piano di Monitoraggio:

$$IQA = \frac{I_{PM_{10}} + I_{NO_2}}{2}$$

Il valore dell'indice viene riferito a sette classi, con la scala cromatica che varia dal celeste al viola, passando per il verde, giallo, arancione e rosso. Ai diversi livelli di IQA si associano giudizi diversi in merito alla qualità dell'aria, diversi colori e diverse raccomandazioni utili alla popolazione.

Scala IQA	Qualità dell'aria	Scala di colore	Informazioni alla popolazione
0÷50	OTTIMA		La qualità dell'aria è considerata eccellente
51÷75	BUONA		La qualità dell'aria è considerata molto soddisfacente con nessun rischio per la popolazione.
76÷100	DISCRETA		La qualità dell'aria è soddisfacente con nessun rischio per la popolazione.
101÷125	MEDIOCRE		La popolazione non è a rischio. Le persone asmatiche, bronchitiche croniche o cardiopatiche potrebbero avvertire lievi sintomi respiratori solo durante un'attività fisica intensa; si consiglia pertanto a questa categoria di persone di limitare l'esercizio fisico all'aperto, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.
126÷150	POCO SALUBRE		Le persone con complicazioni cardiache, gli anziani e i bambini potrebbero essere a rischio, si consiglia pertanto a queste categorie di persone di limitare l'attività fisica e la permanenza prolungata all'aria aperta specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.
151÷175	INSALUBRE		Molti cittadini potrebbero avvertire lievi sintomi negativi sulla salute, comunque reversibili, per tanto si consiglia di limitare la permanenza all'aria aperta, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi. I membri dei gruppi sensibili potrebbero invece avvertire sintomi più seri, è quindi conveniente esporsi il meno possibile all'aria aperta.
>175	MOLTO INSALUBRE		Tutti i cittadini potrebbero avvertire lievi effetti negativi sulla salute. Gli anziani e le persone con complicazioni respiratorie dovrebbero evitare di uscire, mentre gli altri, specialmente i bambini, dovrebbero evitare l'attività fisica e limitare la permanenza all'aria aperta, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi

**Tabella 9.2.1.1:** indice della qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise



### 9.2.2 Campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010)

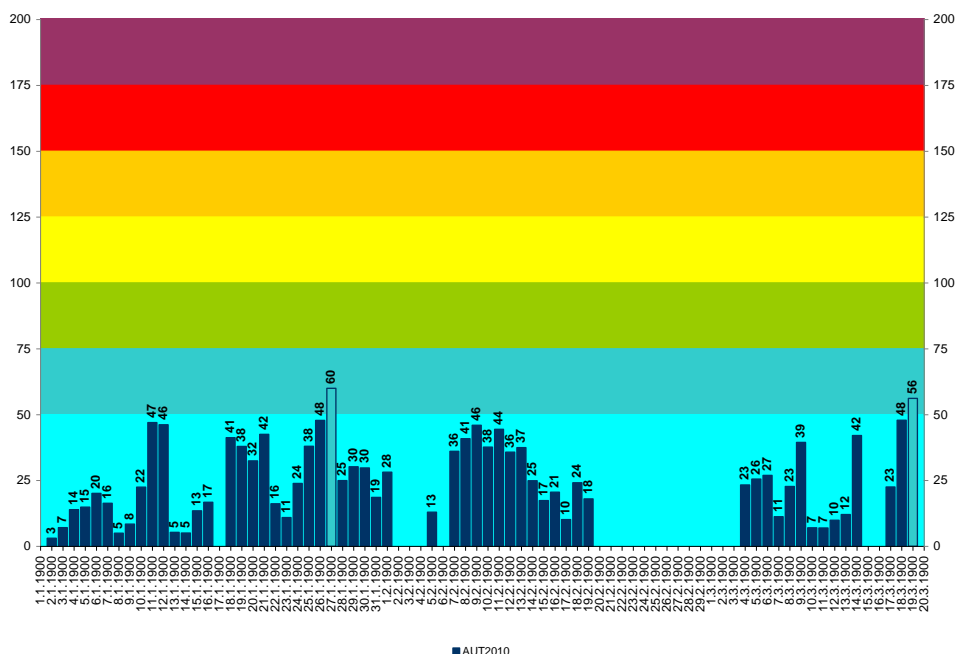


Figura 9.2.2.1: andamento dell'indice di qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise

Lo stato di qualità dell'aria riscontrato durante la campagna AUTUNNO 2010 è sempre sostenibile con nessun rischio per la popolazione; la classe più popolata è quella che corrisponde ad "ottimo", con tutti i sottoindici degli inquinanti al di sotto del valore di legge. Dalla disamina dei sottoindici, inoltre, si riscontra che il peggioramento del giudizio dello stato di qualità dell'aria da "ottimo" a "buono" è stato causato principalmente dal peso del sottoindice del PM<sub>10</sub> sulla formulazione dell'indice IQA, mentre il contributo dell'NO<sub>2</sub> non sembra essere rilevante; in particolare solo per il giorno 31 ottobre 2010 si è riscontrato un superamento del valore limite giornaliero della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>.

### 9.2.3 Campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011)

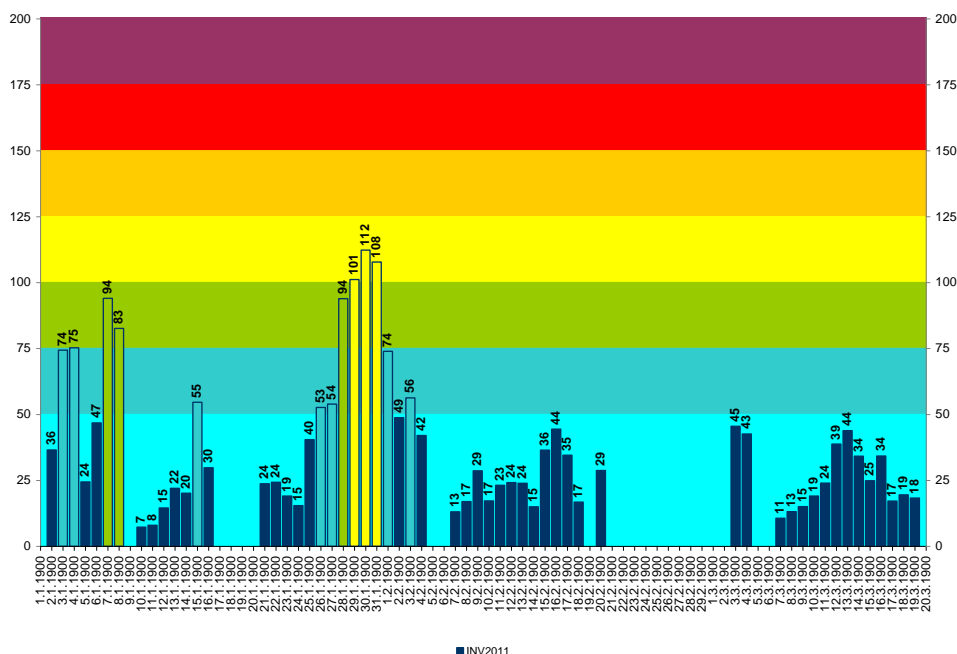


Figura 9.2.3.1: andamento dell'indice di qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise

Lo stato di qualità dell'aria riscontrato durante la campagna INVERNO 2011, caratterizzata da 9 superamenti del valore limite giornaliero della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>, di cui 5 consecutivi, è sempre sostenibile per la maggior parte del periodo di osservazione con nessun rischio per la popolazione. La classe più popolata è quella corrispondente ad "ottimo", con tutti i sottoindici degli inquinanti al di sotto del valore di legge. Dalla disamina dei sottoindici, inoltre, si riscontra che, in generale, il peggioramento dello stato di qualità dell'aria è stato causato principalmente dal peso del sottoindice del PM<sub>10</sub> sulla formulazione dell'indice IQA. In particolare solo in 3 giornate consecutive si è riscontrato uno scadimento dello stato di qualità dell'aria da "discreto" a "mediocre": tale peggioramento è stato causato, contestualmente, dai pesi dei sottoindici del PM<sub>10</sub> e dell'NO<sub>2</sub> sulla formulazione dell'indice, e, in particolare, da quello del PM<sub>10</sub> condizionato dai superamenti del valore limite giornaliero della concentrazione nell'aria ambiente dell'inquinante. Viceversa, l'alternarsi dello stato di qualità da "buono" a "discreto" è da attribuire principalmente al peso del sottoindice del PM<sub>10</sub> sulla formulazione dell'indice di qualità, particolarmente condizionato, come nel caso precedente, dai superamenti dei livelli dell'inquinante nell'aria ambiente.

### 9.2.4 Campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011)

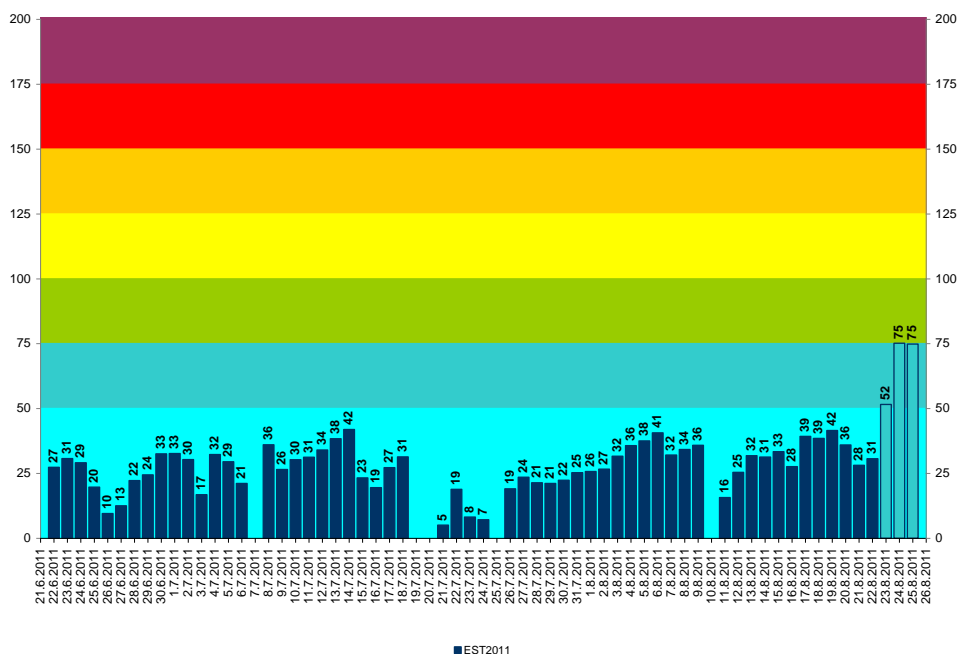


Figura 9.2.4.1: andamento dell'indice di qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise

Lo stato di qualità dell'aria riscontrato durante la campagna ESTATE 2011 è sempre sostenibile; la classe più popolata è quella che corrisponde ad "ottimo", con tutti i sottoindici degli inquinanti al di sotto del valore di legge. Dalla disamina dei sottoindici, inoltre, si riscontra che lo scadimento dello stato di qualità da "ottimo" a "buono" è stato causato principalmente dal peso del sottoindice del PM<sub>10</sub> sulla formulazione dell'indice IQA, condizionato dai 2 superamenti consecutivi del valore limite giornaliero dei livelli dell'inquinante nell'aria ambiente, mentre il contributo dell'NO<sub>2</sub> non sembra essere rilevante.

## 10. Conclusioni

### 10.1 Sulla valutazione dei dati meteorologici

#### 10.1.1 Intensità e direzione del vento

Il campo della direzione del vettore vento è fortemente influenzato dall'orografia locale; difatti, le direzioni del vento predominanti sono provenienti prevalentemente dal quadrante settentrionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da N, NNE, NE, ENE e NNW, e dal quadrante meridionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da SSW e SW. Inoltre, il campo anemologico riscontrato è difforme da quello utilizzato preliminarmente dalla ENERGONUT S.p.A. in sede di VIA come input meteo per l'implementazione modellistica e la stima delle aree di massima ricaduta (l'input meteo era stato costruito sulla scorta delle serie storiche della centralina meteo climatica dell'ARSIAM). Pertanto, anche se la dislocazione delle postazioni di misura "esteriormente" è congrua con la distribuzione delle direzioni prevalenti del vento, si ravvisa la necessità di una ulteriore rielaborazione modellistica dello scenario emissivo sulla scorta dei nuovi dati meteo acquisiti sulla verticale dello stabilimento, che consentirà, con maggior dettaglio e verosimiglianza, di individuare le zone di massima ricaduta legate all'esercizio reale del coinceneritore di POZZILLI.

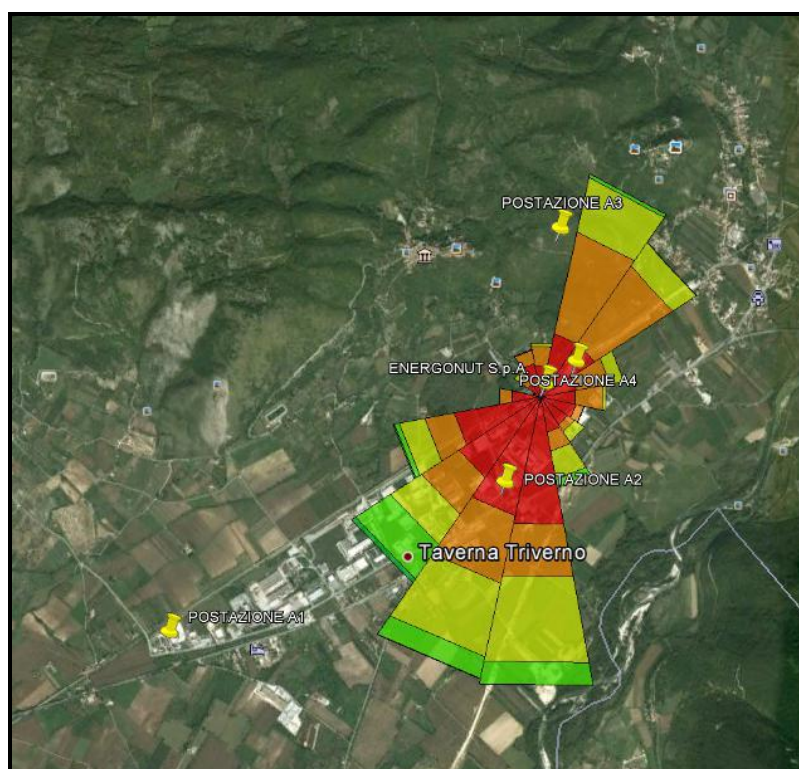


Figura 10.1.1.1: rosa dei venti (flow vector) dei dati cumulativi delle campagne AUTUNNO 2010, INVERNO 2011 ed ESTATE 2011

### 10.2 Sulla valutazione degli andamenti degli inquinanti

#### 10.2.1 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>, le indagini effettuate mostrano assenza di episodi acuti per superamento della soglia di allarme (superamento per 3 ore consecutive del valore di 500 µg/Nm<sup>3</sup>). Dall'andamento del massimo giornaliero delle medie orarie, si evince che le concentrazioni medie orarie di SO<sub>2</sub> sono ampiamente e costantemente al di sotto del valore limite orario di 350 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente; inoltre, dall'andamento della media giornaliera, si evince che le concentrazioni medie giornaliere di SO<sub>2</sub> sono ampiamente e costantemente al di sotto del valore limite giornaliero di 125 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

Si precisa, infine, che le concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub> si sono mantenute generalmente su valori molto bassi e spesso sul limite di rilevabilità strumentale. Nel complesso si può affermare che, relativamente a questo inquinante, la situazione è esente da particolari criticità; inoltre, a tendenza registrata è quella dello scenario generale Italiano, che vede l'inquinamento da SO<sub>2</sub> in costante diminuzione ed ormai a valori non più allarmanti con il progredire della metanizzazione ed il miglioramento della qualità dei combustibili in relazione al loro tenore di zolfo.

#### 10.2.2 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) rivestono grande importanza ambientale e sanitaria per la molteplicità di fenomeni di inquinamento ambientale cui prendono parte:

1. l'NO<sub>2</sub> è un composto secondario che presenta una nocività intrinseca (effetti acuti e a lungo termine sull'apparato respiratorio), la quale giustifica l'esistenza di un valore limite orario di qualità dell'aria ed anche di una soglia di allarme;
2. gli NO<sub>x</sub> giocano un ruolo importante nel fenomeno delle piogge acide;
3. l'acido nitrico proveniente dall'ossidazione di NO<sub>2</sub> va costituire, come tale o sotto forma di nitrato, una frazione importante degli aerosol atmosferici;
4. un ulteriore ruolo fondamentale nel determinare la qualità dell'aria di territorio, gli NO<sub>x</sub> lo esercitano nella partecipazione ai processi di formazione dello "smog fotochimico".

Pertanto, il controllo degli ossidi di azoto ai fini di evitare un peggioramento della qualità dell'aria rappresenta un importante fattore da tenere in considerazione nell'elaborazione di strategie di intervento volte ad evitare un peggioramento della qualità dell'aria.

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>, le indagini effettuate mostrano assenza di episodi acuti per superamento della soglia di allarme (superamento per 3 ore consecutive del valore di 400 µg/Nm<sup>3</sup>). Dall'andamento del massimo giornaliero delle medie orarie, si evince che le concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> sono ampiamente e costantemente al di sotto del valore limite orario di 200 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Inoltre, il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> dei tre periodi di monitoraggio è ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Da notare la grande differenza tra estate ed inverno: nei mesi estivi si riscontra un valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> di 9.05 µg/Nm<sup>3</sup>, pari a circa la metà di quello riscontrato nei mesi autunnali ed invernali, pari rispettivamente a 14.72 µg/Nm<sup>3</sup> e 15.30 µg/Nm<sup>3</sup>. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Si precisa, infine, che l'area monitorata non è stata interessata da significativi picchi di inquinamento da NO<sub>x</sub> e le concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> si sono mantenute su valori medio bassi; Inoltre, dal confronto dei dati medi giornalieri di NO<sub>2</sub> registrati nella campagna AUTUNNO 2010, INVERNO 2011 ed ESTATE 2011, e nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria, emerge che i livelli di concentrazioni osservati nelle postazioni A1, A2, A3 ed A4 sono generalmente superiori a quelli registrati nella stazione fissa di VASTOGIRARDI, stazione di zero, e, comunque, inferiori ai livelli di concentrazione osservati nelle stazioni V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO e IS1 di ISERNIA, stazioni da traffico. Questo aspetto riveste importanza sia per l'attività di monitoraggio in sé, ma anche ai fini di una valutazione delle possibili pressioni ambientali dell'impianto di coincenerimento dell'ENERGONUT S.p.A., poiché gli NO<sub>x</sub> vengono emessi da una molteplicità di attività antropiche: fonti veicolari, combustioni civili ed industriali. Nel complesso si può affermare che, relativamente a questo inquinante, la situazione è esente da particolari criticità.

#### 10.2.3 Monossido di carbonio (CO)

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di CO, le indagini effettuate mostrano assenza di superamenti del massimo giornaliero delle medie orarie 8h di 10 mg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente; inoltre i livelli nell'aria ambiente di CO sono estremamente bassi.

Nel complesso si può affermare che, relativamente a questo inquinante, la situazione è esente da particolari criticità; inoltre, la causa principale di inquinamento da monossido di CO è indubbiamente costituita dal traffico veicolare (si stima che il settore dei trasporti contribuisca per il 90% alle emissioni di CO di origine antropica).

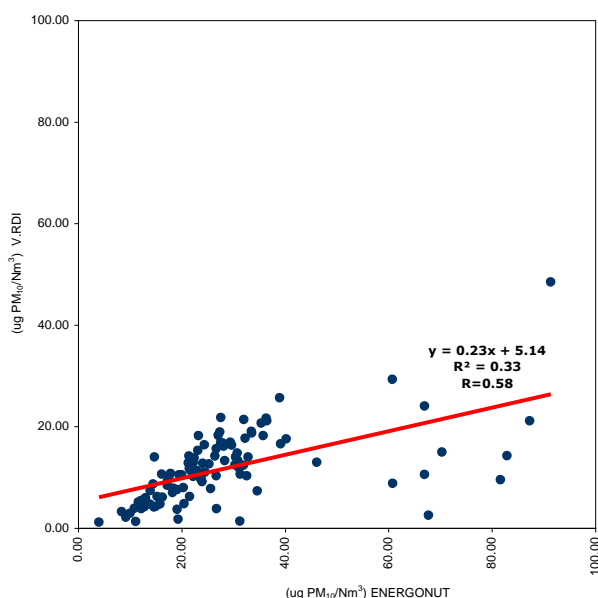
### 10.2.4 Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Il benzene non è soggetto a limiti di qualità dell'aria sul breve periodo (orari o su 24 ore) ma soltanto ad un valore medio annuale, pertanto, per descriverne la qualità dell'aria si è fatto riferimento, in maniera puramente indicativa, all'indicatore della media sui vari periodi di campionamento.

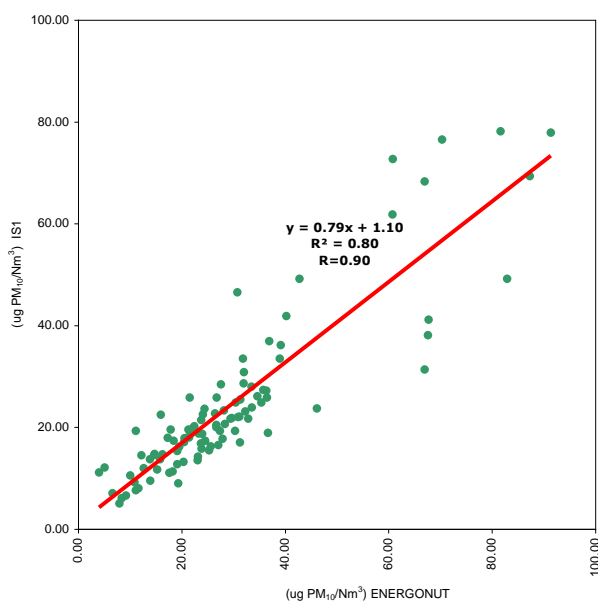
Le indagini condotte indicano chiaramente come questo inquinante sia esente da criticità, infatti, il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, riscontrato nei vari periodi di campionamento, è sempre al di sotto del valore limite annuale di 5 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

### 10.2.5 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

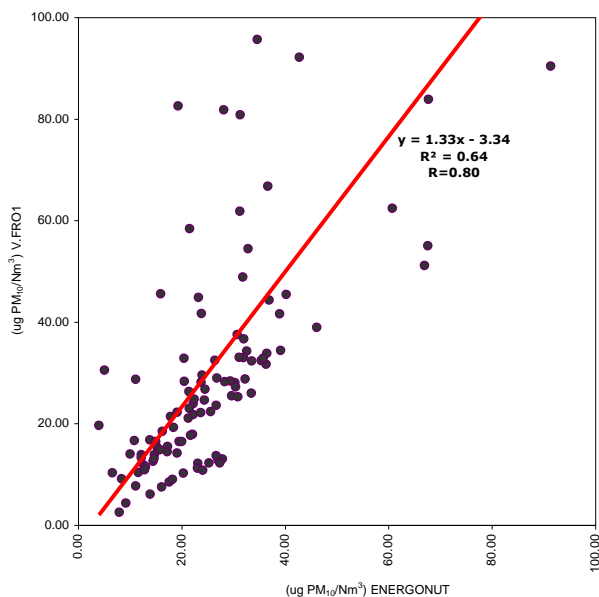
Il PM<sub>10</sub> è l'inquinante di più recente interesse da parte del legislatore, ma anche quello che presenta le maggiori criticità ambientali, comuni del resto a gran parte del territorio regionale e nazionale. La situazione del particolato può essere rappresentata valutando l'andamento delle concentrazioni medie giornaliere e delle medie sul periodo di campionamento.



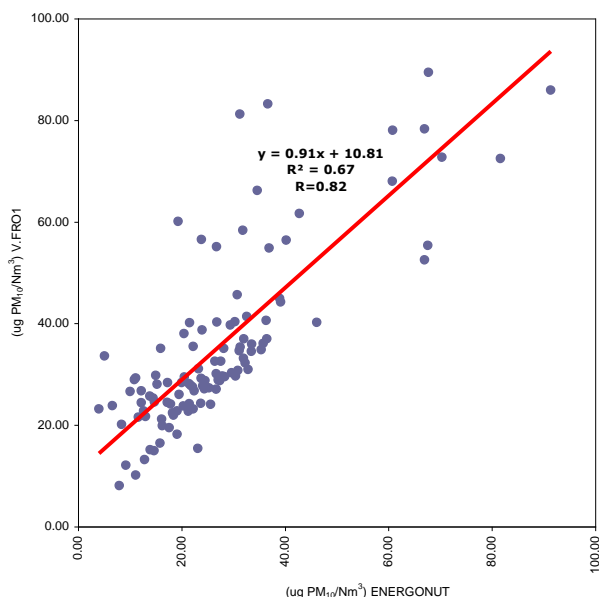
**Figura 10.2.5.1:** correlazione delle medie 24h di PM<sub>10</sub> ENERCONUT vs. V.RDI del Comune di VASTOGIRARDI



**Figura 10.2.5.2:** correlazione delle medie 24h di PM<sub>10</sub> ENERCONUT vs. IS1 del Comune di ISERNIA



**Figura 10.2.5.3:** correlazione delle medie 24h di PM<sub>10</sub> ENERGONUT vs. V.FRO1 del Comune di VENAFRO



**Figura 10.2.5.4:** correlazione delle medie 24h di PM<sub>10</sub> ENERGONUT vs. V.FRO2 del Comune di VENAFRO

La molteplicità delle sorgenti di emissione, l'elevata capacità diffusiva delle particelle di piccolo diametro, la possibilità d'interazione del particolato con inquinanti presenti allo stato gassoso nell'atmosfera fanno sì che il PM<sub>10</sub> presenti una distribuzione piuttosto uniforme su ampie aree di territorio. Difatti, una caratteristica importante del PM<sub>10</sub> è quella di essere un inquinante di tipo "ubiquitario", presenta cioè andamenti delle concentrazioni analoghe in diverse località del Regione Molise, e, pertanto, può essere considerato un buon indicatore della qualità dell'aria di una ampia porzione di territorio. Tale fenomeno è osservabile mettendo a confronto gli andamenti dei livelli medi giornalieri di PM<sub>10</sub> registrati nella campagna AUTUNNO 2010, INVERNO 2011 ed ESTATE 2011 e nelle stazioni fisse della rete regionale. Dal punto di vista qualitativo, l'analisi degli andamenti mostra come i livelli di concentrazioni osservati nelle postazioni A1, A2, A3 ed A4 sono allineati con quelli registrati nelle stazioni fisse della rete di monitoraggio. In particolare, i valori misurati nelle postazioni sono superiori a quelli registrati nella stazione fissa di VASTOGIRARDI, centralina di zero, confrontabili con quelli rilevati dalla stazione fissa di IS1 di ISERNIA e, comunque, generalmente inferiori ai livelli di concentrazione osservati nelle stazioni V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO, stazioni da traffico. Viceversa, dal punto di vista statistico, l'analisi di correlazione tra le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> osservate nelle 3 campagne con le concentrazioni giornaliere omologhe registrate rispettivamente nelle centraline della Provincia di ISERNIA mostra una "correlazione moderata" con i dati di VASTOGIRARDI (0.3<R<0.7) ed una "correlazione forte" con i dati di ISERNIA e VENAFRO (R>0.7).

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> osservati nelle campagne di monitoraggio, il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente dell'inquinante riscontrato nei 3 periodi di misura è ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Da notare che, a differenza dell'NO<sub>2</sub>, nei mesi estivi si riscontra un valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di 25.47 µg/Nm<sup>3</sup>, in linea con quello riscontrato nei mesi autunnali, 21.31 µg/Nm<sup>3</sup>, e poco più basso della concentrazione media invernale di 30.50 µg/Nm<sup>3</sup>. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative.

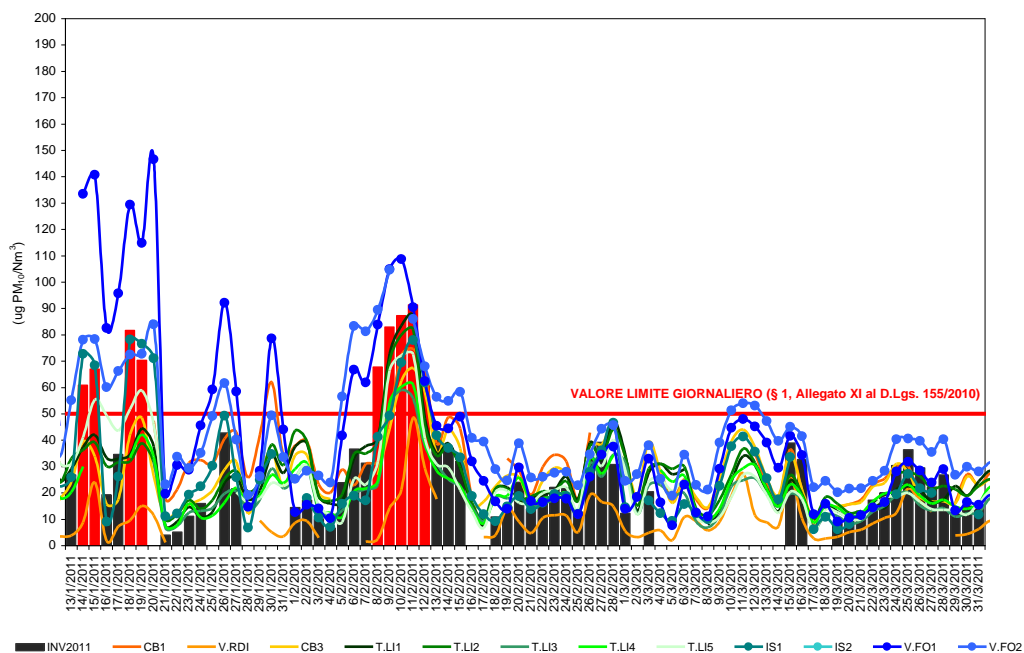
Inoltre, le indagini effettuate mostrano che si sono verificati 12 superamenti del valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub> di 50 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente, di cui:

- n. 1 superamento riscontrato nella campagna AUTUNNO 2010;
- n. 9 superamenti riscontrati nella campagna INVERNO 2011;
- n. 2 superamenti riscontrati nella campagna ESTATE 2011;

Postazione	Periodo	Inizio campagna	Fine campagna	Numero superamento	Data	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
A1	AUTUNNO 2010	22.10.2010	05.11.2010	1	22.10.2010	50.7
				2	14.01.2011	60.8
A1	INVERNO 2011	13.01.2011	27.01.2011	3	15.01.2011	67.0
				4	18.01.2011	81.7
				5	19.01.2011	70.3
				6	08.02.2011	67.7
				7	09.02.2011	82.9
A2	INVERNO 2011	01.02.2011	15.02.2011	8	10.02.2011	87.3
				9	11.02.2011	91.3
				10	12.02.2011	60.7
A4	ESTATE 2011	11.08.2011	25.08.2011	11	24.08.2011	67.6
				12	25.08.2011	67.0

**Tabella 10.2.5.1:** riepilogo del numero di superamenti di PM<sub>10</sub>

Circa i 9 superamenti riscontrati nella campagna INVERNO 2011, dal confronto dei dati della rete di monitoraggio della Regione MOLISE, si evince che superamenti omologhi si sono riscontrati anche in altre stazioni della rete della qualità dell'aria; difatti, in condizioni meteorologiche sfavorevoli, quali quelle invernali, le concentrazioni di polveri fini aumentano su tutto il territorio regionale.



**Figura 10.2.5.5:** confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> (INVERNO 2011 vs. Rete Regionale QA)



Inoltre, dal confronto delle concentrazioni medie giornaliere dell'inquinante particolato con l'intensità del vento, si evince che in concomitanza dei 9 superamenti, la velocità media giornaliera del vento (VV) era inferiore ai 2 m/s. Difatti, dal punto di vista meteorologico, il vento ha notoriamente un effetto di diluizione nei confronti di tutti gli inquinanti atmosferici, e, pertanto, i livelli di PM<sub>10</sub> sono anticorrelati con la media giornaliera della velocità del vento (VV); inoltre, dall'analisi dei dati meteo delle 3 campagne, si osservano sempre incrementi significativi di PM<sub>10</sub> in contemporaneità di venti deboli, generalmente sotto i 3 m/s.

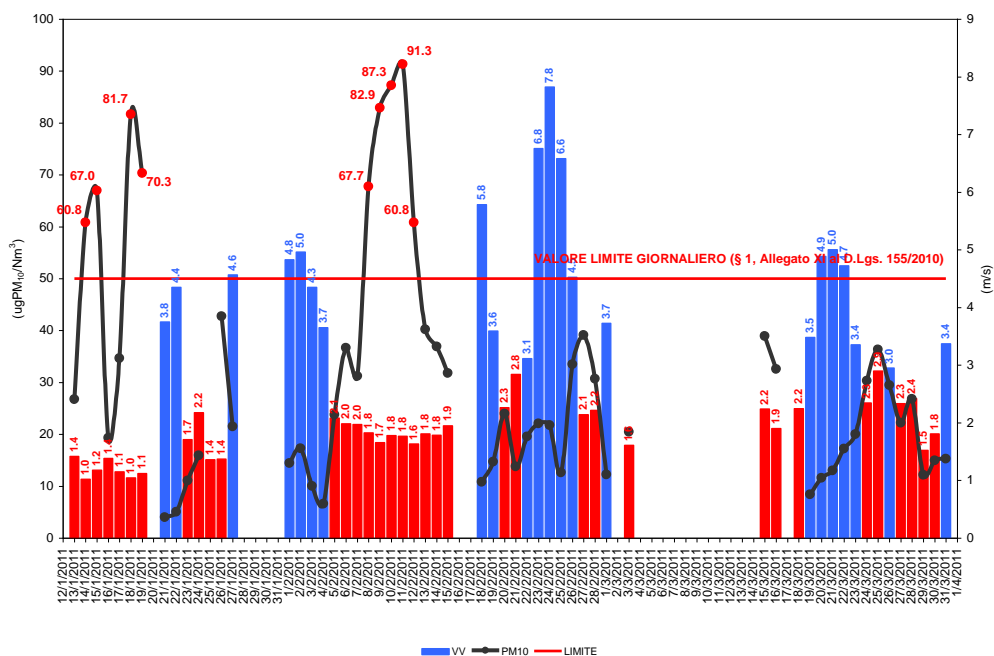


Figura 10.2.5.6: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>10</sub> vs. VV

Si precisa, infine, che il semplice numero di superamenti di un "tetto" limite costituisce un dato molto aggregato che non fornisce grandi indicazioni circa l'effettiva situazione di criticità del parametro. Comunque, dall'analisi degli andamenti dei livelli medi giornalieri di PM<sub>10</sub>, risulta che generalmente le concentrazioni dell'inquinante sono mediamente sulla metà del valore limite giornaliero di 50 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

### 10.2.6 Materiale particolato con diametro < 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>)

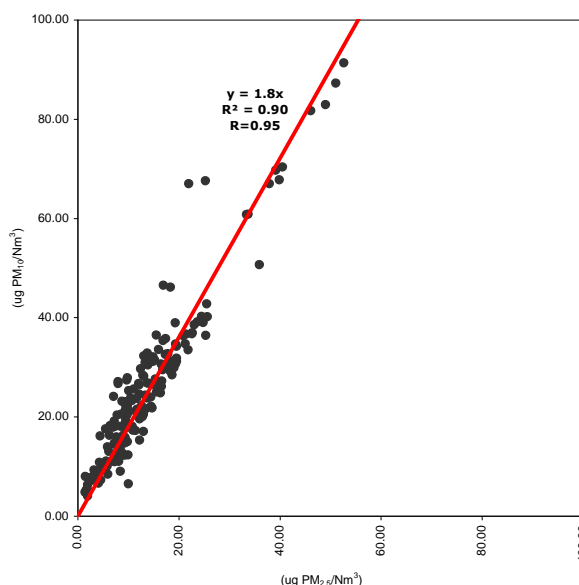


Figura 10.2.6.1: correlazione delle medie 24h di PM<sub>2.5</sub> vs. PM<sub>10</sub>

L'analisi comparata dei livelli medi giornalieri del PM<sub>2.5</sub> con quelli del PM<sub>10</sub> mostra una robusta correlazione fra le due frazioni aerodinamiche del particolato (R=0.95); pertanto, tutte le considerazioni valide per il PM<sub>10</sub> sono estendibili anche al PM<sub>2.5</sub>.

Relativamente all'analisi dei livelli nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub> riscontrati nelle campagne di monitoraggio, il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub> registrato nei 3 periodi di misura è ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 28 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente per l'anno 2011. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative.

Inoltre, dal confronto delle concentrazioni medie giornaliere dell'inquinante particolato con l'intensità del vento, si evince che, così come riscontrato anche per il PM<sub>10</sub>, il vento ha un effetto di diluizione nei confronti dell'inquinante particolato, e, pertanto, i livelli di PM<sub>2.5</sub> sono anticorrelati con la media giornaliera della velocità del vento (VV); inoltre, dall'analisi dei dati meteo delle 3 campagne, si osservano sempre incrementi significativi di PM<sub>2.5</sub> in contemporaneità di venti deboli, generalmente sotto i 3 m/s.

#### 10.2.7 *Cadmio (Cd), Arsenico (As) e Nichel (Ni) nella frazione di PM<sub>10</sub>*

I metalli pesanti Cd, As e Ni non sono soggetti a limiti di qualità dell'aria sul breve periodo (orari o su 24 ore), ma soltanto a valori obiettivo riferiti ai tenori totali di ciascun metallo presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolati come medie su anno civile; pertanto, per descriverne la qualità dell'aria si è fatto riferimento, in maniera puramente indicativa, agli indicatori delle medie sui vari periodi di campionamento.

Le indagini condotte indicano chiaramente come i tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolati come media sui singoli periodi di campionamento, sono sempre al di sotto dei rispettivi valori obiettivo annuali imposti dalla normativa vigente.

#### 10.2.8 *Ammoniaca (NH<sub>3</sub>) con campionatori passivi RADIELLO®*

L'ammoniaca (NH<sub>3</sub>) non è soggetta a limiti di qualità dell'aria sul breve e sul lungo periodo, pertanto per descrivere la qualità dell'aria, in maniera puramente indicativa, si è fatto riferimento ai Threshold Limit Value o TLV (valori limite di soglia). Si precisa che le valutazioni con i predetti limiti di soglia TLV sono valutazioni dello stato di salubrità dell'aria e si applicano esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro; inoltre, l'ordine di grandezza del TLV è il ppm (mg/Nm<sup>3</sup>), mentre i limiti di qualità dell'aria del D.Lgs. 155/2010 sono espressi in ppb (µg/Nm<sup>3</sup>).

Le indagini condotte indicano che i tenori di NH<sub>3</sub>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono sempre ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-TWA di 17 mg/Nm<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH.

Si precisa che i tenori di NH<sub>3</sub> riscontrati sono generalmente al di sotto del limite di rilevabilità strumentale, e, comunque, molto bassi, se confrontati con il TLV, quando rilevabili strumentalmente. Inoltre, i livelli di NH<sub>3</sub> riscontrati presso la postazione A1, ubicata presso il Consorzio per il Nucleo di Sviluppo Industriale ISERNIA – VENAFRO, sono verosimilmente riconducibili all'attività del depuratore di acque reflue urbane e rifiuti liquidi non canalizzati dell'Area Industriale di POZZILLI.

#### 10.2.9 *Acido Cloridrico (HCl) ed Acido Fluoridrico (HF) con campionatori passivi RADIELLO®*

Gli acidi alogenati cloridrico (HCl) e fluoridrico (HF) non sono soggetti a limiti di qualità dell'aria sul breve e sul lungo periodo, pertanto per descrivere la qualità dell'aria, in maniera puramente indicativa, si è fatto riferimento ai rispettivi TLV della ACGIH. Si precisa che le valutazioni con i predetti TLV sono valutazioni dello stato di salubrità dell'aria e si applicano esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro; inoltre, l'ordine di grandezza del TLV è il ppm (mg/Nm<sup>3</sup>), mentre i limiti di qualità dell'aria del D.Lgs. 155/2010 sono espressi in ppb (µg/Nm<sup>3</sup>).

I tenori di HCl, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono sempre ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C di 7 mg/Nm<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. Si precisa che i tenori di HCl riscontrati sono, comunque, molto bassi, se confrontati con il TLV, quando rilevabili strumentalmente.

I tenori di HF, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C di 2.6 mg/Nm<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. Si precisa che i tenori di HF riscontrati sono, comunque, molto bassi, se confrontati con il TLV, quando rilevabili strumentalmente.

### **10.3 Sulla valutazione dell'andamento del giorno tipo di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>**

#### *10.3.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)*

Le concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> riscontrate nei tre periodi di campionamento, hanno il tipico andamento giornaliero a due picchi, con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità veicolare, determinato dall'attivazione delle reazioni fotochimiche in corrispondenza con le ore di maggiore insolazione.

In generale, i valori estivi, rispetto quelli autunnali - invernali mostrano un andamento bimodale meno accentuato; inoltre, il trend delle concentrazioni è di tipo stagionale con valori in aumento a partire dai mesi autunnali e con valori più alti nei mesi propriamente invernali, sia per un numero maggiori di sorgenti emissive (impianti di combustione industriali e non) sia per le modalità di dispersione nell'atmosfera.

Si precisa che l'andamento bimodale delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> nel giorno tipo dimostra una certa dipendenza delle concentrazioni dalle emissioni legate al traffico veicolare.

#### *10.3.2 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)*

Come per l'NO<sub>2</sub>, anche le concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> riscontrate nei tre periodi di campionamento, hanno il tipico andamento giornaliero a due picchi, con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità veicolare, ma, a differenza dell'NO<sub>2</sub> (fotochimico e secondario), con fenomeni di accumulo delle concentrazioni nelle ore notturne dovuto, principalmente, alla minore turbolenza atmosferica.

In generale, l'andamento bimodale è molto poco accentuato nei periodi estivi. In termini assoluti le concentrazioni maggiori si osservano nel corso del periodo invernale, pertanto, in generale il trend delle concentrazioni è di tipo stagionale. Si precisa che l'andamento bimodale delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> nel giorno tipo dimostra, verosimilmente, una dipendenza delle concentrazioni dalle emissioni legate al traffico veicolare.

Infine, combinando insieme le variazioni percentuali orarie di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> si osserva che gli andamenti dei due inquinanti presentano generalmente una buona correlazione qualitativa sia nelle ore diurne che in quelle notturne; in particolare, nelle ore diurne, essendo l'andamento giornaliero dell'NO<sub>2</sub> bimodale tipico da traffico veicolare, non appena questa sorgente emissiva diventa dominante rispetto alle altre, la distribuzione media giornaliera del PM<sub>10</sub> è molto relazionata con quella dell'NO<sub>2</sub>.

### **10.4 Sulla valutazione dell'andamento della settimana tipo di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>**

#### *10.4.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)*

Le concentrazioni giornaliere nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>, tranne che per il periodo autunnale, presentano una oscillazione settimanale con una tendenziale crescita nel corso della settimana lavorativa e una progressiva diminuzione il sabato e la domenica, con l'effetto della ripresa lavorativa del lunedì generalmente evidente.

In termini assoluti le concentrazioni maggiori si osservano nel corso del periodo invernale, sia per un numero maggiori di sorgenti emissive (impianti di combustione industriali e non) sia per le modalità di dispersione nell'atmosfera.

#### *10.4.2 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)*

Le concentrazioni giornaliere nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>, tranne che per il periodo autunnale, presentano una oscillazione settimanale con una tendenziale crescita nel corso della settimana lavorativa e una progressiva diminuzione il sabato e la domenica, con l'effetto della ripresa lavorativa del lunedì generalmente non molto evidente.

In termini assoluti le concentrazioni maggiori si osservano nel corso del periodo invernale, sia per un numero maggiori di sorgenti emissive (impianti di combustione industriali e non) sia per le modalità di dispersione nell'atmosfera.

Infine, combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di  $PM_{10}$  e  $NO_2$  si osserva che gli andamenti dei due inquinanti presentano una buona correlazione qualitativa: ad un aumento dell'uno corrisponde anche un aumento dell'altro e viceversa.

## 10.5 Sulla valutazione dello stato di qualità dell'aria

### 10.5.1 Indice IQA adottato dall'ARPA Molise

L'indice di qualità dell'aria IQA adottato dall'ARPA Molise, ed utilizzato nell'ambito del Piano di Monitoraggio, è un indice sintetico ottenuto come media di sottoindici. Gli inquinanti inclusi nella definizione dell'indice IQA sono il biossido di azoto ( $NO_2$ ) e il particolato ( $PM_{10}$ ). La modalità di aggregazione temporale dei dati misurati, necessaria per passare dalla scala di misura originaria di ogni singolo inquinante ad una scala adimensionale (sotto-indice), è la standardizzazione rispetto ai limiti di legge:

- $PM_{10}$  – valore limite 24h:  $50 \mu g/Nm^3$ ;
- $NO_2$  – valore limite 1h:  $200 \mu g/Nm^3$ .

Si precisa che nella formulazione dell'indice IQA non è stato considerato il contributo dell' $O_3$ , parametro non misurato nell'ambito del Piano di Monitoraggio.

Relativamente al primo anno di monitoraggio, lo stato di qualità dell'aria riscontrato durante le campagne di AUTUNNO 2010, INVERNO 2011 ed ESTATE 2011, caratterizzata complessivamente da 12 superamenti del valore limite giornaliero della concentrazione nell'aria ambiente di  $PM_{10}$ , di cui 5 consecutivi nella campagna invernale, è sempre sostenibile per la maggior parte del periodo di osservazione con nessun rischio per la popolazione; la classe più popolata è quella che corrisponde ad "ottimo", con tutti i sottoindici degli inquinanti al di sotto del valore di legge. In particolare, dalla disamina dei sottoindici si è osservato che:

- lo scadimento del giudizio qualità dell'aria da "buono" ad "discreto" è stato causato principalmente dal peso del sottoindice del  $PM_{10}$ , mentre il contributo dell' $NO_2$  non sembra essere rilevante: dei 15 eventi di giudizio "buono" e "discreto", 9 sono caratterizzati dal superamento del valore limite giornaliero della concentrazione nell'aria ambiente del  $PM_{10}$ ;
- i 3 eventi di giudizio "mediocre" sono determinati, contestualmente, dai pesi dei sottoindici dell' $NO_2$  e del  $PM_{10}$ , quest'ultimo particolarmente condizionato non solo dal superamento del valore limite giornaliero della concentrazione nell'aria ambiente, ma soprattutto dall'intensità del livello di tale inquinante rispetto al valore limite.

## 11. Dati delle campagne di monitoraggio

### 11.1 Dati della campagna AUTUNNO 2010 (6 ottobre ÷ 22 dicembre 2010)

#### 11.1.1 Massimi giornalieri delle medie orarie di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
06.10.2010	A4	0.0	6.1
07.10.2010	A4	0.6	14.2
08.10.2010	A4	0.6	11.7
09.10.2010	A4	0.8	10.6
10.10.2010	A4	0.8	10.6
11.10.2010	A4	0.6	16.0
12.10.2010	A4	0.6	10.0
13.10.2010	A4	0.4	16.8
14.10.2010	A4	0.3	25.0
15.10.2010	A4	0.4	31.9
16.10.2010	A4	0.5	24.0
17.10.2010	A4	0.2	10.6
18.10.2010	A4	0.5	10.1
19.10.2010	A4	0.7	11.7
20.10.2010	A4	0.6	33.4
22.10.2010	A1	1.9	45.4
23.10.2010	A1	1.7	29.1
24.10.2010	A1	1.5	16.1
25.10.2010	A1	1.4	45.3
26.10.2010	A1	1.3	28.1
27.10.2010	A1	1.5	11.2
28.10.2010	A1	1.7	24.4
29.10.2010	A1	1.7	52.6
30.10.2010	A1	1.7	45.4
01.11.2010	A1	1.5	37.2
02.11.2010	A1	1.4	16.9
03.11.2010	A1	1.3	48.4
04.11.2010	A1	1.4	32.4
05.11.2010	A1	1.5	22.2
09.11.2010	A2	0.7	23.0
10.11.2010	A2		
11.11.2010	A2	0.7	60.9
12.11.2010	A2	0.6	59.1
13.11.2010	A2	0.5	67.0
14.11.2010	A2	0.5	41.7
15.11.2010	A2	0.7	39.0
16.11.2010	A2	0.5	37.4
17.11.2010	A2	0.4	50.0
18.11.2010	A2	0.8	49.8
19.11.2010	A2	1.1	40.3
20.11.2010	A2	0.3	41.1
21.11.2010	A2	0.1	20.3
22.11.2010	A2	2.0	48.3
23.11.2010	A2	1.5	36.0
07.12.2010	A3	2.0	20.9
08.12.2010	A3	0.9	17.7
09.12.2010	A3	0.3	26.2
10.12.2010	A3		14.6
11.12.2010	A3		18.7
12.12.2010	A3		27.0
13.12.2010	A3		9.0

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
14.12.2010	A3		6.9
15.12.2010	A3		8.3
16.12.2010	A3		11.2
17.12.2010	A3		45.7
18.12.2010	A3		
19.12.2010	A3		
20.12.2010	A3		45.1
21.12.2010	A3		37.2
22.12.2010	A3		38.5

**Tabella 11.1.1.1:** massimi giornalieri delle medie orarie delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>

11.1.2 Medie giornaliere di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
06.10.2010	A4					
07.10.2010	A4					
08.10.2010	A4	0.5	7.5	1.3	11.0	8.1
09.10.2010	A4	0.5	8.2	1.2	12.2	9.3
10.10.2010	A4	0.5	9.2	1.1	17.0	13.0
11.10.2010	A4	0.3	9.6	1.1	12.3	10.0
12.10.2010	A4	0.3	7.5			
13.10.2010	A4					
14.10.2010	A4	0.2	14.7	1.1	16.2	9.0
15.10.2010	A4	0.3	16.6	1.3	39.0	24.8
16.10.2010	A4	0.3	14.9	1.1	40.2	25.7
17.10.2010	A4					
18.10.2010	A4					
19.10.2010	A4	0.3	8.5	1.3	10.5	5.2
20.10.2010	A4					
22.10.2010	A1	1.4	45.4	1.2	29.9	19.1
23.10.2010	A1	1.4	29.1	1.2	30.6	19.4
24.10.2010	A1	1.2	16.1	1.0	28.4	18.7
25.10.2010	A1	1.2	45.3	0.9	31.2	19.6
26.10.2010	A1	1.1	28.1	0.9	9.1	3.8
27.10.2010	A1	1.3	11.2	0.9	8.1	3.5
28.10.2010	A1	1.5	24.4	0.9	17.8	9.5
29.10.2010	A1	1.3	52.6	1.0	24.8	16.4
30.10.2010	A1	1.2	45.4	1.2	36.4	25.4
01.11.2010	A1	1.1	37.2	1.3	50.7	36.0
02.11.2010	A1	1.1	16.9	1.1	20.8	12.6
03.11.2010	A1	1.1	48.4	1.0	18.1	10.8
04.11.2010	A1	1.2	32.4	1.2	21.6	13.4
05.11.2010	A1	1.2	22.2	0.9	13.0	6.2
09.11.2010	A2	0.4	23.0	0.7	7.2	2.5
10.11.2010	A2					
11.11.2010	A2	0.4	60.9	0.9	20.9	11.8
12.11.2010	A2	0.4	59.1	1.1	26.1	16.6
13.11.2010	A2	0.3	67.0	1.1	29.2	18.3
14.11.2010	A2	0.3	41.7	1.2	27.2	16.7
15.11.2010	A2	0.3	39.0	1.1	34.7	21.3
16.11.2010	A2	0.3	37.4	1.0	26.4	15.4
17.11.2010	A2	0.2	50.0	1.0	25.0	15.6
18.11.2010	A2	0.5	49.8	1.1		15.3
19.11.2010	A2	0.6	40.3	0.7	7.3	4.6
20.11.2010	A2	0.2	41.1	1.3		10.1

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
21.11.2010	A2	0.0	20.3	0.7		5.9
22.11.2010	A2	0.8	48.3	1.1		3.8
23.11.2010	A2	1.2	36.0	0.9		5.9
07.12.2010	A3	0.9	20.9		18.0	7.4
08.12.2010	A3	0.5	17.7	3.2	21.1	10.3
09.12.2010	A3	0.1	26.2	2.8	20.4	7.8
10.12.2010	A3		14.6	1.8	7.6	2.3
11.12.2010	A3		18.7	2.3	18.1	8.5
12.12.2010	A3		27.0	3.3	32.7	17.9
13.12.2010	A3		9.0	1.6	4.8	1.5
14.12.2010	A3		6.9	1.7	5.2	1.7
15.12.2010	A3		8.3	2.0	7.8	2.8
16.12.2010	A3		11.2	2.2	9.3	3.3
17.12.2010	A3		45.7	3.4	30.6	16.5
18.12.2010	A3					
19.12.2010	A3					
20.12.2010	A3		45.1			
21.12.2010	A3		37.2	3.3	38.5	23.1
22.12.2010	A3		38.5	2.8	46.5	17.0

**Tabella 11.1.2.1:** medie giornaliere delle concentrazioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

### 11.1.3 Massime medie mobili di 8h di CO

Data	Stazione di rilevamento	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )
06.10.2010	A4	
07.10.2010	A4	
08.10.2010	A4	0.3
09.10.2010	A4	0.3
10.10.2010	A4	0.4
11.10.2010	A4	0.4
12.10.2010	A4	0.4
13.10.2010	A4	0.2
14.10.2010	A4	0.4
15.10.2010	A4	0.5
16.10.2010	A4	0.5
17.10.2010	A4	
18.10.2010	A4	
19.10.2010	A4	0.7
20.10.2010	A4	
22.10.2010	A1	
23.10.2010	A1	0.4
24.10.2010	A1	0.4
25.10.2010	A1	0.6
26.10.2010	A1	0.6
27.10.2010	A1	0.6
28.10.2010	A1	0.7
29.10.2010	A1	0.8
30.10.2010	A1	1.0
01.11.2010	A1	1.0
02.11.2010	A1	1.0
03.11.2010	A1	1.1
04.11.2010	A1	1.2
05.11.2010	A1	1.1
09.11.2010	A2	
10.11.2010	A2	

Data	Stazione di rilevamento	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )
11.11.2010	A2	0.5
12.11.2010	A2	0.5
13.11.2010	A2	0.6
14.11.2010	A2	0.6
15.11.2010	A2	0.6
16.11.2010	A2	0.6
17.11.2010	A2	0.7
18.11.2010	A2	0.8
19.11.2010	A2	0.4
20.11.2010	A2	0.4
21.11.2010	A2	0.3
22.11.2010	A2	0.2
23.11.2010	A2	0.2
07.12.2010	A3	
08.12.2010	A3	0.2
09.12.2010	A3	0.1
10.12.2010	A3	0.1
11.12.2010	A3	0.1
12.12.2010	A3	0.1
13.12.2010	A3	0.1
14.12.2010	A3	
15.12.2010	A3	
16.12.2010	A3	
17.12.2010	A3	0.4
18.12.2010	A3	
19.12.2010	A3	
20.12.2010	A3	
21.12.2010	A3	1.1
22.12.2010	A3	0.9

**Tabella 11.1.3.1:** massime medie mobili di 8h delle concentrazioni di CO

#### 11.1.4 Giorni Tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
0	11.2	24.5
1	9.8	21.6
2	9.2	21.3
3	8.3	19.6
4	8.7	18.9
5	10.8	18.2
6	12.4	17.8
7	15.6	17.8
8	17.9	18.9
9	16.1	18.6
10	15.0	17.5
11	14.5	16.4
12	13.5	14.7
13	14.2	14.4
14	13.3	15.2
15	15.3	16.5
16	17.0	19.9
17	19.2	23.9
18	22.2	29.0
19	20.1	29.2
20	19.2	29.9



Ora	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
21	18.4	30.3
22	17.8	30.0
23	14.7	28.8

**Tabella 11.1.4.1:** giorni tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

#### 11.1.5 Settimane Tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
Domenica	12.3	31.2
Lunedì	15.1	23.8
Martedì	13.2	16.3
Mercoledì	13.7	17.3
Giovedì	14.6	17.2
Venerdì	17.6	21.9
Sabato	16.2	25.9

**Tabella 11.1.5.1:** settimane tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

### 11.2 Dati della campagna INVERNO 2011 (13 gennaio ÷ 31 marzo 2011)

#### 11.2.1 Massimi giornalieri delle medie orarie di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
13.01.2011	A1	0.2	38.9
14.01.2011	A1	0.5	54.2
15.01.2011	A1	0.1	33.3
16.01.2011	A1	0.2	20.4
17.01.2011	A1	0.2	48.5
18.01.2011	A1	0.1	49.3
19.01.2011	A1	0.1	49.0
20.01.2011	A1		
21.01.2011	A1	0.0	13.0
22.01.2011	A1	0.0	11.7
23.01.2011	A1	1.4	13.7
24.01.2011	A1	0.5	24.2
25.01.2011	A1	0.5	40.3
26.01.2011	A1	0.4	47.4
27.01.2011	A1	0.2	32.8
01.02.2011	A2	2.0	37.0
02.02.2011	A2	1.8	28.1
03.02.2011	A2	2.5	36.1
04.02.2011	A2	1.9	35.2
05.02.2011	A2	1.8	66.4
06.02.2011	A2	1.8	64.0
07.02.2011	A2	2.0	90.6
08.02.2011	A2	1.8	104.7
09.02.2011	A2	2.2	72.8
10.02.2011	A2	1.4	100.2
11.02.2011	A2	2.2	65.8
12.02.2011	A2	1.7	52.9
13.02.2011	A2	1.3	34.2
14.02.2011	A2	1.4	77.5
15.02.2011	A2	1.2	40.8
18.02.2011	A3	1.1	8.8

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
19.02.2011	A3	1.7	9.0
20.02.2011	A3	1.4	18.8
21.02.2011	A3	1.1	13.6
22.02.2011	A3	2.6	14.4
23.02.2011	A3	1.8	8.4
24.02.2011	A3	2.5	8.7
25.02.2011	A3	1.8	9.2
26.02.2011	A3	6.1	11.9
27.02.2011	A3	3.7	21.3
28.02.2011	A3	1.6	15.2
01.03.2011	A3	1.0	18.2
02.03.2011	A3		
03.03.2011	A3	0.7	33.2
15.03.2011	A4	1.1	13.4
16.03.2011	A4	0.8	18.8
17.03.2011	A4	0.0	
18.03.2011	A4	0.5	
19.03.2011	A4	0.8	5.0
20.03.2011	A4	0.6	3.5
21.03.2011	A4	0.8	4.7
22.03.2011	A4	2.0	4.1
23.03.2011	A4	4.0	6.5
24.03.2011	A4	2.1	13.9
25.03.2011	A4	1.7	12.9
26.03.2011	A4	1.6	8.3
27.03.2011	A4	0.5	6.3
28.03.2011	A4	0.5	13.7
29.03.2011	A4	0.6	8.8
30.03.2011	A4	0.6	11.0
31.03.2011	A4	1.6	6.2

**Tabella 11.2.1.1:** massimi delle medie orarie delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>

### 11.2.2 Medie giornaliere di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
13.01.2011	A1	0.1	22.6	2.3	26.8	14.1
14.01.2011	A1	0.1	28.2	3.6	60.8	33.7
15.01.2011	A1	0.0	21.4	3.6	67.0	37.9
16.01.2011	A1	0.0	11.7	2.3	19.3	9.5
17.01.2011	A1	0.0	26.1	2.9	34.6	19.4
18.01.2011	A1	0.0	27.7	3.9	81.7	46.1
19.01.2011	A1	0.0	29.2	3.7	70.3	40.6
20.01.2011	A1					
21.01.2011	A1	0.0	7.5	2.1	4.0	2.0
22.01.2011	A1	0.0	7.1	2.4	5.1	2.2
23.01.2011	A1	0.5	6.3		11.1	5.6
24.01.2011	A1	0.1	8.8		15.9	7.7
25.01.2011	A1					
26.01.2011	A1	0.1	23.2	3.5	42.7	25.5
27.01.2011	A1	0.1	13.7	2.8	21.5	13.4
01.02.2011	A2	1.5	17.7	2.3	14.5	7.3
02.02.2011	A2	1.5	18.4	2.4	17.3	10.9
03.02.2011	A2	1.9	18.4	1.9	10.1	5.8
04.02.2011	A2	1.5	17.4	1.6	6.6	4.1
05.02.2011	A2	1.3	22.6	2.5	23.8	13.8
06.02.2011	A2	1.3	21.3	3.0	36.7	21.4

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
07.02.2011	A2	1.2	31.8	2.5	31.2	18.7
08.02.2011	A2	1.2	34.6	3.2	67.7	39.9
09.02.2011	A2	1.1	37.0	3.9	82.9	49.1
10.02.2011	A2	1.0	35.8	3.8	87.3	51.1
11.02.2011	A2	1.0	37.6	4.0	91.3	52.6
12.02.2011	A2	0.9	23.5	2.8	60.7	33.4
13.02.2011	A2	0.9	16.5	2.5	40.2	24.5
14.02.2011	A2	0.9	31.0	2.5	36.9	22.7
15.02.2011	A2	0.8	22.8	2.1	31.8	19.6
18.02.2011	A3	0.9	6.3	1.6	10.8	4.3
19.02.2011	A3	1.2	5.2	1.6	14.7	9.3
20.02.2011	A3	1.0	9.7	2.3	23.9	14.5
21.02.2011	A3	0.9	7.7	1.8	13.8	8.4
22.02.2011	A3	1.5	6.4	2.6	19.5	12.2
23.02.2011	A3	1.3	5.7	3.0	22.1	14.5
24.02.2011	A3	1.6	5.2	2.3	21.8	14.7
25.02.2011	A3	1.5	4.6	1.9	12.7	8.8
26.02.2011	A3	4.2	7.6	3.9	33.5	21.9
27.02.2011	A3	2.0	12.3	3.9	39.1	23.7
28.02.2011	A3	0.8	10.1	3.5	30.7	17.8
01.03.2011	A3	0.7	7.2	2.2	12.2	7.7
02.03.2011	A3					
03.03.2011	A3	0.6	11.0	0.1	20.5	13.0
15.03.2011	A4	0.7	13.4	2.6	39.0	19.3
16.03.2011	A4	0.6	18.8	2.4	32.6	17.3
17.03.2011	A4					
18.03.2011	A4					
19.03.2011	A4	0.6	5.0	2.3	8.4	6.0
20.03.2011	A4	0.5	3.5	1.7	11.6	7.7
21.03.2011	A4	0.6	4.7	2.0	13.0	8.6
22.03.2011	A4	1.3	4.1	2.2	17.2	11.4
23.03.2011	A4	2.1	6.5	2.2	20.0	12.8
24.03.2011	A4	1.2	13.9	2.4	30.3	18.1
25.03.2011	A4	0.9	12.9	2.2	36.3	20.9
26.03.2011	A4	0.7	8.3	2.1	29.4	16.9
27.03.2011	A4	0.4	6.3	1.6	22.2	12.7
28.03.2011	A4	0.4	13.7	3.4	26.8	13.8
29.03.2011	A4	0.3	8.8	2.5	12.2	7.9
30.03.2011	A4	0.4	11.0	2.9	15.0	9.8
31.03.2011	A4	0.7	6.2	1.3	15.3	12.3

**Tabella 11.2.2.1:** medie giornaliere delle concentrazioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

### 11.2.3 Massime medie mobili di 8h di CO

Data	Stazione di rilevamento	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )
13.01.2011	A1	
14.01.2011	A1	0.2
15.01.2011	A1	0.2
16.01.2011	A1	0.1
17.01.2011	A1	0.2
18.01.2011	A1	0.3
19.01.2011	A1	0.3
20.01.2011	A1	
21.01.2011	A1	0.1
22.01.2011	A1	0.2

Data	Stazione di rilevamento	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )
23.01.2011	A1	0.2
24.01.2011	A1	0.3
25.01.2011	A1	0.5
26.01.2011	A1	0.6
27.01.2011	A1	0.6
01.02.2011	A2	
02.02.2011	A2	0.5
03.02.2011	A2	0.4
04.02.2011	A2	0.4
05.02.2011	A2	0.6
06.02.2011	A2	0.7
07.02.2011	A2	0.7
08.02.2011	A2	0.9
09.02.2011	A2	1.1
10.02.2011	A2	1.1
11.02.2011	A2	1.2
12.02.2011	A2	1.1
13.02.2011	A2	1.1
14.02.2011	A2	1.1
15.02.2011	A2	1.2
18.02.2011	A3	
19.02.2011	A3	0.3
20.02.2011	A3	0.4
21.02.2011	A3	0.4
22.02.2011	A3	0.4
23.02.2011	A3	0.4
24.02.2011	A3	0.4
25.02.2011	A3	0.4
26.02.2011	A3	0.7
27.02.2011	A3	0.8
28.02.2011	A3	0.8
01.03.2011	A3	0.8
02.03.2011	A3	
03.03.2011	A3	1.0
15.03.2011	A4	
16.03.2011	A4	0.7
17.03.2011	A4	
18.03.2011	A4	
19.03.2011	A4	0.6
20.03.2011	A4	0.5
21.03.2011	A4	0.5
22.03.2011	A4	0.6
23.03.2011	A4	0.6
24.03.2011	A4	0.6
25.03.2011	A4	0.7
26.03.2011	A4	0.7
27.03.2011	A4	0.7
28.03.2011	A4	0.7
29.03.2011	A4	0.7
30.03.2011	A4	0.8
31.03.2011	A4	0.7

**Tabella 11.2.3.1:** massime medie mobili di 8h delle concentrazioni di CO

#### 11.2.4 Giorni Tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
0	12.7	29.9
1	11.1	28.4
2	9.9	26.4
3	9.2	24.3
4	10.2	22.7
5	11.9	21.5
6	15.4	21.2
7	18.1	22.3
8	18.0	24.1
9	17.4	25.8
10	15.4	29.0
11	13.6	26.5
12	12.0	24.6
13	11.1	25.9
14	12.2	26.7
15	13.8	31.7
16	17.2	35.3
17	18.9	43.4
18	21.2	42.7
19	22.1	43.3
20	21.2	42.0
21	19.7	40.6
22	18.0	39.0
23	15.2	35.7

**Tabella 11.2.4.1:** giorni tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

#### 11.2.5 Settimane Tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
Domenica	11.0	25.5
Lunedì	16.8	25.4
Martedì	16.2	33.0
Mercoledì	18.8	38.3
Giovedì	15.8	29.4
Venerdì	15.6	31.8
Sabato	12.6	30.3

**Tabella 11.2.5.1:** settimane tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

### 11.3 Dati della campagna ESTATE 2011 (22 giugno ÷ 25 agosto 2011)

#### 11.3.1 Massimi giornalieri delle medie orarie di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
22.06.2011	A2	0.4	16.8
23.06.2011	A2	0.3	30.4
24.06.2011	A2	0.3	15.2
25.06.2011	A2	0.0	8.4
26.06.2011	A2	0.0	6.3
27.06.2011	A2	1.2	13.1
28.06.2011	A2	0.0	15.9

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
29.06.2011	A2	0.0	16.3
30.06.2011	A2	0.0	18.6
01.07.2011	A2	0.0	22.5
02.07.2011	A2	0.0	14.7
03.07.2011	A2	0.0	11.3
04.07.2011	A2	0.0	19.5
05.07.2011	A2	0.0	21.6
06.07.2011	A2	1.0	20.1
08.07.2011	A3	1.0	33.9
09.07.2011	A3	1.3	20.0
10.07.2011	A3	1.1	32.1
11.07.2011	A3	0.8	29.9
12.07.2011	A3	1.0	30.3
13.07.2011	A3	1.3	25.2
14.07.2011	A3	1.5	40.0
15.07.2011	A3	0.8	34.5
16.07.2011	A3	0.7	14.7
17.07.2011	A3	0.7	23.6
18.07.2011	A3	0.9	27.9
21.07.2011	A1	0.5	10.1
22.07.2011	A1	0.9	24.1
23.07.2011	A1	0.4	16.3
24.07.2011	A1	0.4	14.3
25.07.2011	A1	0.0	0.0
26.07.2011	A1	7.3	11.0
27.07.2011	A1	8.4	17.6
28.07.2011	A1	6.4	11.8
29.07.2011	A1	7.8	13.0
30.07.2011	A1	9.3	7.4
31.07.2011	A1	7.8	11.4
01.08.2011	A1	9.5	17.3
02.08.2011	A1	14.1	13.7
03.08.2011	A1	15.4	13.8
04.08.2011	A1	11.4	17.7
05.08.2011	A1	14.5	18.7
06.08.2011	A1	11.3	16.8
07.08.2011	A1	9.6	9.8
08.08.2011	A1	9.4	13.4
09.08.2011	A1	9.1	14.2
11.08.2011	A4	13.6	18.4
12.08.2011	A4	12.5	25.3
13.08.2011	A4	9.2	20.5
14.08.2011	A4	11.8	11.9
15.08.2011	A4	10.4	11.6
16.08.2011	A4	14.1	15.7
17.08.2011	A4	13.7	15.4
18.08.2011	A4	12.9	19.7
19.08.2011	A4	12.4	23.1
20.08.2011	A4	16.0	19.2
21.08.2011	A4	20.2	14.2
22.08.2011	A4	17.5	20.3
23.08.2011	A4	16.9	21.7
24.08.2011	A4	15.8	30.4
25.08.2011	A4	19.4	31.3

**Tabella 11.3.1.1:** massimi giornalieri delle medie orarie delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>

### 11.3.2 Medie giornaliere di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
22.06.2011	A2	0.1	8.8	1.4	23.1	8.8
23.06.2011	A2	0.1	10.6	1.5	23.1	9.2
24.06.2011	A2	0.1	9.0		25.3	10.1
25.06.2011	A2	0.0	3.6		17.6	5.6
26.06.2011	A2	0.0	2.1		8.0	
27.06.2011	A2	0.2	5.7		9.2	
28.06.2011	A2		8.9	2.1	18.2	6.4
29.06.2011	A2		9.1		20.3	9.8
30.06.2011	A2		9.3	1.2	27.9	9.9
01.07.2011	A2		8.8	1.2	27.0	8.0
02.07.2011	A2		6.5	1.5	26.7	8.0
03.07.2011	A2		5.3	1.0	13.9	
04.07.2011	A2		10.0	1.3	27.4	9.7
05.07.2011	A2		11.3	1.2	24.1	7.1
06.07.2011	A2		9.8	0.9	16.1	4.5
08.07.2011	A3		15.5	1.0	27.6	15.4
09.07.2011	A3	0.6	9.4	0.9	21.5	11.8
10.07.2011	A3	0.6	8.9	1.0	22.2	9.9
11.07.2011	A3	0.5	15.6	1.1	23.8	10.5
12.07.2011	A3	0.5	14.6	1.1	26.4	12.2
13.07.2011	A3	0.5	13.9	1.1	32.0	14.9
14.07.2011	A3	0.6	15.6	1.1	31.9	14.4
15.07.2011	A3	0.6	13.7	1.3	14.6	7.2
16.07.2011	A3	0.4	8.5	1.5	15.8	9.4
17.07.2011	A3	0.3	7.2	0.8	21.3	11.7
18.07.2011	A3	0.3	13.2	0.8	24.4	13.4
21.07.2011	A1	0.4				
22.07.2011	A1		10.5	0.7	12.8	8.1
23.07.2011	A1		9.4	0.9		8.4
24.07.2011	A1		6.3	1.2		8.5
25.07.2011	A1	0.4				
26.07.2011	A1	0.3	7.5	0.8	16.3	6.3
27.07.2011	A1	0.3	9.1	0.7	19.1	7.2
28.07.2011	A1		7.0	0.6	18.4	6.9
29.07.2011	A1	6.3	6.8	0.7	17.9	7.0
30.07.2011	A1	6.1	5.2	0.7	20.5	8.7
31.07.2011	A1	4.4	6.3	0.4	22.4	9.5
01.08.2011	A1	6.8	8.5	0.2	21.4	9.5
02.08.2011	A1	7.2	7.5	0.3	23.2	10.8
03.08.2011	A1	6.2	8.3	1.5	28.1	13.1
04.08.2011	A1	7.4	9.3		31.3	13.8
05.08.2011	A1	10.3	8.6	1.1	32.8	13.8
06.08.2011	A1	9.8	6.6	1.0	36.4	15.6
07.08.2011	A1	7.7	5.5	0.8	29.7	12.5
08.08.2011	A1	10.4	7.7	0.8	30.9	13.3
09.08.2011	A1	9.0	5.9	0.7	32.2	13.1
11.08.2011	A4	6.6	11.4	1.5	11.1	6.8
12.08.2011	A4	7.4	9.8	1.2	19.1	9.5
13.08.2011	A4	6.5	7.7	1.0	26.7	12.1
14.08.2011	A4	7.9	7.1	1.0	28.3	12.9
15.08.2011	A4	7.8	7.6	1.0	30.4	13.9
16.08.2011	A4	10.0	8.3	0.9	23.7	11.7
17.08.2011	A4	9.3	10.2	1.1	35.4	16.9
18.08.2011	A4	9.7	12.2	1.1	33.6	16.0

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
19.08.2011	A4	9.3	10.0	1.3	35.7	17.4
20.08.2011	A4	9.2	7.0	1.1	31.2	14.9
21.08.2011	A4	11.6	9.5	0.8	24.6	12.2
22.08.2011	A4	10.3	11.2	1.1	25.6	11.1
23.08.2011	A4	10.5	13.8	1.3	46.1	18.4
24.08.2011	A4	10.6	14.5	1.8	67.6	25.3
25.08.2011	A4	12.3	5.9	1.6	67.0	22.0

**Tabella 11.3.2.1:** medie giornaliere delle concentrazioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

### 11.3.3 Massime medie mobili di 8h di CO

Data	Stazione di rilevamento	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )
22.06.2011	A2	
23.06.2011	A2	0.1
24.06.2011	A2	0.0
25.06.2011	A2	0.0
26.06.2011	A2	0.2
27.06.2011	A2	0.3
28.06.2011	A2	0.3
29.06.2011	A2	0.3
30.06.2011	A2	0.4
01.07.2011	A2	0.4
02.07.2011	A2	0.4
03.07.2011	A2	0.5
04.07.2011	A2	0.5
05.07.2011	A2	0.5
06.07.2011	A2	0.5
08.07.2011	A3	
09.07.2011	A3	0.4
10.07.2011	A3	0.4
11.07.2011	A3	0.5
12.07.2011	A3	0.5
13.07.2011	A3	0.6
14.07.2011	A3	0.7
15.07.2011	A3	0.6
16.07.2011	A3	0.6
17.07.2011	A3	0.7
18.07.2011	A3	0.7
21.07.2011	A1	
22.07.2011	A1	0.8
23.07.2011	A1	0.9
24.07.2011	A1	0.9
25.07.2011	A1	
26.07.2011	A1	0.3
27.07.2011	A1	0.3
28.07.2011	A1	0.3
29.07.2011	A1	0.4
30.07.2011	A1	0.4
31.07.2011	A1	0.4
01.08.2011	A1	0.4
02.08.2011	A1	0.5
03.08.2011	A1	0.5
04.08.2011	A1	0.5
05.08.2011	A1	0.6
06.08.2011	A1	0.6



Data	Stazione di rilevamento	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )
07.08.2011	A1	0.6
08.08.2011	A1	0.6
09.08.2011	A1	0.6
11.08.2011	A4	
12.08.2011	A4	0.3
13.08.2011	A4	0.4
14.08.2011	A4	0.4
15.08.2011	A4	0.5
16.08.2011	A4	0.5
17.08.2011	A4	0.5
18.08.2011	A4	0.5
19.08.2011	A4	0.6
20.08.2011	A4	0.6
21.08.2011	A4	0.6
22.08.2011	A4	0.6
23.08.2011	A4	0.7
24.08.2011	A4	0.7
25.08.2011	A4	0.7

**Tabella 11.3.3.1:** massime medie mobili di 8h delle concentrazioni di CO

#### 11.3.4 Giorni Tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
0	8.9	26.3
1	7.6	26.9
2	7.0	26.2
3	7.6	25.7
4	9.8	25.5
5	12.0	25.9
6	12.0	25.7
7	12.6	25.1
8	12.4	24.8
9	10.2	23.8
10	8.6	23.7
11	7.9	24.1
12	7.5	25.1
13	7.3	25.7
14	6.9	25.5
15	7.4	25.0
16	7.7	24.9
17	8.4	24.5
18	9.5	24.9
19	8.4	25.6
20	9.1	25.9
21	10.1	26.5
22	9.2	27.0
23	9.1	26.9

**Tabella 11.3.4.1:** giorni tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

#### 11.3.5 Settimane Tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
Domenica	6.3	21.3
Lunedì	9.6	24.1

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
Martedì	9.5	26.3
Mercoledì	9.5	28.5
Giovedì	10.2	29.7
Venerdì	10.7	23.7
Sabato	7.7	24.5

**Tabella 11.3.5.1:** settimane tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>