



**RELAZIONE TECNICA PRELIMINARE SULLA
QUALITÀ DELL'ARIA NELLA REGIONE PIEMONTE
NELL'INVERNO 2006 - 2007**

La redazione del presente documento è stata effettuata con il contributo di:

- *Renata Pelosini, Salvatore Martorina, Giovanni Paesano (SC05 Area Previsione e Monitoraggio Ambientale, S.S.05.01 Servizio Meteorologico),*
- *Maria Bondi, Mauro Grosa, Laura Milizia (SC05 Area Previsione e Monitoraggio Ambientale, S.S.05.03 Qualità dell'aria),*
- *Stefano Bande, Massimo Muraro (SC05 Area Previsione e Monitoraggio Ambientale, S.S.05.06 Sistemi elaborativi e modellistica).*

Indice

Introduzione	4
Analisi meteorologica e meteodiffusiva	5
Premessa.....	5
Classe di stabilità atmosferica	6
Altezza dello strato rimescolato.....	6
Intensità del vento.....	6
Sintesi inverno 2006-2007.....	7
Parametri Chimici: biossido di azoto e PM ₁₀	13
Premessa.....	13
Biossido di azoto (NO ₂)	13
PM ₁₀	19
Qualità dell'aria nell'area metropolitana torinese.....	25
Premessa.....	25
Valutazione.....	25
Conclusioni	42

INTRODUZIONE

La valutazione dello stato della qualità dell'aria è annualmente prevista a cura della Regione dalla Legge Regionale 43/2000 in applicazione della normativa comunitaria e viene realizzata attraverso l'utilizzo di misurazioni prodotte dal sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria, con campagne di misurazione effettuate sul territorio, attraverso elaborazione dell'inventario delle emissioni, con studi sulla caratterizzazione meteorologica, mediante stime e modelli matematici.

Arpa Piemonte nel suo ruolo di supporto tecnico contribuisce alla realizzazione della valutazione fornendo, secondo scadenze concordate con il Settore Risanamento Acustico ed Atmosferico della Direzione Ambiente, in base alla disponibilità dei dati validati e concordemente all'aggiornamento degli archivi ed alla produzione delle elaborazioni, i prodotti necessari alla Regione per effettuare le necessarie attività:

Per una valutazione preliminare dell'andamento della qualità dell'aria nel periodo invernale da ottobre 2006 a marzo 2007, è stato predisposto il presente rapporto basato sulla valutazione meteorologica e meteodiffusiva e su un primo commento sull'andamento dei principali inquinanti a partire dai dati della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria.

Una valutazione complessiva della qualità dell'aria dovrà tenere conto, nell'interpretazione dei dati presentati, dei provvedimenti di limitazione delle emissioni da traffico adottati nel corso dell'inverno dalle amministrazioni regionali e dalle amministrazioni locali.

ANALISI METEOROLOGICA E METEODIFFUSIVA

Premessa

La descrizione delle condizioni meteorologiche dell'inverno 2006-2007, che introduce la relazione preliminare sulla qualità dell'aria, è fondamentale per comprendere i meccanismi di dispersione degli inquinanti in atmosfera e le relative ricadute al suolo. A parità di emissioni è infatti soltanto la meteorologia che determina i livelli di inquinamento a cui siamo esposti. In particolare la meteorologia agisce da abbattitore degli inquinanti in atmosfera, per "dilavamento" attraverso le precipitazioni, tra cui la forma più efficace è la neve, e per dispersione, in condizioni di vento o di elevata turbolenza. Configurazioni meteorologiche caratterizzate dalla presenza di anticicloni o promontori di alta pressione determinano invece condizioni di stabilità atmosferica riducendo le capacità di dispersione. Tali configurazioni, a causa delle caratteristiche di stazionarietà, spesso determinano il perdurare delle condizioni di stabilità, favorendo valori crescenti di concentrazione degli inquinanti in aria.

Lo stato di inquinamento in un'area è fortemente determinato, oltre che dalle sorgenti emissive e dalle caratteristiche morfologiche della zona, dalle caratteristiche della porzione di atmosfera a diretto contatto con la superficie terrestre (il Planetary Boundary Layer, lo strato limite planetario) in cui hanno luogo l'emissione, il trasporto e la dispersione degli inquinanti. L'analisi meteofusiva intende descrivere, attraverso parametri di sintesi, le principali caratteristiche della turbolenza del PBL ai fini di individuare le situazioni sfavorevoli (o favorevoli) alla dispersione degli inquinanti e di quelle favorevoli (o non favorevoli) alla formazione di inquinanti secondari.

Tale analisi è stata condotta con l'ausilio di un processore meteorologico diagnostico che, a partire dai dati meteorologici misurati dalla rete di rilevamento meteoidrografica di Arpa Piemonte, ricostruisce i principali parametri che caratterizzano la turbolenza atmosferica sulla base di relazioni derivate dalla teoria di similarità di Monin-Obukhov e sul bilancio energetico superficiale.

Sono state scelte le stazioni di monitoraggio collocate in prossimità dei capoluoghi provinciali, con un'adeguata dotazione strumentale. Tale scelta è motivata dal fatto che le grandi aree urbane risultano essere le più critiche nei confronti delle situazioni di accumulo degli inquinanti atmosferici. L'anagrafica delle stazioni utilizzate è riportata in tabella. Non è stata selezionata alcuna stazione per la provincia di Biella dal momento che sono in corso i lavori di installazione di stazioni meteorologiche con una sufficiente dotazione strumentale rappresentative dell'area urbana e non sono pertanto disponibili dati osservati per il periodo considerato.

CITTÀ	STAZIONE DI RIFERIMENTO
Torino	Via della Consolata
Torino	Moncalieri località Bauducchi
Alessandria	Località Lobbi-depuratore comunale
Vercelli	Casello Ruggerina
Asti	Istituto Penna
Novara	Via Celle Beccari
Verbania	CNR di Pallanza
Cuneo	Bra
Biella	n.d.

Per caratterizzare le condizioni meteofusive sono stati scelti i seguenti parametri:

Classe di stabilità atmosferica

La classe di stabilità Atmosferica è un parametro sintetico che rappresenta globalmente lo stato turbolento del *PBL* (Planetary Boundary Layer) raggruppando in 6 classi tutte le possibili configurazioni meteorologiche e micrometeorologiche che influenzano la dispersione degli inquinanti in atmosfera. Tradizionalmente, le 6 categorie di stabilità atmosferica sono le seguenti:

- sono previste tre categorie, denominate A, B, C che rappresentano le situazioni convettive, favorevoli alla dispersione degli inquinanti. La categoria A rappresenta situazioni molto convettive, con velocità del vento bassa e forte insolazione. La categoria B è una situazione che si presenta quando o la radiazione solare è relativamente poco elevata o la velocità del vento (e quindi la turbolenza di origine meccanica) è elevata. La categoria C ha luogo quando la velocità del vento è elevata e la radiazione solare è ridotta.

- è stata prevista una situazione che rappresenta tutte quelle situazioni (stabili o convettive) prossime all'adiabaticità, denominata categoria D che quindi rappresenta situazioni diurne o notturne con cielo coperto e vento.

- infine sono state previste due situazioni stabili (relative esclusivamente a situazioni notturne) indicate come categoria E e categoria F, la prima relativa a situazioni con vento abbastanza elevato e cielo poco nuvoloso, mentre l'ultima relativa a situazioni con cielo sereno e velocità del vento bassa.

Per ogni stazione sono state calcolate su base mensile le distribuzioni di frequenza delle occorrenze orarie delle classi di stabilità.

Altezza dello strato rimescolato.

Con altezza dello strato rimescolato si intende l'altezza dello strato adiacente alla superficie terrestre all'interno del quale un composto, introdotto a livello del suolo, viene disperso verticalmente per turbolenza meccanica o convettiva e diluito a concentrazione uniforme (generalmente bassa). L'altezza di rimescolamento è uno dei parametri più utilizzati ai fini delle valutazioni di qualità dell'aria in quanto permette di quantificare le dimensioni della porzione di atmosfera interessata dai fenomeni turbolenti. L'altezza dello strato rimescolato, essendo legata alla radiazione solare, presenta sia un marcato ciclo diurno, passando dai valori minimi notturni ai valori massimi diurni nelle ore di maggiore insolazione, sia un marcato ciclo stagionale, con valori minimi (e quindi più critici per l'accumulo degli inquinati) invernali e valori massimi (e quindi più favorevoli alla dispersione) estivi.

Per ogni stazione si sono analizzati, su base mensile, gli andamenti del massimo giornaliero e della media giornaliera dell'altezza dello strato rimescolato e la distribuzione dei valori orari, condizionatamente ad ogni mese, nell'arco dell'anno.

Intensità del vento.

Il vento influisce in modo rilevante sulle dinamiche di dispersione in atmosfera: venti intensi favoriscono l'allontanamento delle sostanze emesse dalla sorgente costituendo, insieme alle precipitazioni, uno dei principali sistemi di abbattimento delle concentrazioni (si pensi ad esempio ai venti di caduta tipici delle regioni alpine), mentre venti molto deboli (la "calma di vento" tipica della pianura padana), spesso associati a perduranti condizioni anticicloniche, favoriscono l'accumulo degli inquinanti. Inoltre l'interazione del campo di vento con la superficie terrestre (rilievi e rugosità del terreno) genera turbolenza di origine meccanica. Infine, l'esistenza di complessità e disomogeneità del terreno induce lo sviluppo di dinamiche locali che si sovrappongono alla struttura generale della circolazione atmosferica influenzando in modo significativo la dispersione (si pensi alle brezze di monte-valle, terra-mare o anche all'isola di calore urbana). Per ogni stazione sono state calcolate su base mensile le distribuzioni di frequenza dell'intensità oraria della velocità del vento e la distribuzione dei valori orari, condizionatamente ad

ogni mese, nell'arco dell'anno.

Sintesi inverno 2006-2007

Il periodo invernale, da ottobre 2006 a marzo 2007, è stato caratterizzato in maniera significativa da scarsità di precipitazioni e da temperature elevate. In particolare, come si evince dal Grafico 1, i mesi di ottobre, novembre, gennaio e febbraio hanno fatto registrare un deficit marcato di precipitazioni rispetto alla media climatologica valutata sui 10 anni precedenti e solo nei mesi di dicembre e marzo le precipitazioni osservate, comunque sempre al di sotto della media climatologica, sono risultate relativamente consistenti, non tali però da ristabilire una situazione pluviometrica per la città di Torino che si possa definire non critica: rispetto ai 314 mm di precipitazione medi del decennio precedente, lo stesso periodo dell'inverno 2006 - 2007 ha visto, infatti, un totale di precipitazioni limitato a soli 124 mm.

**PRECIPITAZIONI ATMOSFERICHE
 CONFRONTO Ottobre 2006 - Marzo 2007 E DECENNIO PRECEDENTE
 STAZIONE DI TORINO GIARDINI REALI**

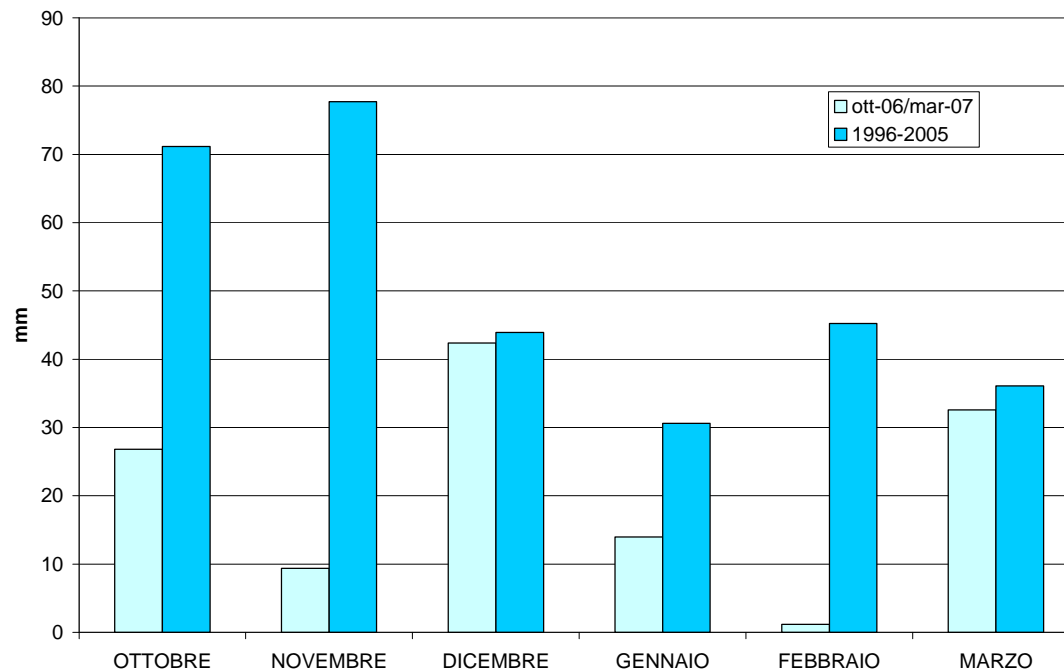


Grafico 1: precipitazione cumulata media mensile a Torino (stazione di Giardini Reali) nel periodo ottobre 2006- marzo 2007 e media climatologica valutata sul periodo 1996-2005.

TEMPERATURA
 Ottobre 2006 - Marzo 2007
 STAZIONE DI TORINO GIARDINI REALI

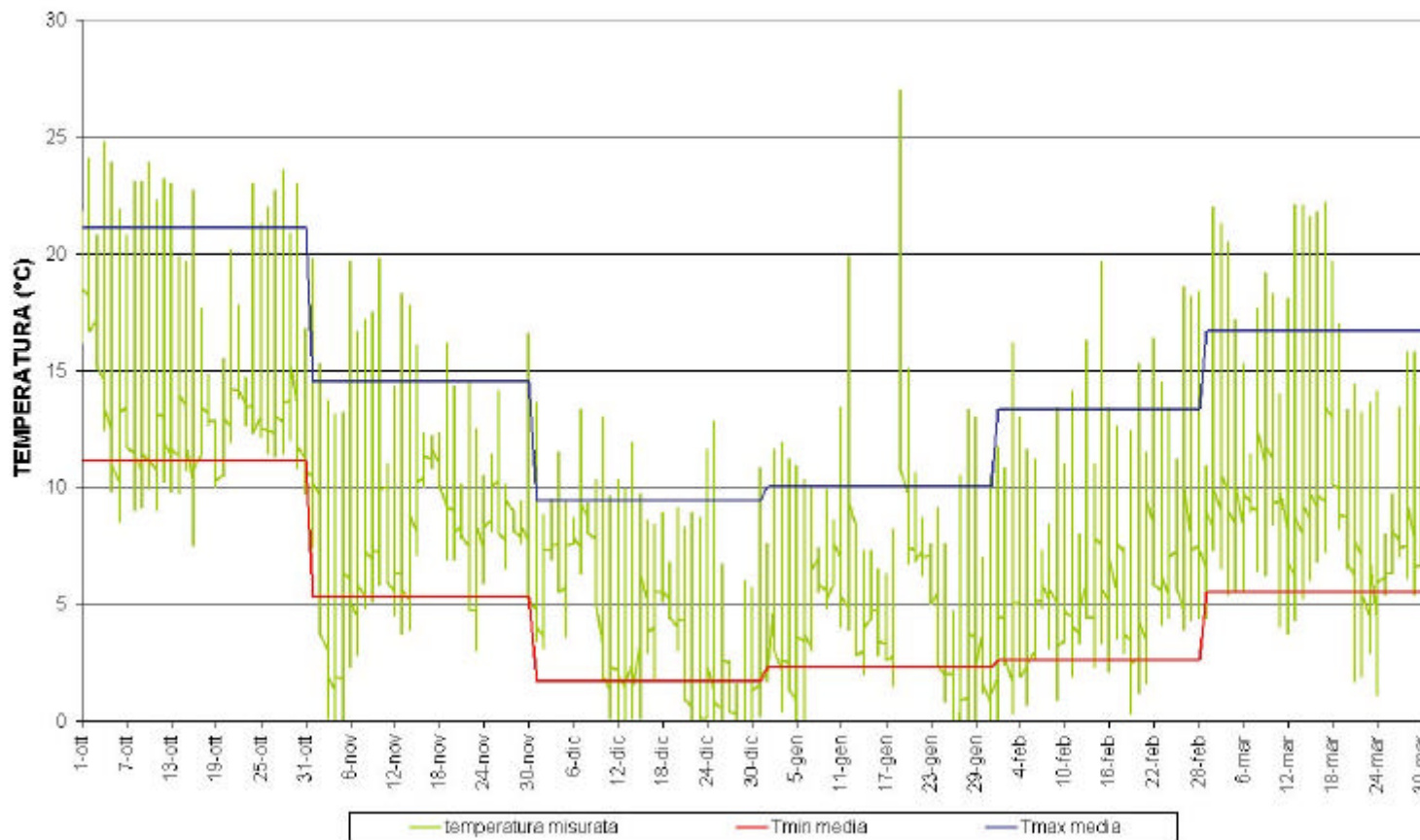
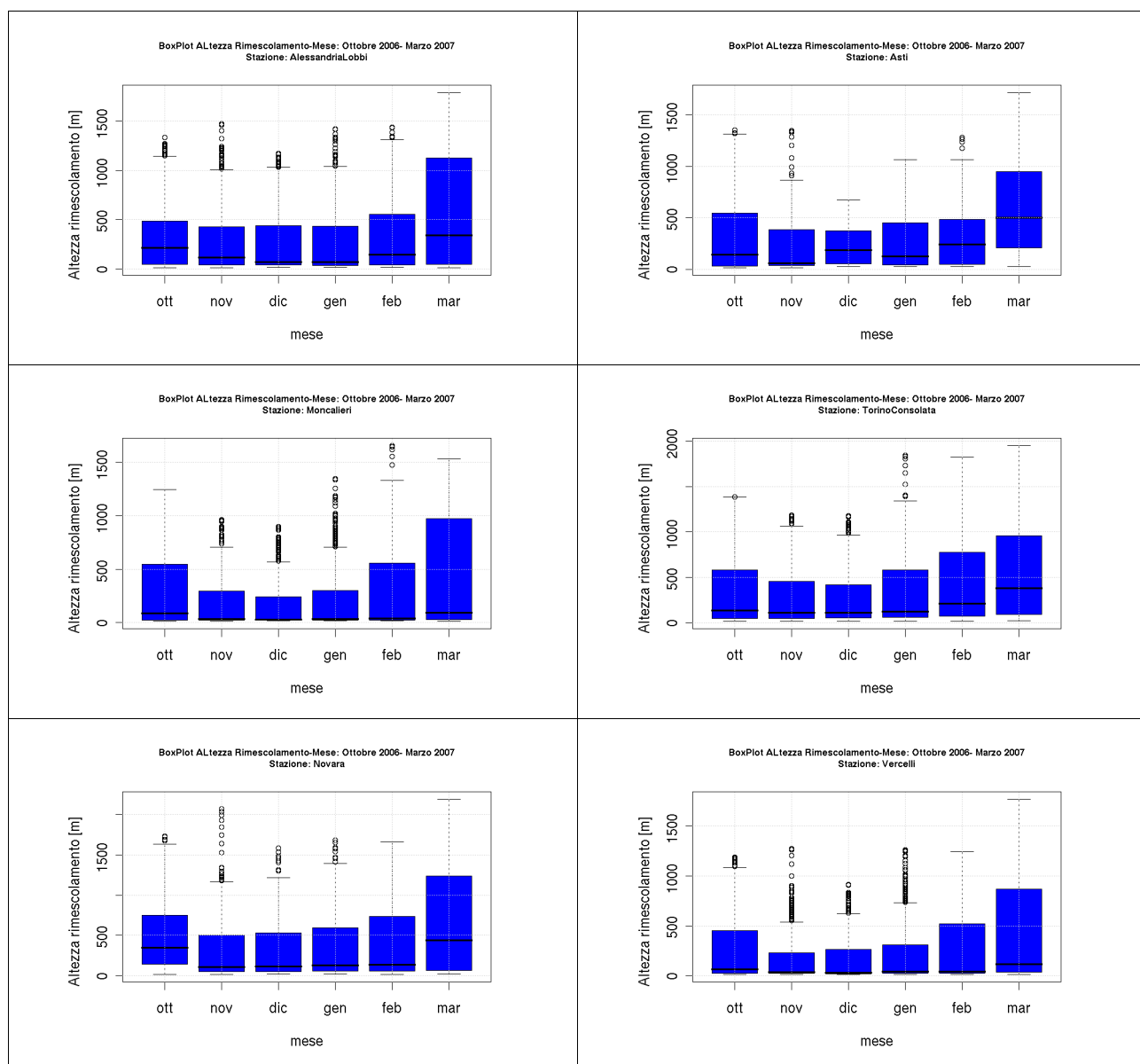


Grafico 2: Valori di temperatura massima e minima a Torino nel periodo ottobre 2006 - marzo 2007 (verde) e media climatologica mensile relativa al periodo 1996 - 2005.

Altra caratteristica è stata la prevalenza di situazioni meteorologiche a scala sinottica che hanno visto aree di alta pressione stazionare sul bacino occidentale del Mediterraneo, determinando così sulla nostra regione una forte anomalia termica positiva che si è protratta per tutto il periodo, con temperature superiori alla media climatologia per la città di Torino mediamente di circa 2°C (si veda a tal riguardo il Grafico 2).

Dal punto di vista delle condizioni meteo-diffusive, le distribuzioni delle quote dell'altezza di rimescolamento per il semestre invernale 2006/2007 identificano il mese di marzo come quella caratterizzato da condizioni di maggiore turbolenza. Dall'analisi del Grafico 3 si nota inoltre come la maggior parte delle stazioni siano concordi nel mostrare valori mediани dell'altezza di rimescolamento molto bassi (comunque tipici per il periodo in esame) in particolare nel trimestre novembre – dicembre - gennaio. Nelle stazioni di Alessandria Lobbi e Pallanza si osserva invece un andamento piuttosto omogeneo fino al mese di febbraio.



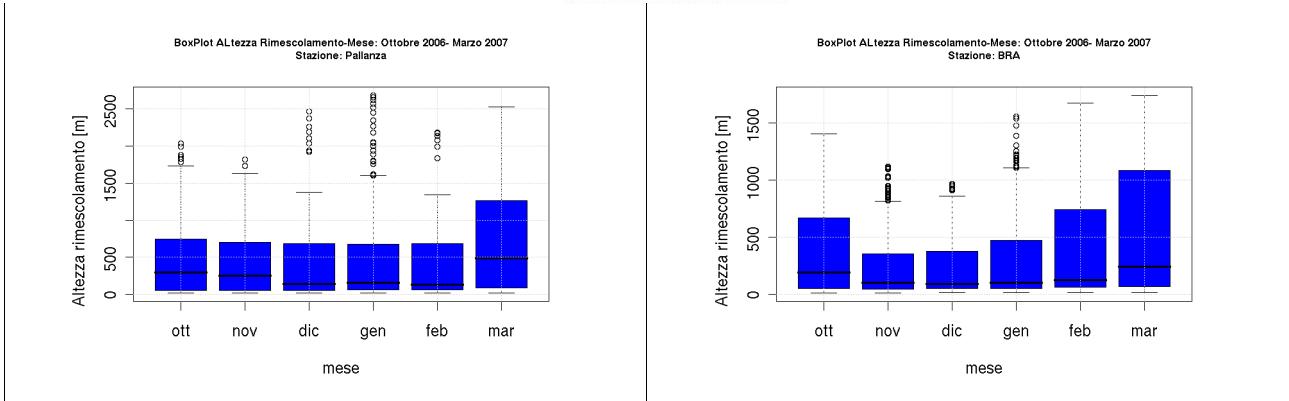
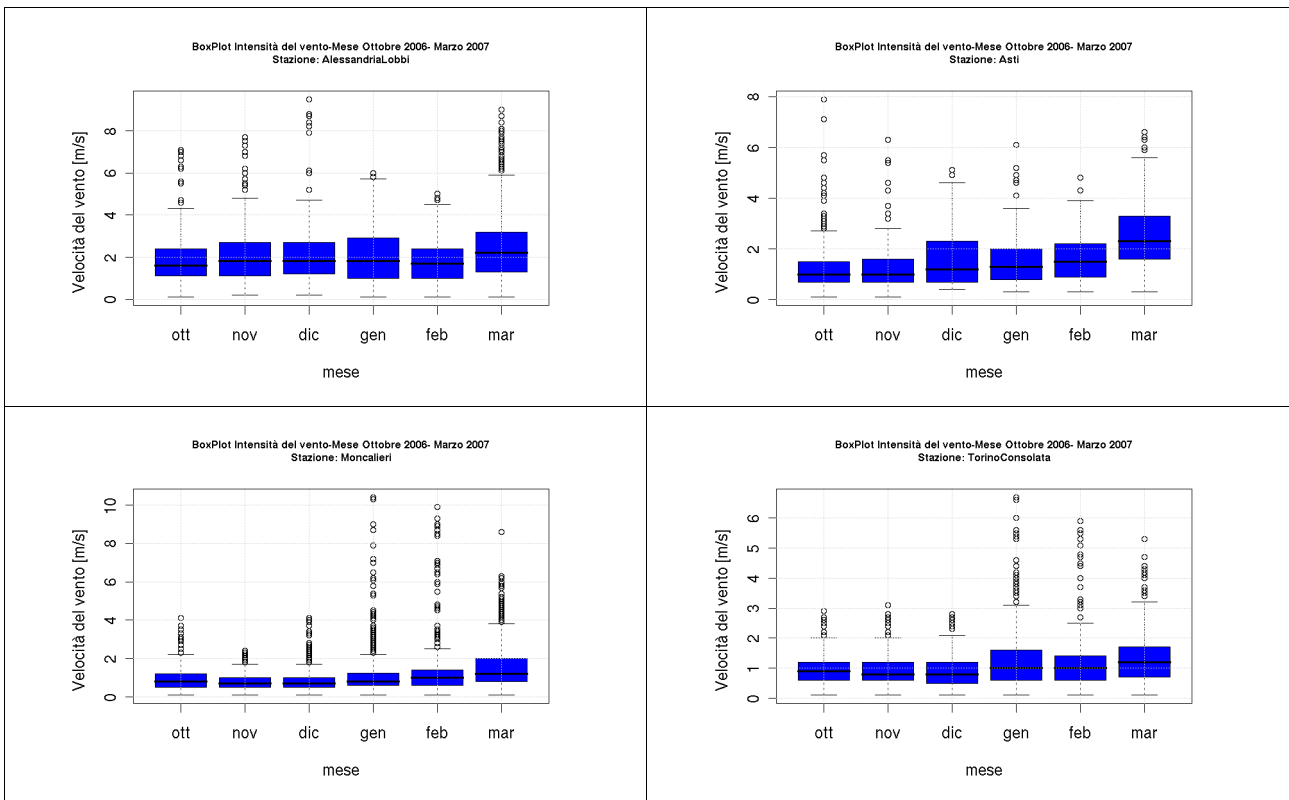


Grafico 3: distribuzione dei valori orari di altezza di rimescolamento, condizionatamente ad ogni mese, nell'inverno 2006-2007.

Le distribuzioni semestrali dei valori orari di intensità del vento (Grafico 4) mostrano in tutte le stazioni velocità del vento generalmente contenute. Analizzando più in dettaglio le singole stazioni si osservano alcune differenze nella distribuzione dei valori più elevati di intensità del vento, più frequenti nei mesi di gennaio e febbraio e marzo nelle stazioni del torinese, con occorrenze maggiori tra i mesi di novembre e gennaio e nel mese di marzo sul resto della regione.



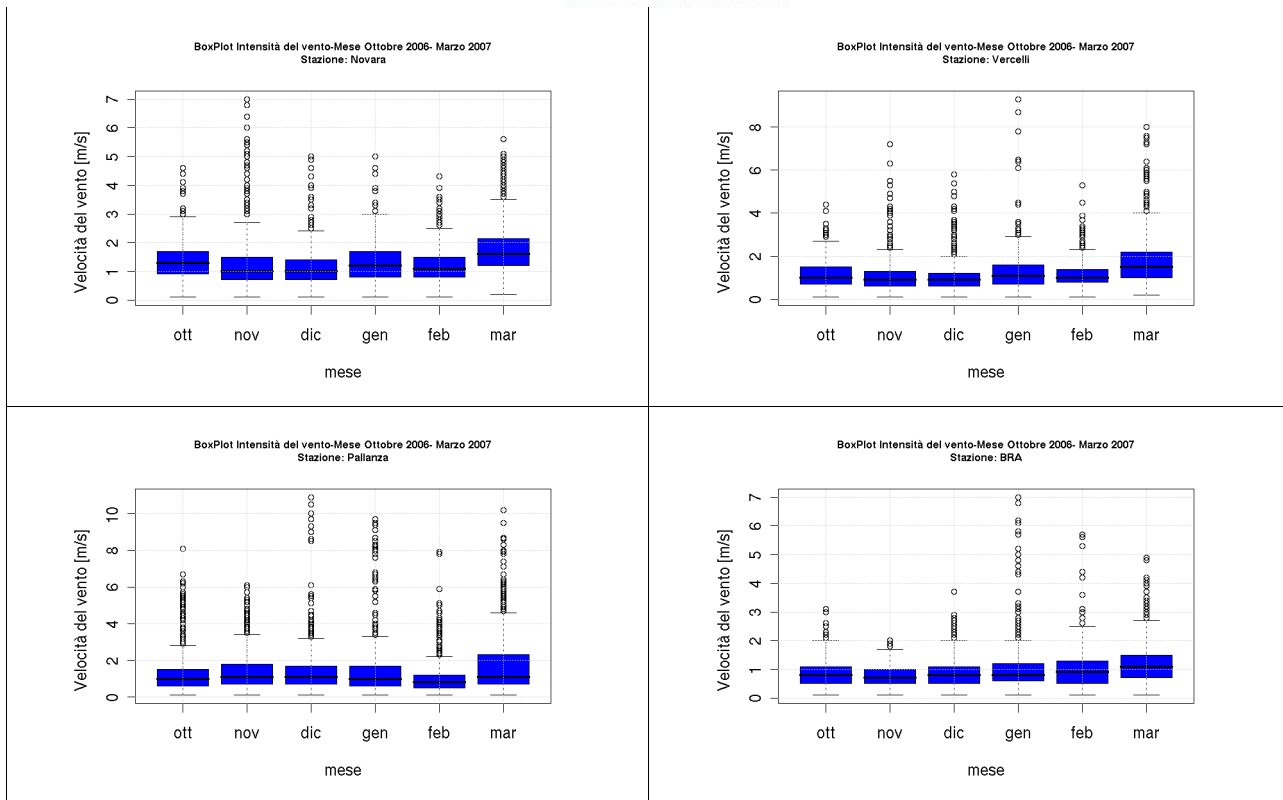


Grafico 4: distribuzione dei valori orari di intensità del vento, condizionatamente ad ogni mese, nell'inverno 2006-2007.

PARAMETRI CHIMICI: BIOSSIDO DI AZOTO E PM₁₀

Premessa

I dati relativi all'anno 2007 dell'elaborato, considerati alla data del 31/03/2007, sono stati sottoposti solamente alla validazione dipartimentale di primo livello, potranno pertanto essere modificati in sede di validazione definitiva.

Per l'elaborato sono stati utilizzati i dati relativi alle stazioni ubicate nei capoluoghi provinciali piemontesi, ove presenti, solo se nel semestre considerato (ottobre – marzo) la percentuale dei dati validi è superiore al 80%.

Nell'elaborato le stazioni di monitoraggio sono distinte in *traffico* e *fondo* in relazione alle principali fonti emissive che determinano i livelli immissivi rilevati. Per maggiore chiarezza si riporta la definizione delle due tipologie secondo le indicazioni contenute nella Decisione 2001/752/CE:

Traffico:

stazioni situate in posizione tale che il livello di inquinamento è influenzato prevalentemente da emissioni provenienti da strade limitrofe

Fondo:

stazioni che rilevano livelli di inquinamento non direttamente influenzato da una singola sorgente ma riferibili al contributo integrato di tutte le sorgenti presenti nell'area (in particolare quelle sopra vento)

Nei capoluoghi provinciali ove sono presenti più stazioni di fondo o di traffico i valori sono mediati in modo da ottenere un solo valore di fondo o di traffico per la città.

Biossido di azoto (NO₂)

Limiti di legge

La normativa vigente, il D.M. n. 60 del 02/4/2002, stabilisce per il biossido i valori limite elencati nella tabella sottostante.

Valori limite per gli ossidi di azoto	
NO ₂ - Limite orario per la protezione della salute umana (293°K e 101.3 kPa)	
Periodo di mediazione: 1 ora	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile
NO ₂ - Limite annuale per la protezione della salute umana (293°K e 101.3 kPa)	
Periodo di mediazione: anno civile	40 µg/m ³
NO ₂ - Soglia di allarme per il biossido di azoto (293°K e 101.3 kPa)	
400 µg/m ³ misurati su tre ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km ² oppure una zona o un agglomerato completi, se tale zona o agglomerati sono meno estesi.	

Il biossido di azoto è un inquinante parzialmente secondario derivante da tutti i processi di combustione. La sua concentrazione presenta un andamento tipico stagionale con valori più elevati nel periodo invernale e più bassi nel periodo estivo. È uno degli inquinanti, coinvolti nel ciclo fotochimico dell'ozono, la cui concentrazione nel periodo estivo si riduce notevolmente. Essendo

un inquinante la cui criticità è massima nei mesi invernali riportiamo nel Grafico 5 e nel Grafico 6 i valori delle concentrazioni medie misurate negli ultimi tre semestri invernali nelle stazioni rispettivamente di fondo e di traffico presenti nei capoluoghi di Provincia della Regione Piemonte. Da notare che Vercelli dispone di una stazione di fondo solo dai primi mesi del 2007 mentre Cuneo e Verbania non dispongono di stazioni di traffico ma solo di stazioni di fondo urbano. Per queste province sono stati utilizzati dati di NO₂ rilevati in stazioni di fondo/traffico ubicate in:

- **Borgosesia - stazione di fondo urbano in provincia di Vercelli**
- **Bra - stazione di traffico in provincia di Cuneo**
- **Omegna - stazione di traffico in provincia del Verbano Cusio Ossola**

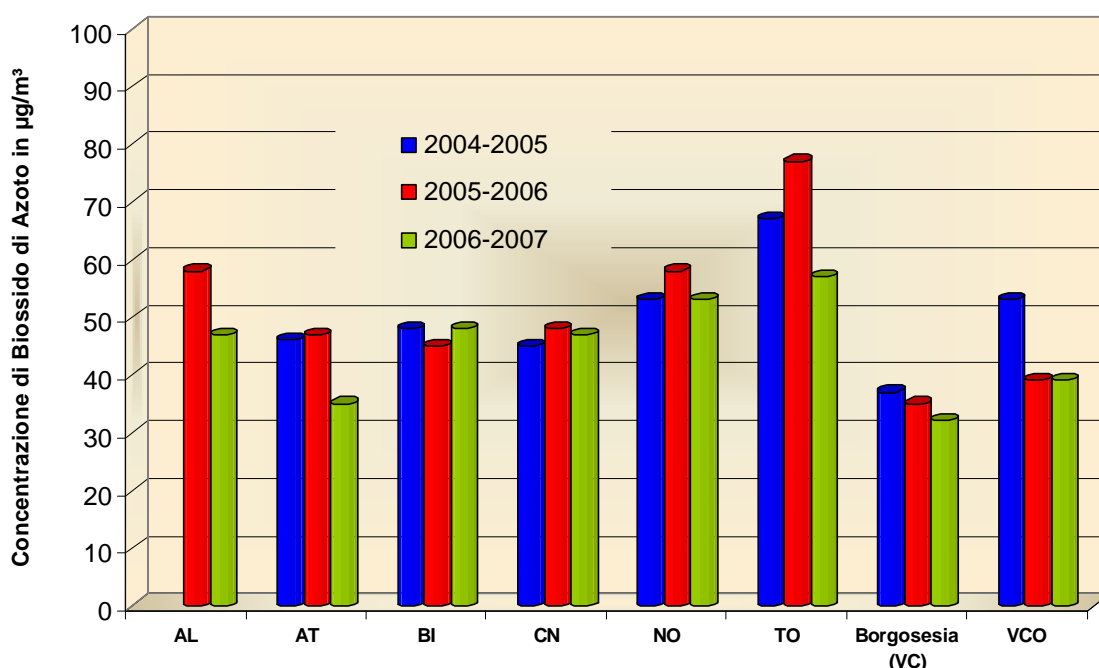


Grafico 5: NO₂ - Stazioni fondo - concentrazione media nei semestri invernali (2004-2007)

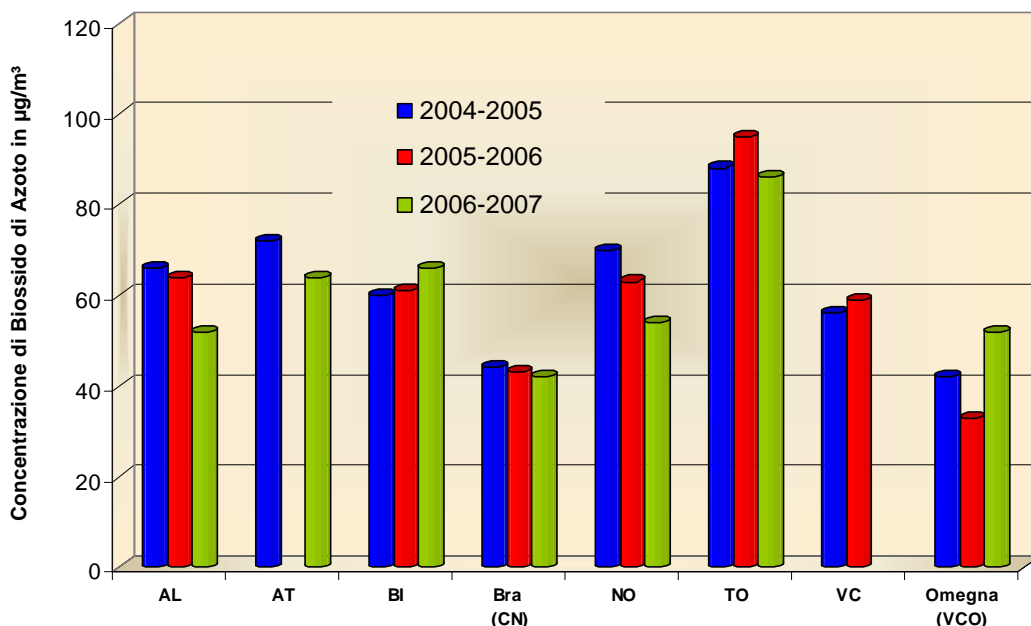


Grafico 6: NO₂ - Stazioni traffico - concentrazione media nei semestri invernali (2004-2007)

In entrambi i casi si evidenzia che in generale non si è verificato un peggioramento del livello di inquinamento nel corso degli anni, anzi per alcune stazioni nell'ultimo semestre si registrano valori inferiori. Nel caso specifico della città di Torino, in particolare della unica stazione (Torino – Lingotto) di fondo ubicata nel parco Di Vittorio nelle vicinanze del campus olimpico, la concentrazione media relativa al semestre 2005-2006 risulta piuttosto elevata. Ciò è presumibilmente dovuto sia alle condizioni meteo-climatiche verificatisi nel periodo in esame sia alla particolare situazione che si è venuta a creare in seguito alla preparazione e svolgimento dei Giochi Olimpici (cantieri opere olimpiche, aumento del traffico pesante, viabilità modificata ecc).

Un numero elevato di superamenti del valore limite orario di 200 µg/m³ è generalmente determinato, a parità di emissioni, da condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli, ovvero di stabilità atmosferica, che impediscono la dispersione degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera. Nel periodo invernale alle emissioni da traffico veicolare, tipiche dei centri urbani, si aggiungono quelle dovute al riscaldamento civile, peggiorando il quadro emissivo. Si riporta nel Grafico 7 e nel Grafico 8 un confronto del numero di superamenti registrati nel corso degli ultimi tre semestri invernali (2004 – 2007) nelle stazioni di fondo e di traffico. I superamenti del limite orario si riscontrano generalmente nelle stazioni di traffico e prevalentemente nella città di Torino, che rappresenta indiscutibilmente la zona più critica. Risulta anomalo il dato relativo alla stazione di fondo della città di Torino ma i superamenti si concentrano nei mesi di gennaio e febbraio in concomitanza con l'evento dei Giochi Olimpici.

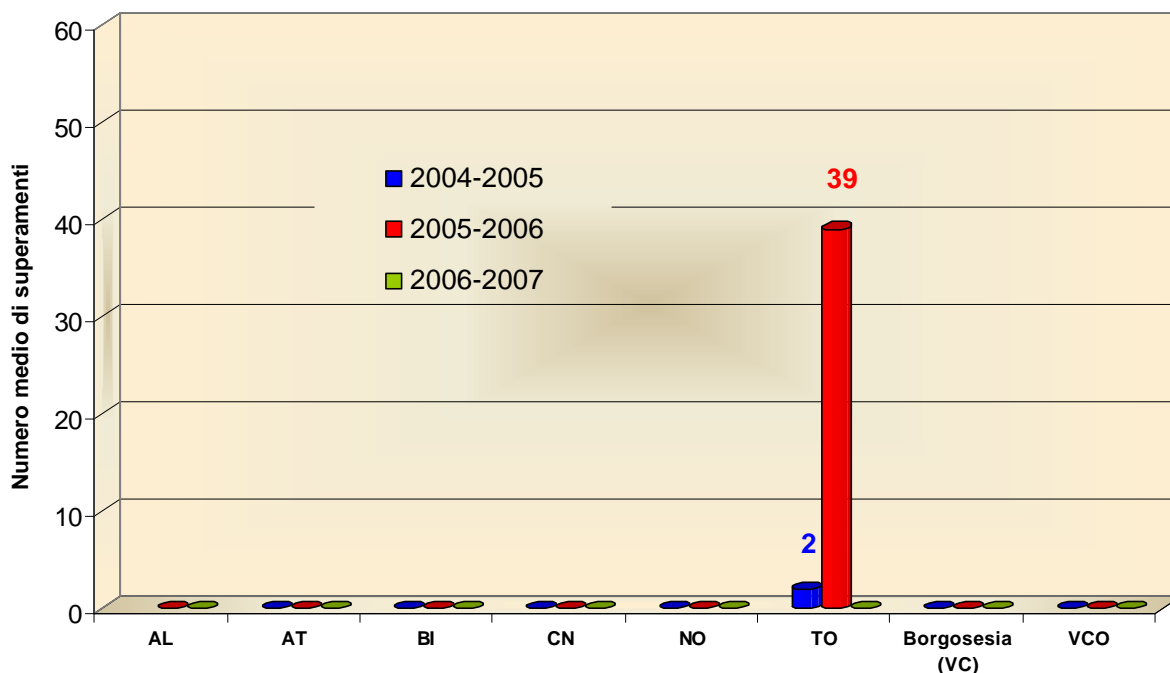


Grafico 7: NO₂- Stazioni fondo - numero medio di superamenti del limite orario di 200 µg/m³ nei semestri invernali

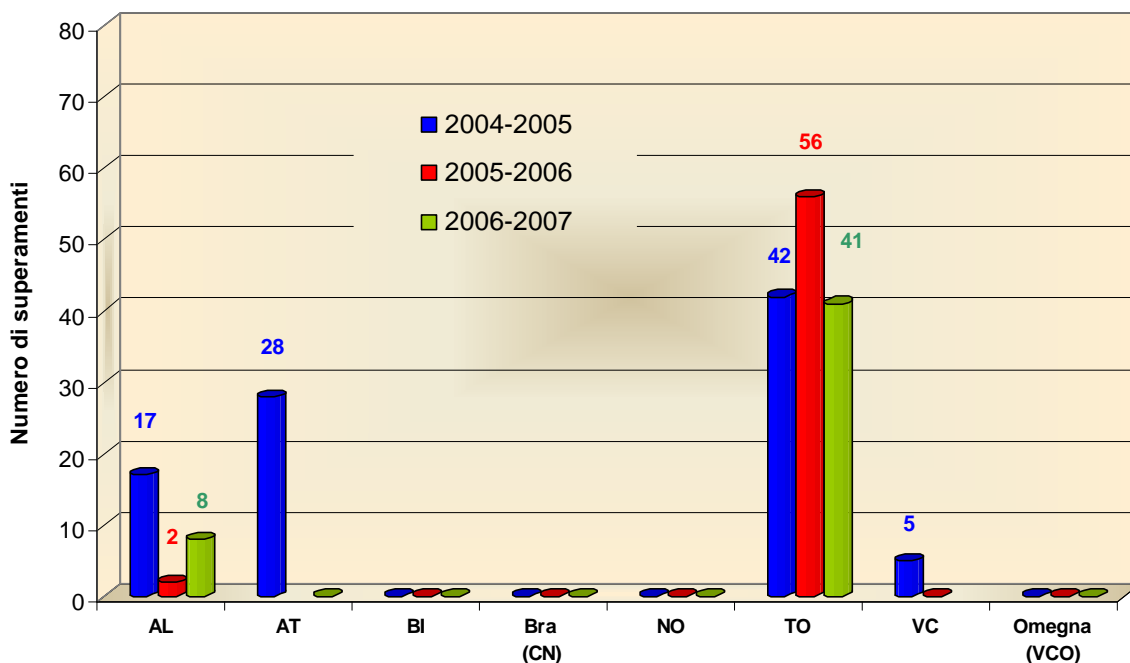


Grafico 8: NO₂- Stazioni traffico- numero medio di superamenti del limite orario di 200 µg/m³ nei semestri invernali

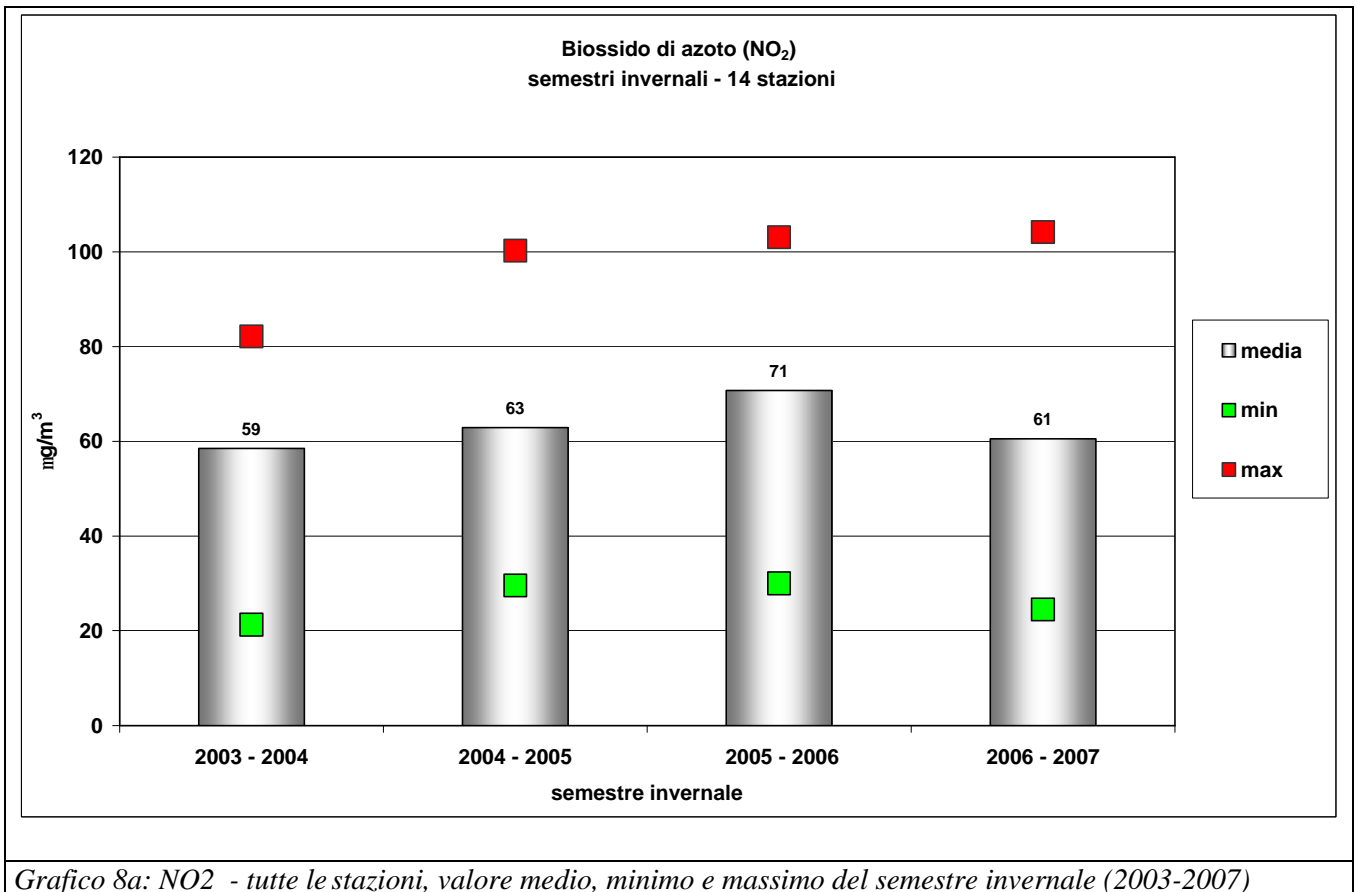
Entrambi i grafici confermano una situazione nel triennio non peggiorativa del livello di inquinamento. Non sono stati rilevati superamenti del livello di allarme (400 µg/m³) sul territorio regionale. Nella tabella 1 sono elencate tutte le stazioni di monitoraggio del biossido di azoto di traffico e di fondo ubicate nei capoluoghi di Provincia della Regione Piemonte, con indicata la tipologia attuale di zona e di stazione. Si riportano altresì le percentuali di dati validi per ciascuna stazione evidenziando in rosso quelle al di sotto del 80% che sono stati esclusi dalla elaborazione dei dati.

Tabella 1: NO₂ – semestre 2006 – 2007

Tipo Zona	Tipo stazione	Provincia	Stazione	Media dei valori orari µg/m ³	Massima media oraria µg/m ³	Percentuale giorni validi	Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)	Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)
urbana	fondo	AL	AL - Lanza	50	193	63%	0	0
urbana	traffico	AL	AL - D'Annunzio	52	269	100%	8	6
urbana	fondo	AL	AL- Volta	44	129	97%	0	0
urbana	traffico	AT	AT - Martiri	64	171	86%	0	0
urbana	fondo	AT	AT- D'acquisto	35	118	96%	0	0
urbana	traffico	BI	BI - Lamarmora	66	172	98%	0	0
urbana	fondo	BI	BI - Don Sturzo	48	163	93%	0	0
urbana	fondo	CN	Cuneo	47	151	99%	0	0
urbana	traffico	CN	Bra	42	156	100%	0	0
urbana	traffico	NO	NO - Leonardi	54	180	99%	0	0
urbana	fondo	NO	NO- Bovio	52	170	74%	0	0
urbana	fondo	NO	NO-Verdi	54	198	94%	0	0
urbana	fondo	TO	TO - Lingotto	57	177	93%	0	0
urbana	traffico	TO	TO-Rebaudengo	91	311	88%	84	33
urbana	traffico	TO	TO - Rivoli	104	305	99%	74	23
urbana	traffico	TO	TO - Consolata	74	264	91%	10	4
urbana	traffico	TO	TO - Gaidano	72	307	96%	12	7
urbana	traffico	TO	TO – M. Cristina	88	284	99%	25	10
suburbana	fondo	VC	VC - Campo CONI	45	160	31%	0	0
urbana	traffico	VC	VC - Gastaldi	43	175	58%	0	0
urbana	fondo	VCO	Verbania	39	130	82%	0	0
urbana	traffico	VCO	Omegna	52	147	90%	0	0

Uno sguardo complessivo all'andamento del biossido di azoto (NO_2), considerando 14 stazioni regionali con continuità dei dati (almeno 80% di dati presenti nei semestri considerati), è riportato nel Grafico 8a.

E' evidente una sostanziale stabilità del valore aggregato regionale con l'eccezione del semestre invernale 2005 - 2006, denotato dai valori più elevati, mentre il semestre 2003 - 2004, il primo del periodo esaminato, risulta essere quello caratterizzato dai valori minori, anche se non di molto se comparato con l'ultimo.



PM₁₀

Limiti di legge

La normativa vigente, il D.M. n. 60 del 02/4/2002, stabilisce per il materiale particolato PM₁₀ i limiti elencati nella tabella sottostante

Valori limite per il PM₁₀	
<u>Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana</u> (293°K e 101.3 kPa)	
Periodo di mediazione: 24 ore	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile
<u>Valore limite annuale per la protezione della salute umana</u> (293°K e 101.3 kPa)	
Periodo di mediazione: anno civile	40 µg/m ³

Il PM₁₀ (frazione delle polveri con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm) è costituito da una componente primaria ed una secondaria. Si presenta come un miscuglio di particelle carboniose, fibre, silicati, metalli, ecc. L'origine del particolato aerodisperso è molto varia: dal sollevamento della polvere naturale, ai processi di combustione incompleta di derivati del petrolio (sia di origine industriale che domestica che da traffico veicolare), alla formazione di aerosol secondario ecc.

Il parametro PM₁₀ è un parametro che attualmente richiede un attento monitoraggio sia perché è un inquinante di primaria importanza a livello regionale e nazionale per i significativi livelli raggiunti su ampie porzioni di territorio sia per l'oggettiva difficoltà nel realizzare piani di risanamento.

Nel Grafico 9 e Grafico 10 sono riportati il confronto tra le concentrazioni medie degli ultimi tre semestri misurate rispettivamente nelle stazioni di fondo e di traffico dei capoluoghi di Provincia.

Da notare che Vercelli dispone di una stazione di fondo solo dai primi mesi del 2007 mentre Cuneo non dispone di stazioni di traffico ma solo di una stazione di fondo urbano. La provincia del VCO non ha analizzatori di PM₁₀ in stazioni di traffico. Per le province di Novara e Alessandria sia le stazioni di traffico sia le stazioni di fondo non hanno un pregresso tale da permettere un buon confronto tra i tre semestri. Per queste province e per quelle di Vercelli e Cuneo sono stati utilizzati dati rilevati in stazioni di fondo/traffico ubicate in:

Casale – stazione di fondo in provincia di Alessandria

Novi Ligure – stazione di traffico in provincia di Alessandria

Bra - stazione di traffico in provincia di Cuneo

Cerano – stazione di fondo /industriale per la provincia di Novara

Borgomanero – stazione di traffico per la provincia di Novara

Borgosesia - stazione di fondo urbano in provincia di Vercelli

Le concentrazioni medie dell'ultimo semestre rilevate nelle stazioni di fondo sono simili, o leggermente inferiori, al semestre precedente ad eccezione dell'unica stazione di fondo di Torino (TO - Lingotto), dove il semestre 2005 - 2006 pur presentando una percentuale di dati validi superiore al 80% è sottostimato come valore in quanto i dati mancanti sono relativi al mese di gennaio che generalmente è uno dei mesi più critici dell'anno. Infatti nel Grafico 10 relativo alle stazioni di traffico è evidente una situazione peggiore nel semestre 2005 - 2006 rispetto agli altri.

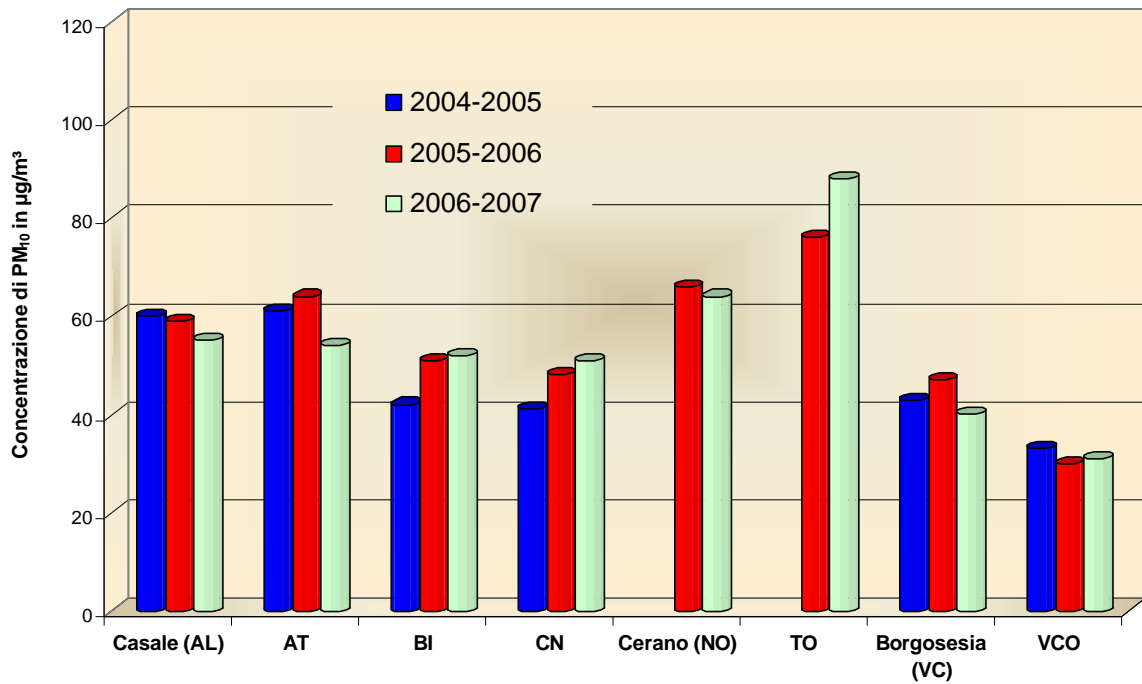


Grafico 9: PM₁₀ - Stazioni fondo - concentrazione media nei semestri invernali (2004-2007)

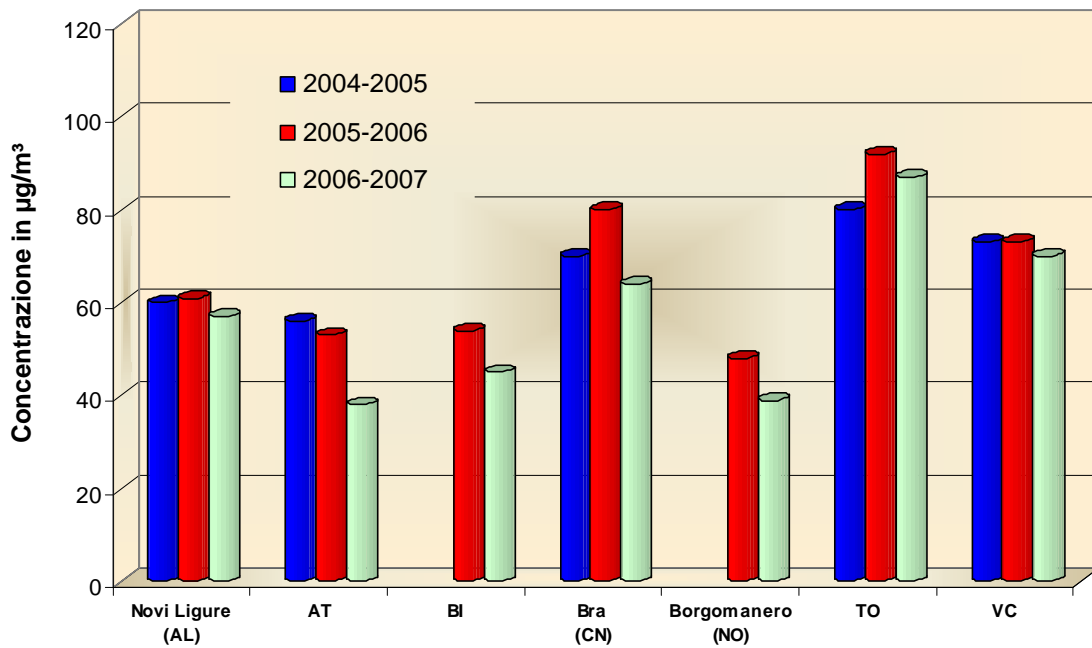


Grafico 10: PM₁₀ - stazioni traffico - concentrazione media nei semestri invernali (2004-2007)

**Il dato 2006-2007 di Asti è prodotto con strumento non certificato ed in fase di sostituzione

**Il dato 2006-2007 di Vercelli è calcolato su una percentuale di dati inferiore al 80%

Nel Grafico 11 e Grafico 12 sono riportati il numero medio di superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) relativamente alle stazioni di fondo e di traffico dei capoluoghi di Provincia. Essendo il periodo invernale quello più critico per questo parametro, non è possibile fare un confronto con i limiti annuali.

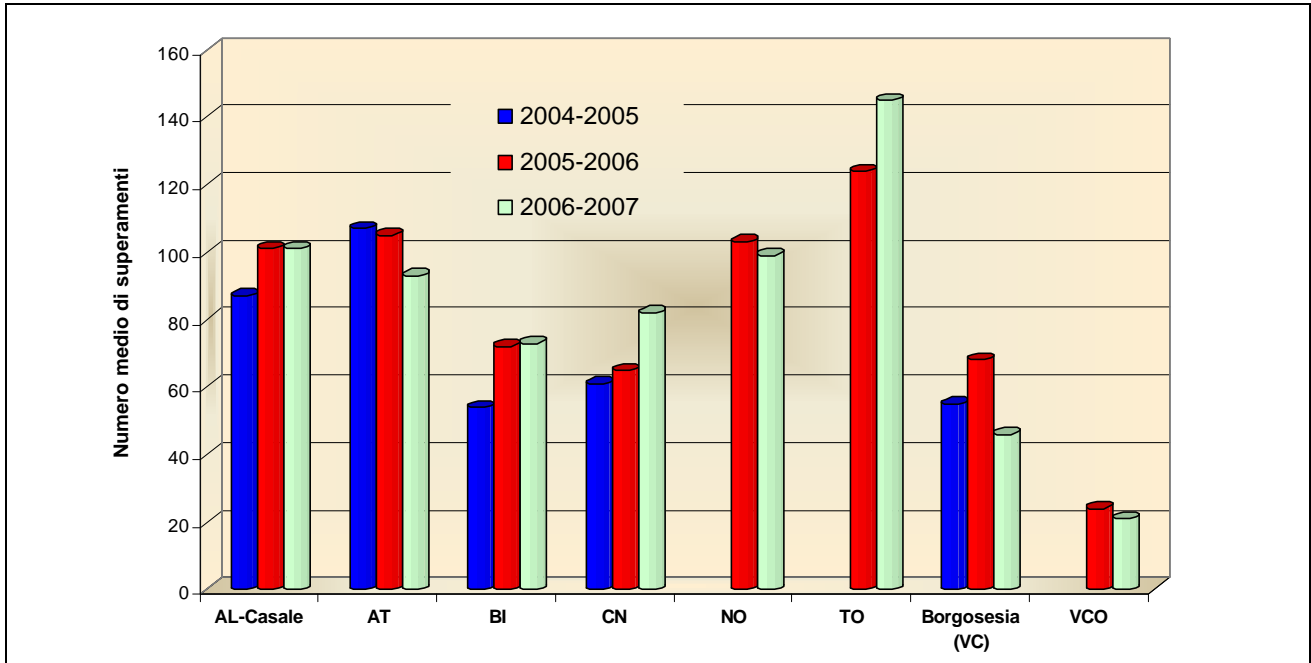


Grafico 11: PM_{10} Stazioni fondo - numero medio di superamenti del limite giornaliero per la protezione della salute umana $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nei semestri invernali (2004-2007)

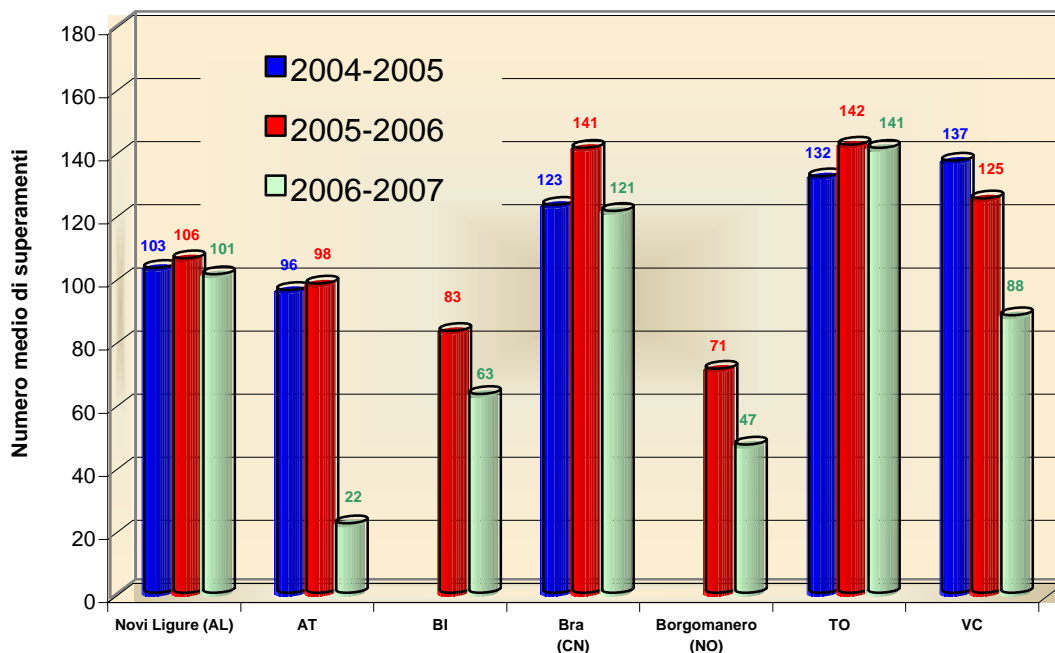


Grafico 12: PM₁₀ Stazioni traffico - numero medio di superamenti del limite giornaliero per la protezione della salute umana 50 µg/m³ nei semestri invernali (2004-2007)

**Il dato 2006-2007 di Asti è prodotto con strumento non certificato ed in fase di sostituzione

**Il dato 2006-2007 di Vercelli è calcolato su una percentuale di dati inferiore al 80%

E' possibile comunque evidenziare che nei semestri esaminati tutte le stazioni hanno presentato generalmente un numero elevato, pur con alcune decrementi rispetto all'anno precedente, dei superamenti del livello protezione della salute umana indicativamente superiore al numero consentito (35) nell'arco dell'intero anno ad eccezione della stazione di fondo di Verbania.

Nella tabella 2 sono elencate tutte le stazioni di monitoraggio del PM₁₀ presenti nei capoluoghi di Provincia della Regione con indicata la tipologia attuale di zona e di stazione. Si riportano altresì le percentuali di dati validi per ciascuna stazione evidenziando in rosso quelle al di sotto del 80% che sono stati esclusi dalla elaborazione dei dati

Tabella 2: PM₁₀ – 1 ottobre 2006 ÷ 2007

Tipo Zona	Tipo stazione	Provincia	Stazione	Media delle medie giornaliere µg/m ³	Giorni validi	Percentuale giorni validi	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50 µg/m ³)
urbana	fondo	AL	Casale	55	181	100%	101
urbana	traffico	AL	Novi Ligure	57	182	100%	101
urbana	fondo	AT	AT - D'Acquisto	54	182	100%	93
urbana	traffico	BI	BI – Lamarmora	45	178	98%	63
urbana	fondo	BI	BI – Don Sturzo	52	174	96%	73
urbana	fondo	CN	Cuneo	51	177	97%	82
urbana	traffico	CN	Bra	64	176	97%	121
urbana	traffico	NO	Borgomanero	39	182	100%	47
suburbana	fondo	NO	Cerano	64	167	92%	99
urbana	traffico	TO	TO - Grassi	98	180	99%	156
urbana	traffico	TO	TO - Rivoli	86	172	95%	133
urbana	traffico	TO	TO - Consolata	80	181	99%	140
urbana	traffico	TO	TO - Gaidano	83	176	97%	135
urbana	fondo	TO	TO - Lingotto	88	171	94%	145
suburbana	fondo	VC	VC - Campo CONI	45	51	28%	22
urbana	traffico	VC	VC - Gastaldi	70	123	68%	88
urbana	fondo	VC	Borgosesia	40	168	92%	46
urbana	fondo	VCO	Verbania	31	170	93%	21

Uno sguardo complessivo all'andamento del parametro PM_{10} , considerando tutte le stazioni regionali con continuità dei dati (almeno 80% di dati presenti nei semestri considerati), è riportato nel Grafico 12a.

E' evidente una sostanziale stabilità del valore aggregato regionale con l'eccezione del semestre invernale 2005 – 2006 denotato dai valori più elevati mentre il semestre 2003 –2004, il primo del periodo esaminato, risulta essere quello caratterizzato dai valori minori.

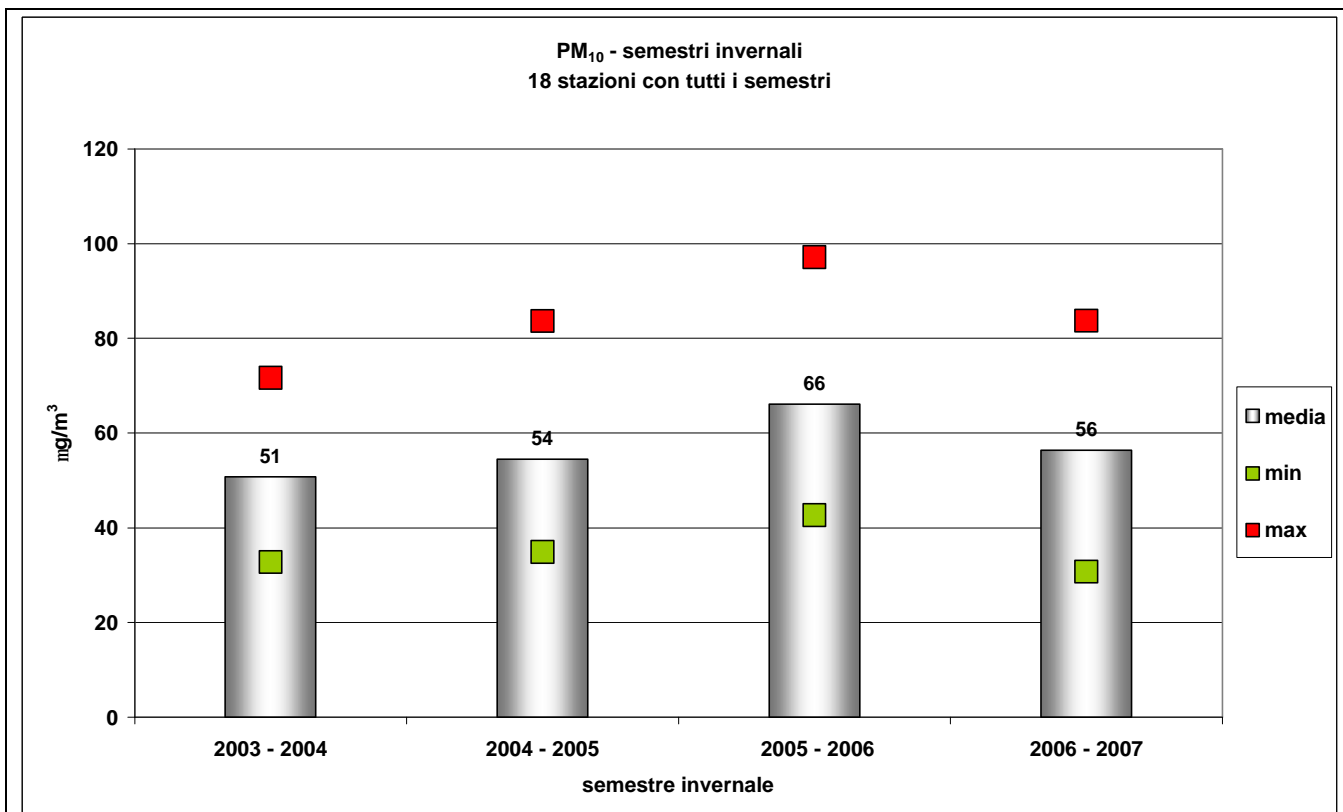


Grafico 13a: PM_{10} - tutte le stazioni, valore medio, minimo e massimo del semestre invernale (2003-2007)

QUALITÀ DELL'ARIA NELL'AREA METROPOLITANA TORINESE

Premessa

Il presente paragrafo ha lo scopo di illustrare in modo sintetico, sulla base di valutazioni effettuate a livello mensile, l'andamento della qualità dell'aria a Torino nel periodo ottobre 2006 – marzo 2007, in relazione alle condizioni meteorologiche del periodo.

Per quanto riguarda la qualità dell'aria sono stati considerati come indicatori sull'area urbana di Torino i valori delle polveri PM₁₀ nella stazione di Torino-Lingotto (i dati utilizzati sono stati sottoposti solo ad un primo processo di validazione, mentre non sono ancora stati sottoposti alla validazione definitiva che consente di storicizzarli a livello annuale) ed il valore dell'indice di qualità dell'aria (IQA). IQA è un indicatore sintetico che fornisce informazioni tendenziali sul grado di soddisfazione sulla qualità dell'aria attraverso il confronto con i parametri della normativa vigente, e conseguentemente definisce anche il grado di protezione della salute umana (viene espresso con un indice numerico che può variare da 1 a 7, più alto è il valore, più elevato è il livello di inquinamento atmosferico e più grande il rischio per la salute). L'IQA della Provincia di Torino (http://www.provincia.torino.it/ambiente-provto/inquinamento/qualita/indice_iqa.htm) viene applicato all'area Metropolitana Torinese, che mostra caratteristiche e comportamenti omogenei dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico. Il calcolo dell'IQA viene effettuata elaborando i valori di concentrazione delle polveri sottili (PM10) ed i valori dell'inquinante che tra biossido di azoto (NO₂) e ozono (O₃) mostra la maggior criticità.

Per quanto riguarda i parametri meteorologici, sono state analizzate le condizioni prevalenti del tempo su Torino, l'altezza massima dello strato di rimescolamento e la sommatoria di vento nella stazione di Torino-Consolata, grandezze che rappresentano le proprietà metodiffusive dell'atmosfera sull'area urbana.

Con altezza dello strato rimescolato si intende l'altezza dello strato adiacente alla superficie terrestre all'interno del quale un composto, introdotto a livello del suolo, viene disperso verticalmente per turbolenza meccanica o convettiva e diluito a concentrazione uniforme. L'altezza di rimescolamento è uno dei parametri più utilizzati ai fini delle valutazioni di qualità dell'aria in quanto permette di quantificare le dimensioni della porzione di atmosfera interessata dai fenomeni turbolenti. L'altezza dello strato rimescolato, essendo legata alla radiazione solare, presenta sia un marcato ciclo diurno, passando dai valori minimi notturni ai valori massimi diurni nelle ore di maggiore insolazione, sia un marcato ciclo stagionale, con valori minimi (e quindi più critici per l'accumulo degli inquinanti) invernali e valori massimi (e quindi più favorevoli alla dispersione) estivi.

Valutazione

Le valutazioni e le rappresentazioni grafiche che seguono sono date in relazione all'IQA, di cui si riporta la classificazione numerica e cromatica.

	classi indice qualità dell'aria
1	ottima
2	buona
3	discreta
4	moderata cautela

5	poco salubre
6	insalubre
7	molto insalubre

Gli ultimi mesi dell'anno 2006 sono stati caratterizzati da una scarsità di precipitazioni e da temperature decisamente miti rispetto alla climatologia.

Nei mesi di ottobre, novembre, dicembre si sono avuti solo 17 giorni piovosi su 92 con un deficit complessivo di precipitazione intorno al - 60%.

Nell'intero trimestre non si sono verificati né casi di foehn, né di forte o comunque significativa ventosità.

Le condizioni prevalenti di stabilità hanno determinato valori dello strato di rimescolamento mediamente bassi ed, in particolare, la frequenza di condizioni meteorologiche caratterizzati da promontori di origine africana del mese di novembre, ha determinato il valore dell'IQA medio del mese peggiore dell'inverno, con un valore tra la moderata cautela e la scarsa salubrità.

Nel mese di ottobre l'IQA non ha mai superato il valore 5, mentre a novembre ha assunto per 5 giorni il valore 5 e un giorno il valore 6. Nel trimestre, su 92 giorni, solo 15 giorni nella stazione di Torino Lingotto non hanno registrato superamento della soglia di 50 µg/m³ PM₁₀, di cui soltanto 2 a novembre.

I primi mesi del 2007 sono stati caratterizzati da generali condizioni di stabilità atmosferica, ad eccezione dei quattro giorni in cui si è avuto foehn (due giorni a gennaio il 2/1 ed il 19/2 e due a febbraio, il 13/2 ed il 26/2) e dei tre giorni dove si sono registrate precipitazioni. Tali valori trovano riscontro nelle quote basse dello strato rimescolato, tanto nei valori medi che in quelli estremi.

Mese	Altezza dello strato rimescolato	
	Media mensile	Media dei massimi giornalieri
Ottobre	349 m	968 m
Novembre	275 m	772 m
Dicembre	259 m	738 m
Gennaio	347 m	942 m
Febbraio	439 m	1042 m
Marzo	549 m	1248 m

Dal punto di vista della qualità dell'aria, le condizioni prevalenti di stabilità atmosferica hanno determinato valori dell'indice IQA piuttosto elevati corrispondenti a situazioni di media criticità (nella stazione di Torino - Lingotto solo 4 giorni su 31 a gennaio e 2 giorni su 23 a febbraio non hanno registrato superamento della soglia di 50 µg/m³ PM₁₀).

	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo
ottima	0	0	2	2	0	0
buona	6	3	3	2	1	9
discreta	14	6	3	5	5	11
moderata cautela	7	6	9	8	13	8
poco salubre	3	8	8	7	6	3
insalubre	0	5	3	7	1	0
molto insalubre	0	1	0	0	2	0

Il mese di marzo, con caratteristiche di maggiore variabilità atmosferica ed un maggiore effetto del riscaldamento diurno, è stato caratterizzato da condizioni di moderata instabilità atmosferica, come si evince dal valore medio dell'altezza massima dello strato di rimescolamento pari a 1248m (con ben 16 giorni all'interno del mese che superano tale valore), superiori ai mesi analizzati precedentemente. Anche il mese di marzo ha visto la presenza di foehn (il giorno 19 ed la mattina del giorno 20), ed è stato inoltre caratterizzato da 8 giorni in cui si è avuta pioggia, anche se di debole intensità.

Tale situazione trova riscontro nei valori dell'indice IQA che, oltre a risultare mediamente i più bassi dell'inverno, nel mese di marzo non superano mai il livello 5 e lo raggiungono soltanto in tre giornate in cui si è avuto tempo soleggiato con la presenza di foschie nelle ore più fredde della giornata ed altezza dello strato rimescolato bassa.

Nonostante le caratteristiche atmosferiche più favorevoli alla dispersione, nella stazione di Torino-Lingotto solo 8 giorni su 29 non hanno registrato il superamento della soglia di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM_{10} . Complessivamente nella stessa stazione si sono verificati 145 giorni su 171 con superamento della soglia di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM_{10} .

Per descrivere le condizioni dell'andamento giornaliero, nei grafici seguenti è evidenziato il valore dell'IQA e della massima altezza giornaliera dello strato di rimescolamento, segnalando i giorni in cui si è verificata precipitazione.

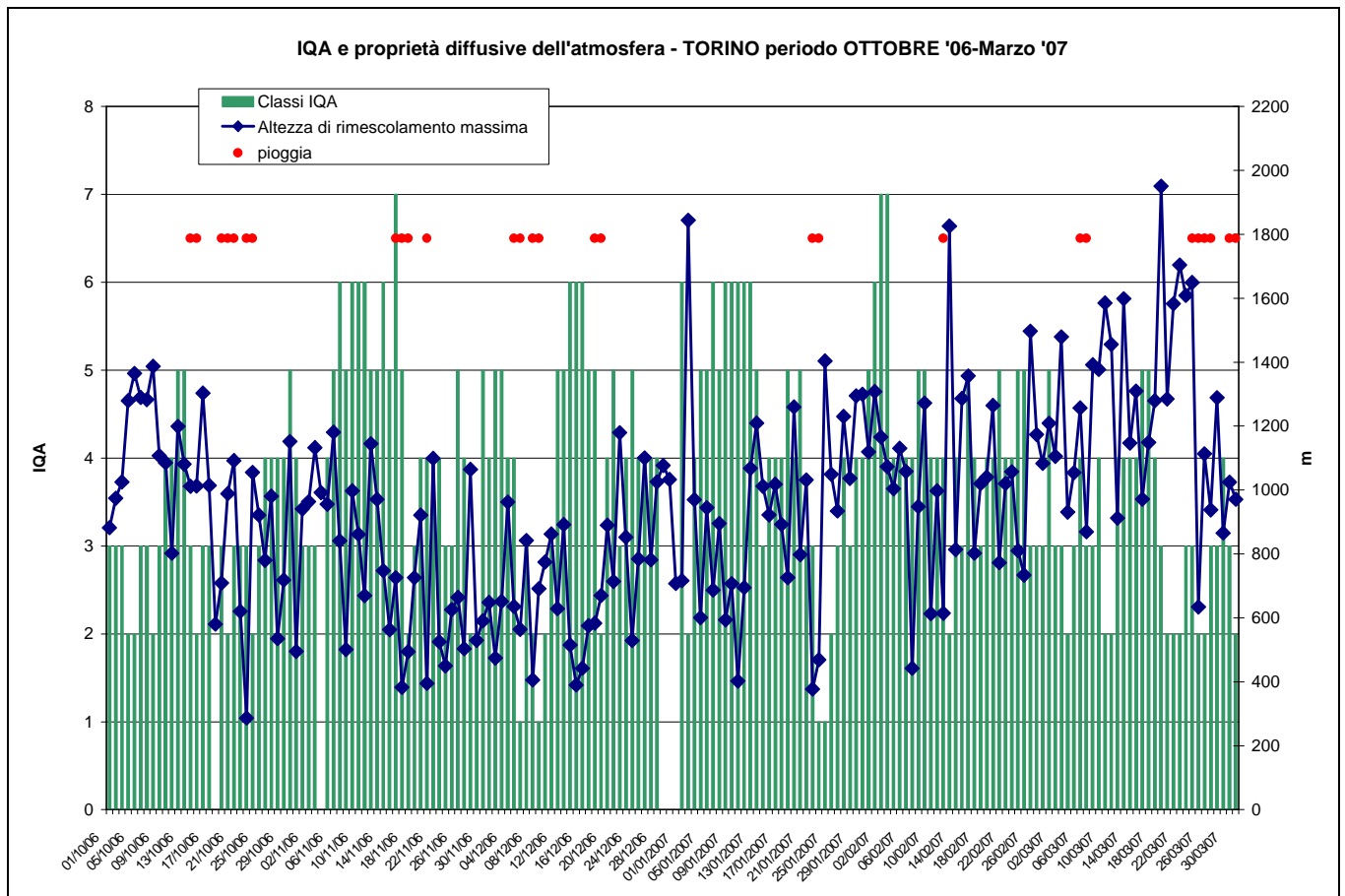


Grafico 14: IQA e proprietà diffusive dell'atmosfera in Torino, ottobre 2006 – marzo 2007

Analogo grafico descrive l'andamento giornaliero dell'IQA e della sommatoria di vento giornaliero.

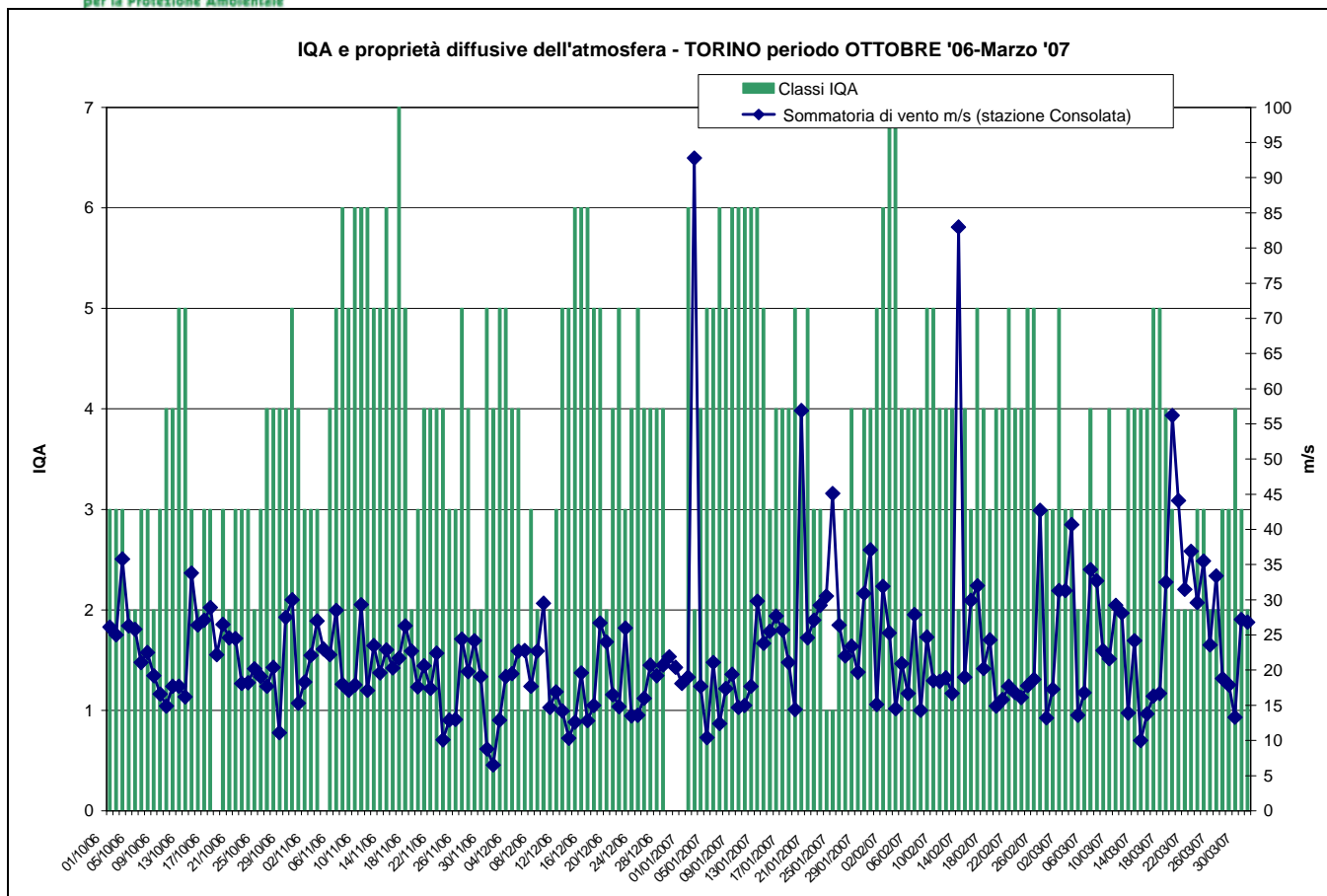


Grafico 15: IQA e sommatoria di vento in Torino, ottobre 2006 – marzo 2007

La distribuzione dell'IQA nelle diverse classi per l'intero periodo invernale mostra una prevalenza della classe corrispondente alla moderata cautela, con 72 casi nelle classi di valore inferiore, corrispondenti ad una qualità dell'aria migliore e 54 casi nelle classi di valore superiore, corrispondenti a condizioni di qualità dell'aria peggiori.

	classi indice qualità dell'aria	casi nel periodo
1	ottima	4
2	buona	24
3	discreta	44
4	moderata cautela	51
5	poco salubre	35
6	insalubre	16
7	molto insalubre	3

Sono riportati alcuni grafici che illustrano l'andamento dell'indice sia nell'ultimo semestre sia nei semestri invernali dell'ultimo triennio anche con una ulteriore disaggregazione a livello trimestrale.

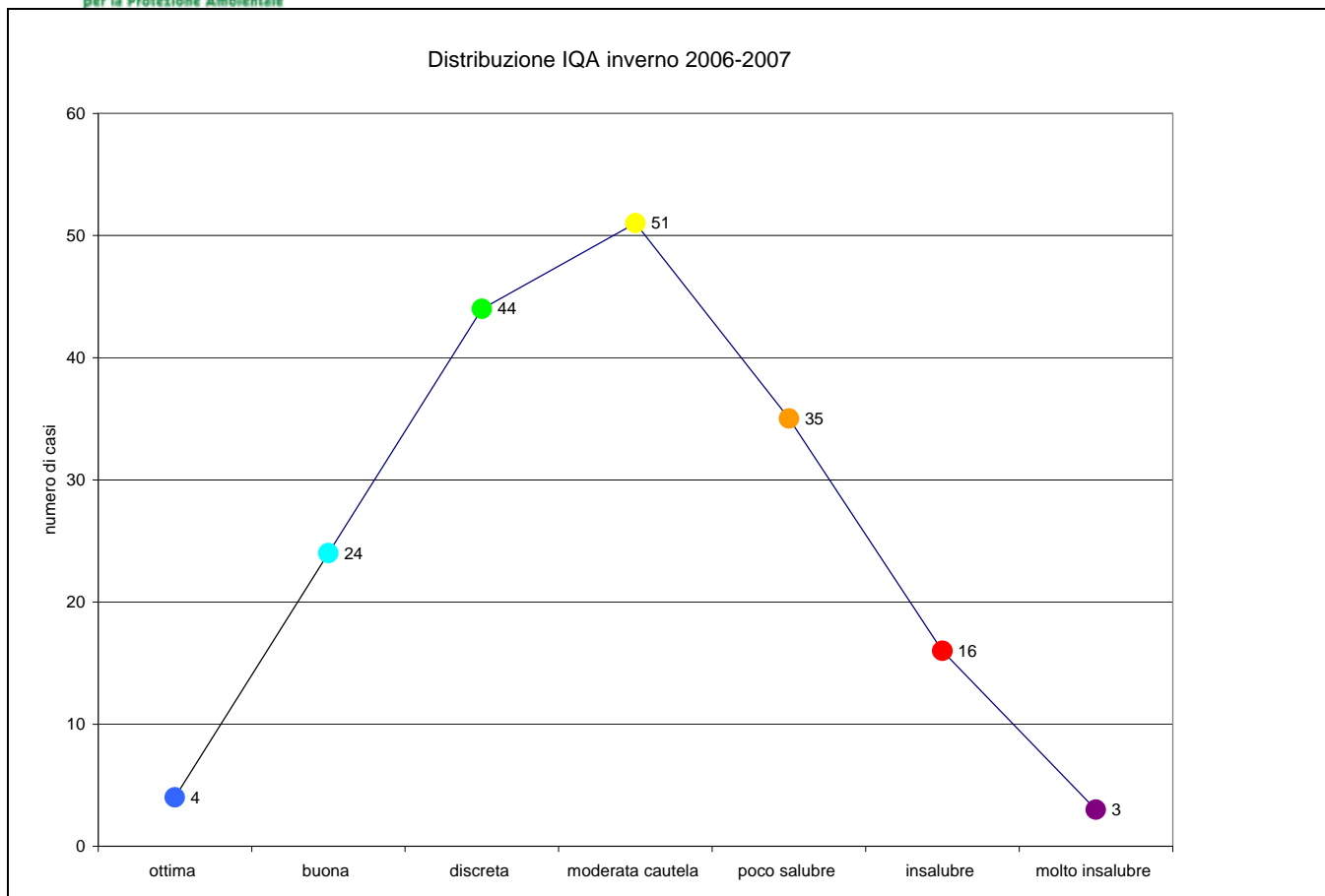


Grafico 16: distribuzione dell'indice IQA in Torino, ottobre 2006 – marzo 2007

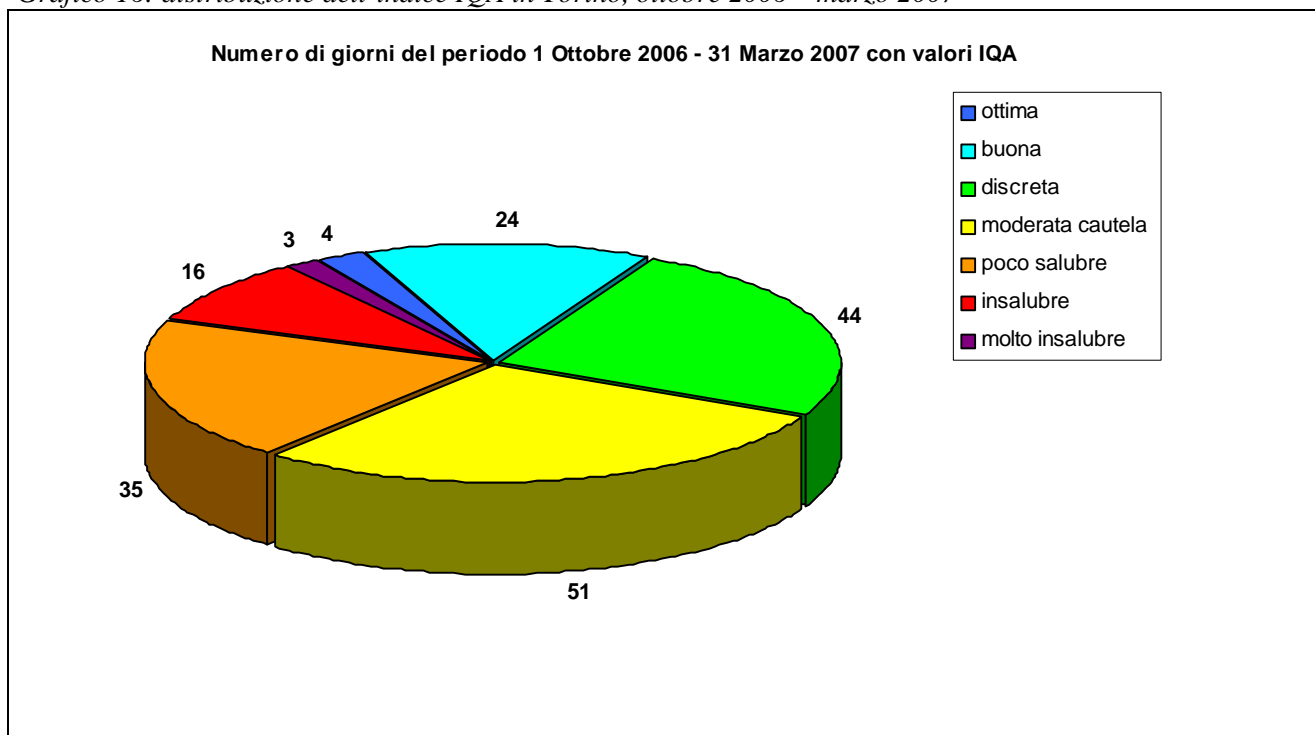


Grafico 17: distribuzione con valori dell'indice IQA in Torino, ottobre 2006 – marzo 2007

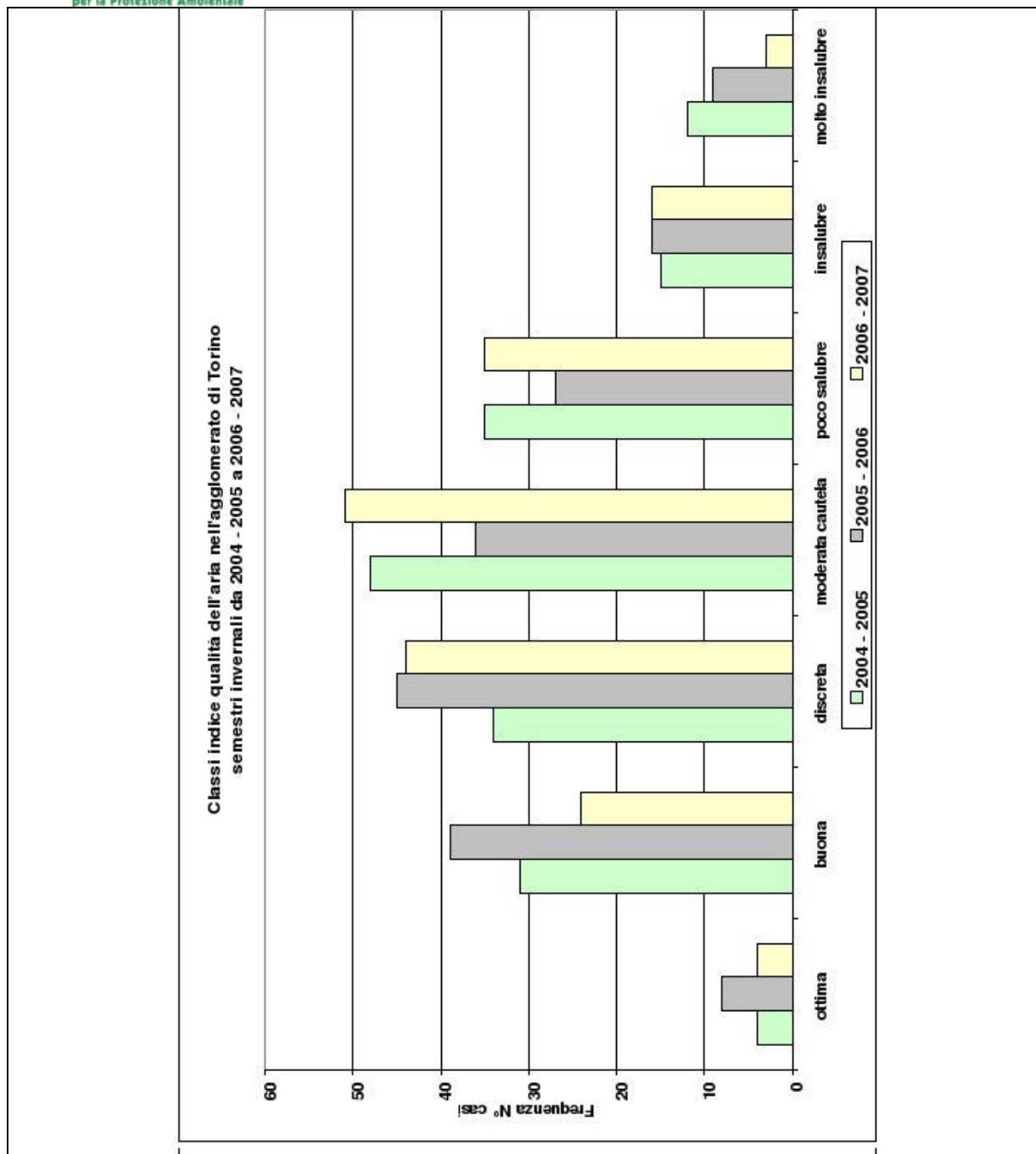


Grafico 18: Classi di IQA – n° dei casi per singolo semestre invernale

La distribuzione dell'IQA nelle differenti classi durante i periodi invernali dei tre anni che vanno dal 2004 ai primi mesi del 2007 mostra andamenti generalmente omogenei e corrispondenti, in cui risultano maggiormente popolate le classi centrali, con code decrescenti verso i valori estremi; in particolare si riscontrano evidenti analogie negli inverni 04-05 e 06-07, in cui la classe più popolata è quella di "moderata cautela" e le code della distribuzione tendono a rimanere spostate verso le classi più basse. L'inverno 04-05 è quello che mostra il maggior numero di accadimenti nella classe "molto insalubre" mentre l'inverno 06-07 mostra in questa classe la frequenza minima di accadimento. Il semestre invernale 05-06 appare leggermente diverso dai rimanenti due, con la classe "discreta" come classe più popolosa, pur mantenendo tuttavia valori comparabili con quelli degli altri inverni nelle classi più alte.

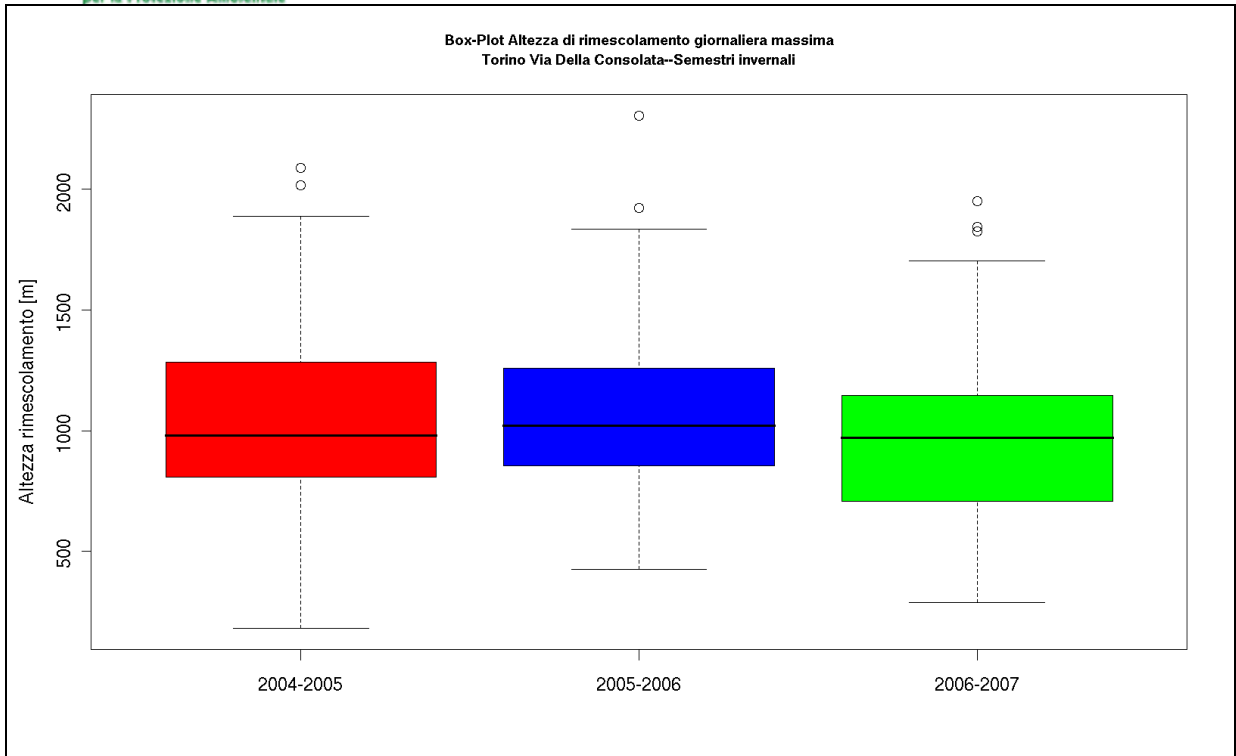


Grafico 19: box-plot dei valori massimi giornalieri di altezza di rimescolamento per ciascun semestre invernale nel triennio 2004-2006, 2005-2006, 2006-2007

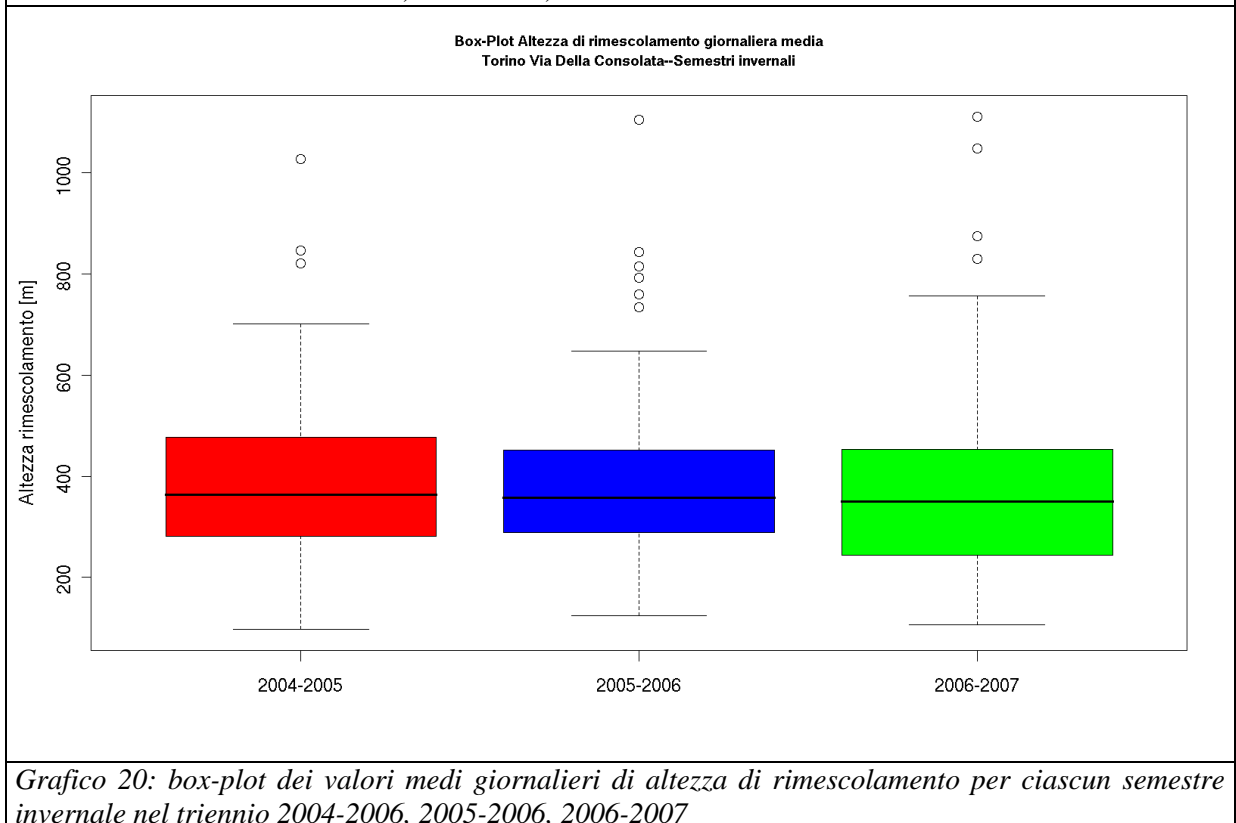


Grafico 20: box-plot dei valori medi giornalieri di altezza di rimescolamento per ciascun semestre invernale nel triennio 2004-2006, 2005-2006, 2006-2007

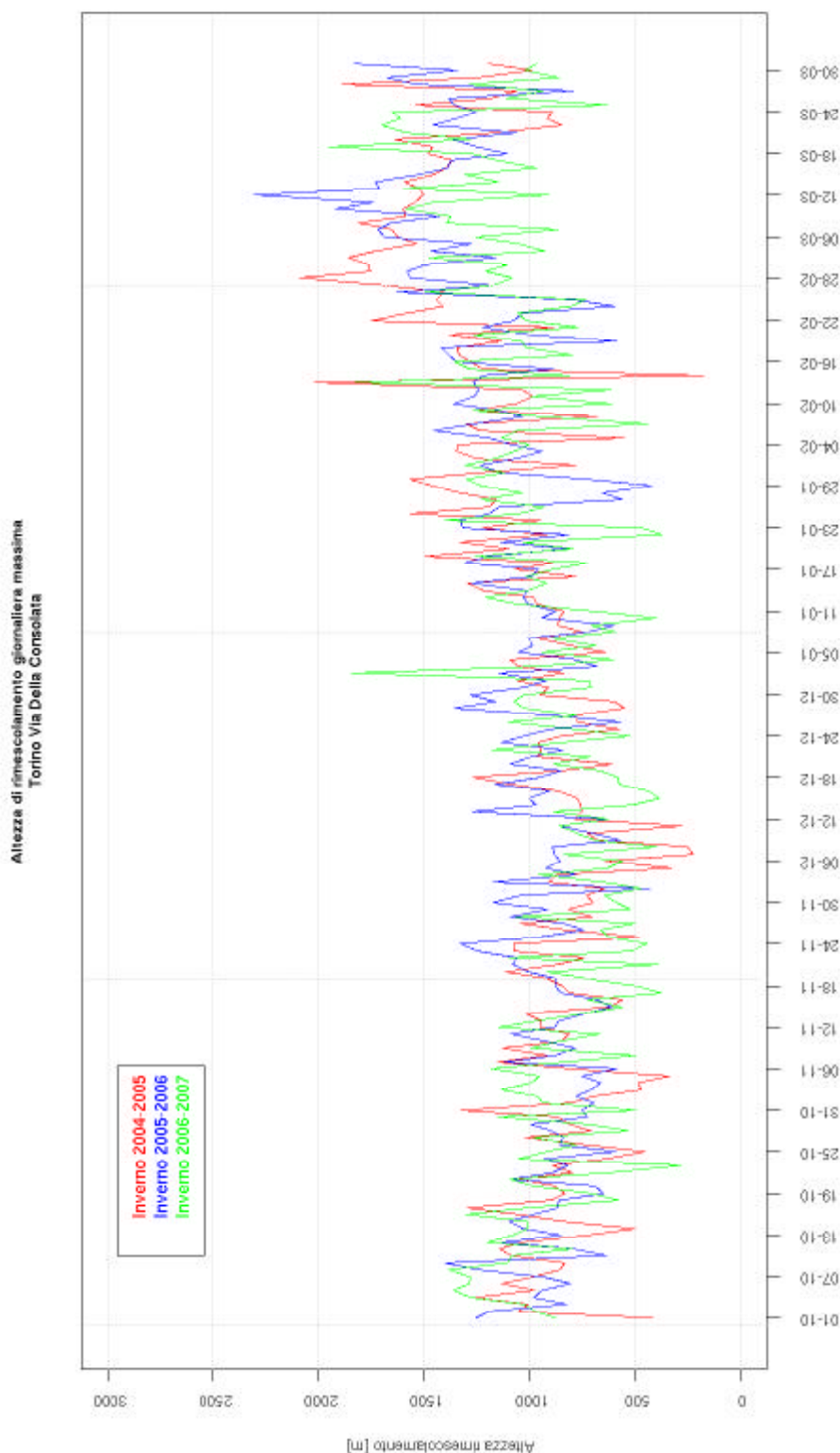


Grafico 21: andamento dei valori massimi giornalieri di altezza di rimescolamento per ciascun semestre invernale nel triennio 2004-2006, 2005-2006, 2006-2007

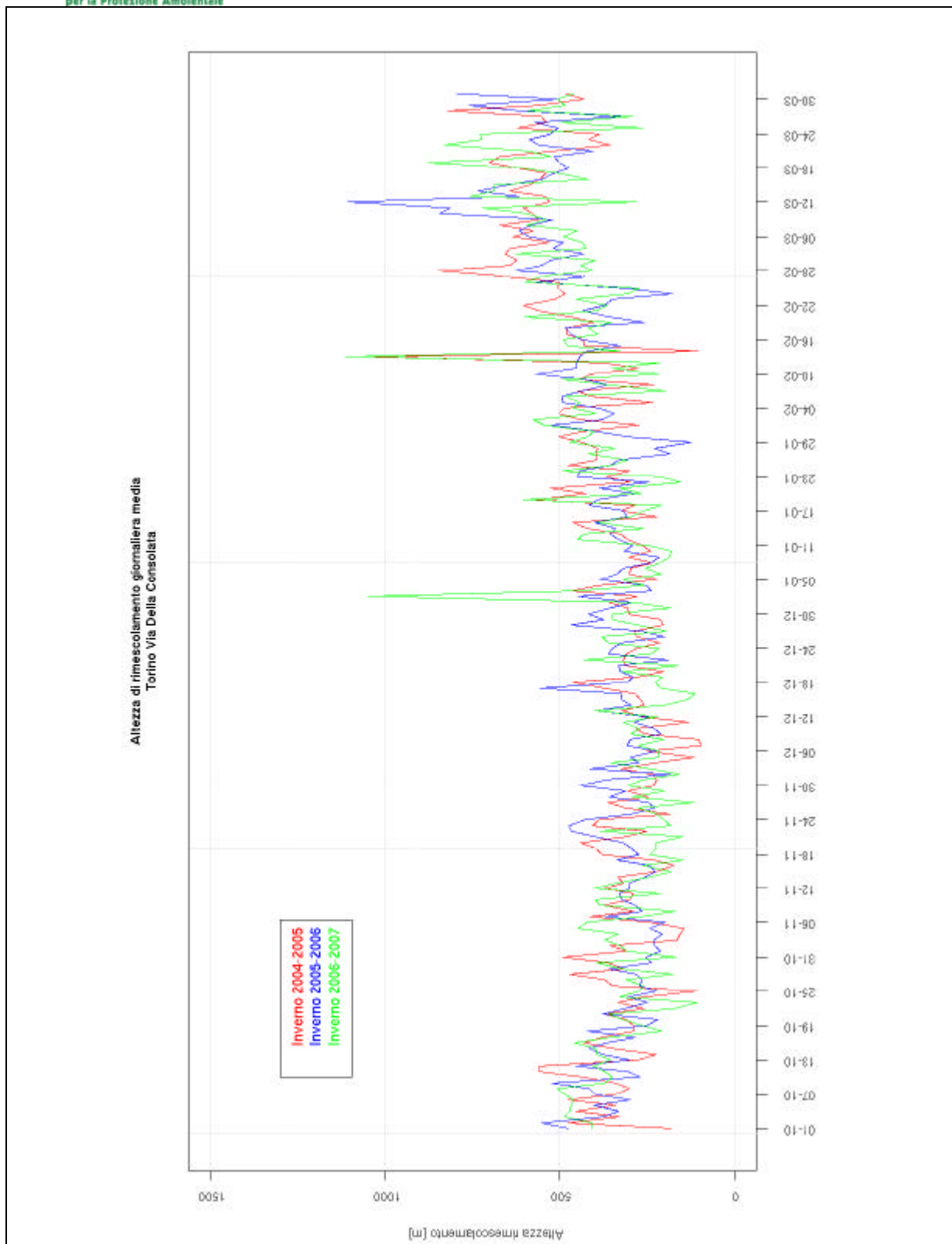


Grafico 22: andamento dei valori medi giornalieri di altezza di rimescolamento per ciascun semestre invernale nel triennio 2004-2006, 2005-2006, 2006-2007

L'andamento dei valori dell'altezza di rimescolamento conferma una sostanziale omogeneità delle caratteristiche meteodiffusive negli inverni considerati. I valori massimi giornalieri risultano generalmente compresi tra i 500 m ed i 1500 m ed i valori medi giornalieri sono inferiori ai 500 m per il periodo compreso tra ottobre e febbraio mentre nel mese di marzo si

riscontra, puntualmente in ciascuno dei tre anni, un deciso incremento, indicativo di comportamenti già primaverili. E' possibile verificare nell'inverno 06-07 nell'andamento dei massimi giornalieri un minor numero di valori di picco, soprattutto nei mesi di dicembre e di marzo, mentre il comportamento dei valori medi giornalieri risulta maggiormente uniforme.

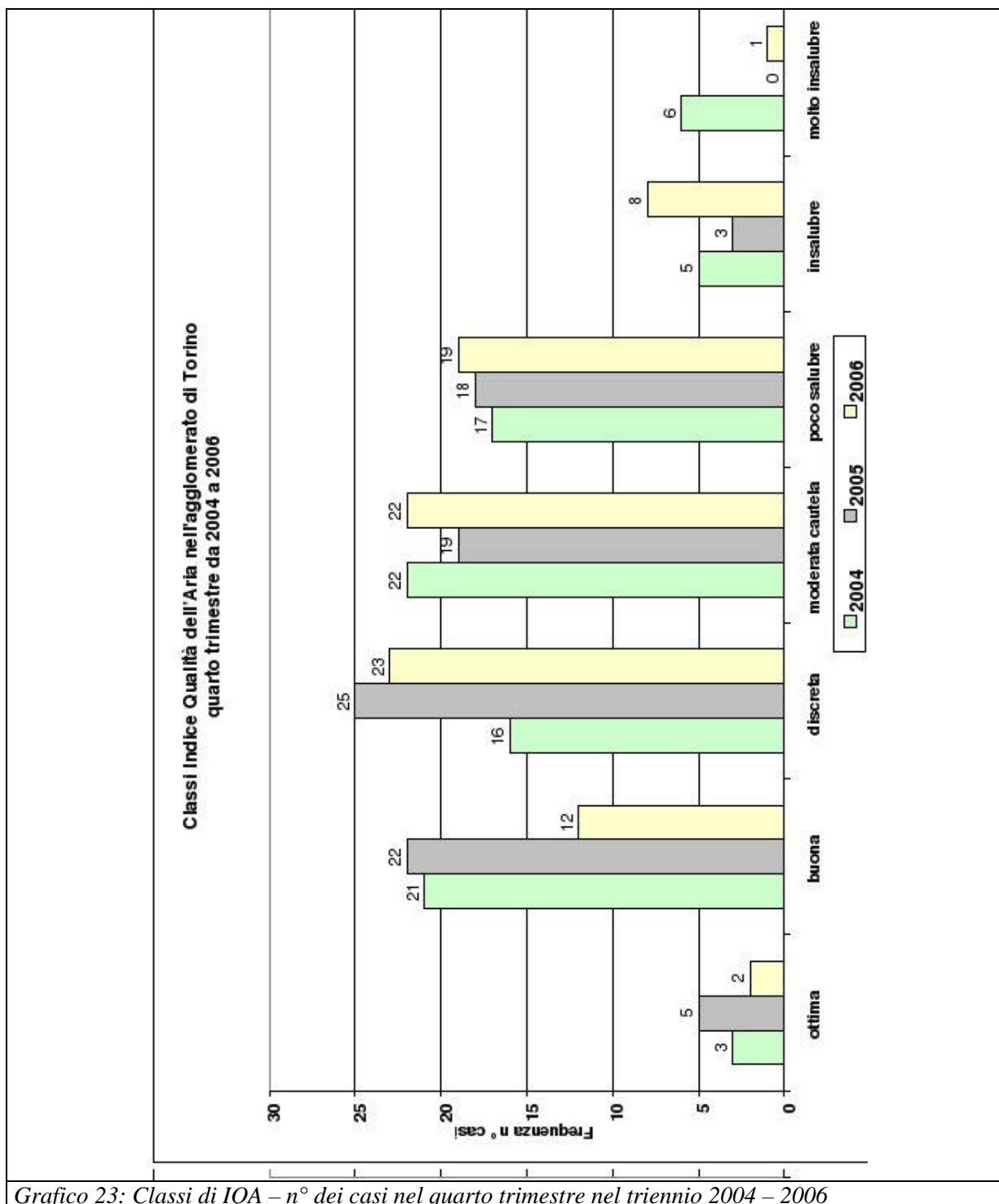


Grafico 23: Classi di IQA – n° dei casi nel quarto trimestre nel triennio 2004 – 2006

La distribuzione di frequenza dell'IQA nelle rispettive classi nel trimestre ottobre-dicembre degli anni 2004, 2005, 2006 mostra una sostanziale uniformità nei primi due anni ed una parziale di scostamento nell'ultimo anno. Le classi più popolose risultano essere "discreta" (anni 05 e 06) e "moderata cautela" (anno 04); nei primi due anni la distribuzione delle

frequenze risulta concentrata nelle classi centrali, con code rapidamente decrescenti verso i valori estremi, nell'ultimo anno la distribuzione appare più spostata verso le classi più elevate.

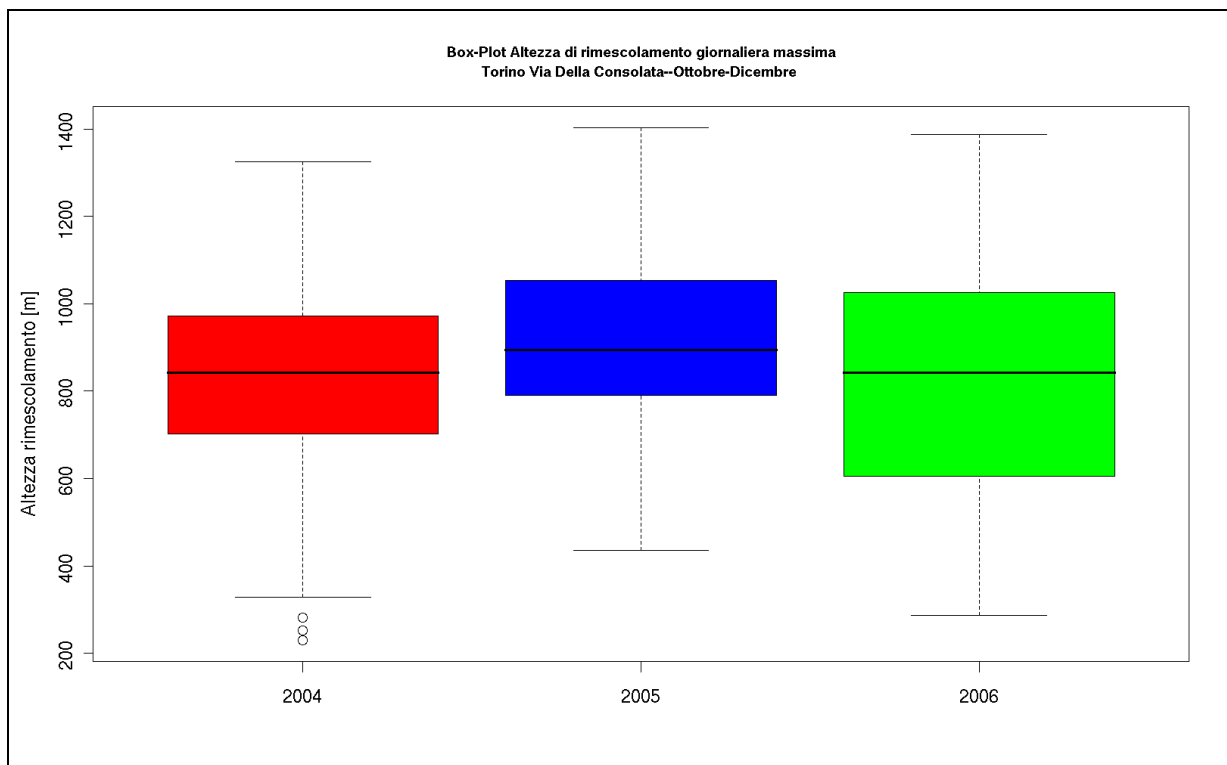


Grafico 24: box-plot dei valori massimi giornalieri di altezza di rimescolamento per ciascun trimestre ottobre-dicembre nel triennio 2004, 2005, 2006

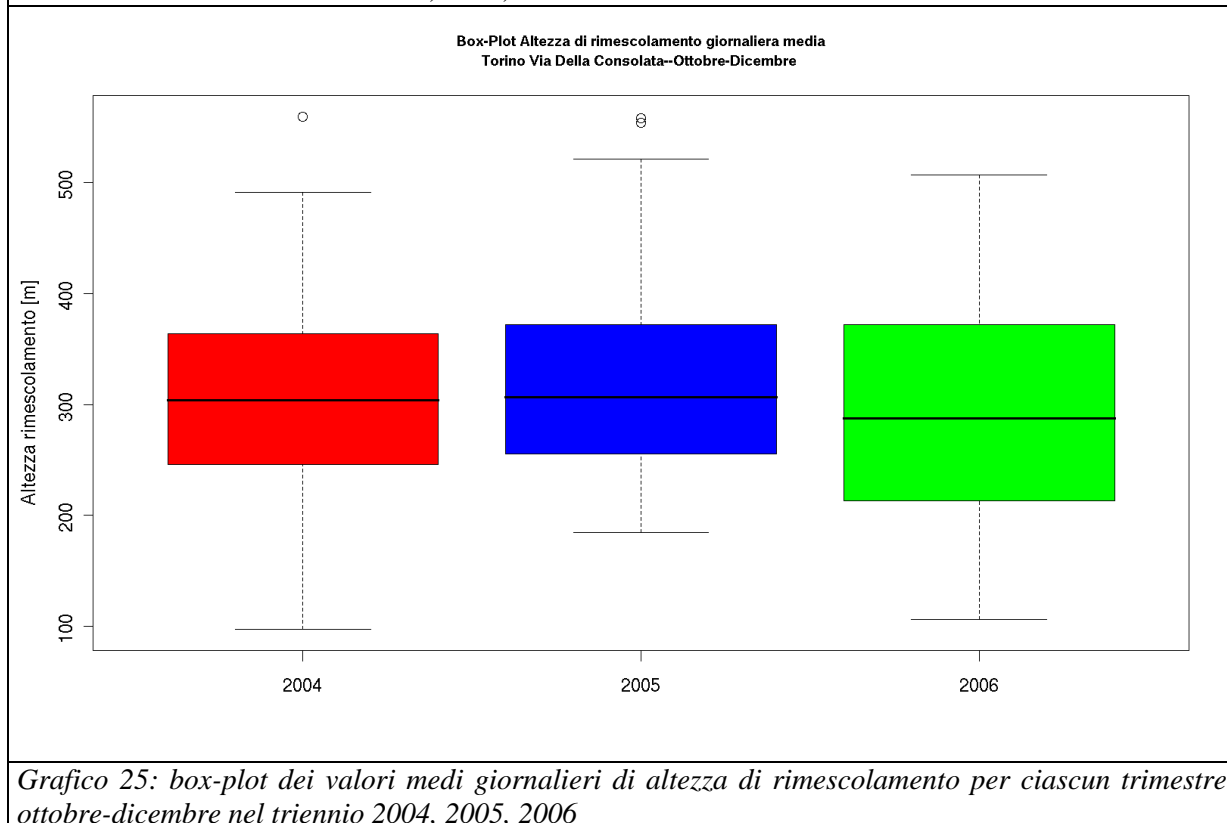


Grafico 25: box-plot dei valori medi giornalieri di altezza di rimescolamento per ciascun trimestre ottobre-dicembre nel triennio 2004, 2005, 2006

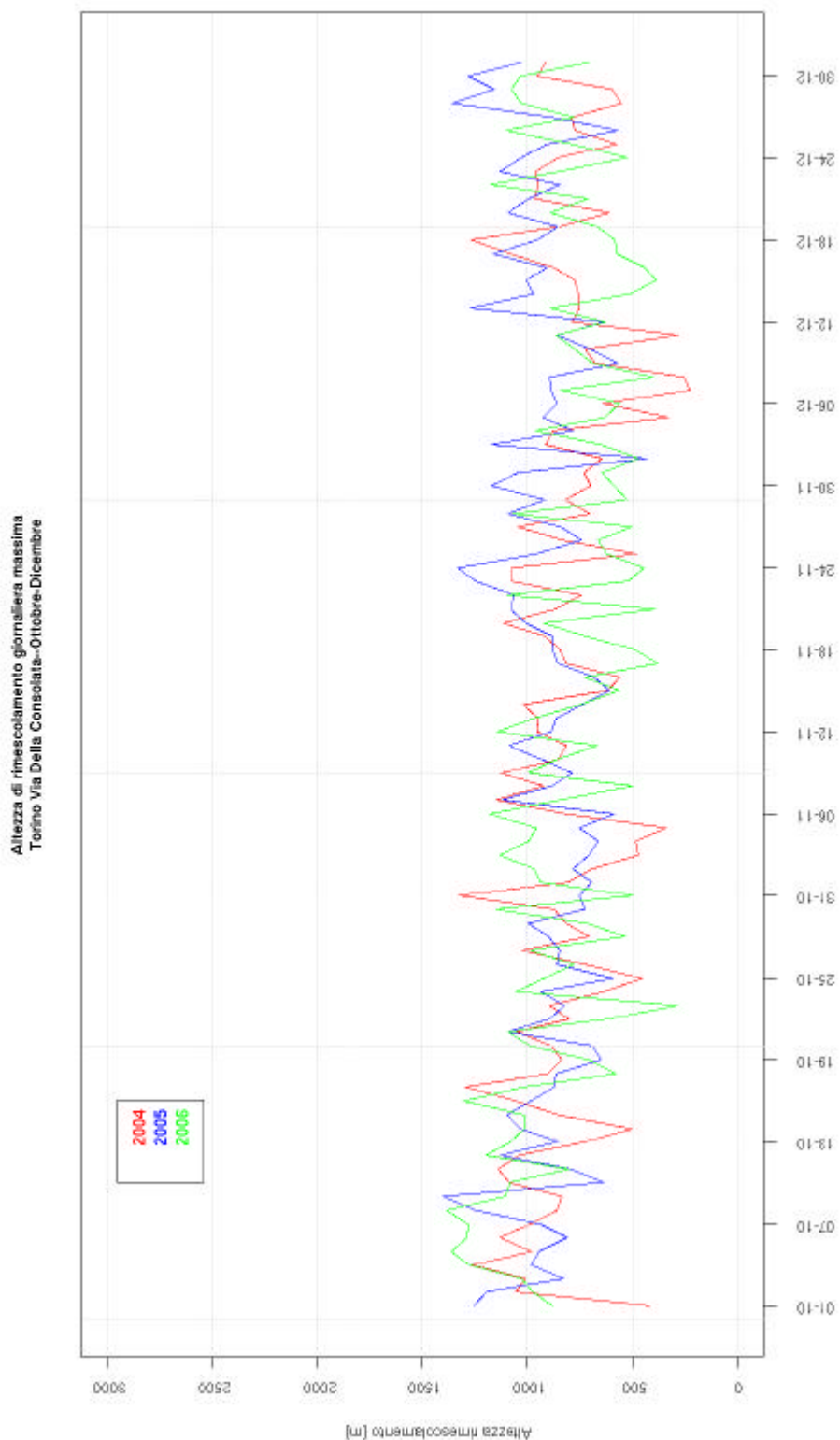


Grafico 26: andamento dei valori massimi giornalieri di altezza di rimescolamento per ciascun trimestre ottobre-dicembre nel triennio 2004, 2005, 2006

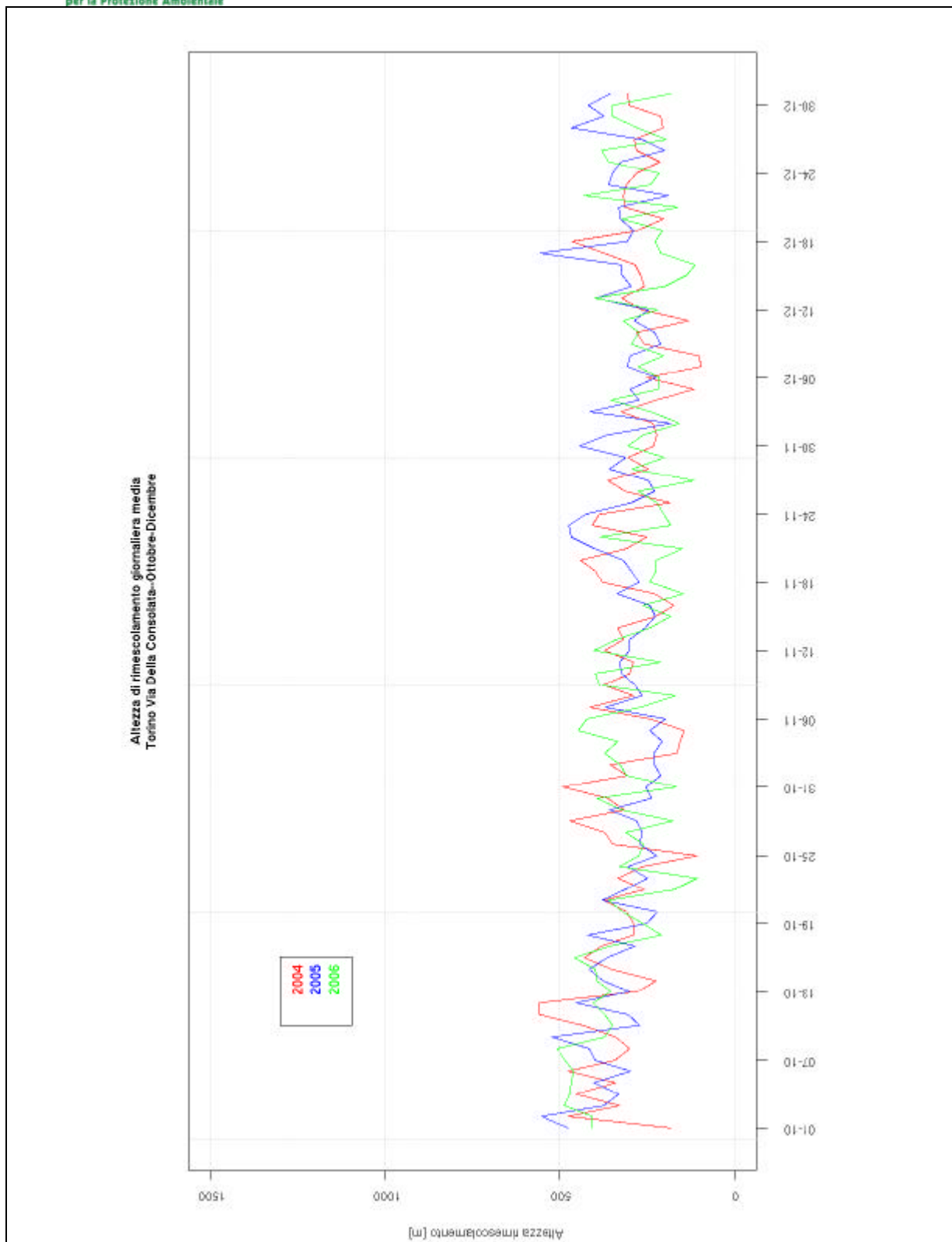


Grafico 27: andamento dei valori medi giornalieri di altezza di rimescolamento per ciascun trimestre ottobre-dicembre nel triennio 2004, 2005, 2006

L'andamento dell'altezza di rimescolamento evidenzia una generale uniformità nei tre anni considerati, sia per quanto riguarda i valori massimi giornalieri che le medie giornaliere. Come già evidenziato nel mese di dicembre del 2007 si conta un minor numero di eventi di picco tra i massimi giornalieri rispetto ai corrispondenti mesi dei due anni precedenti.

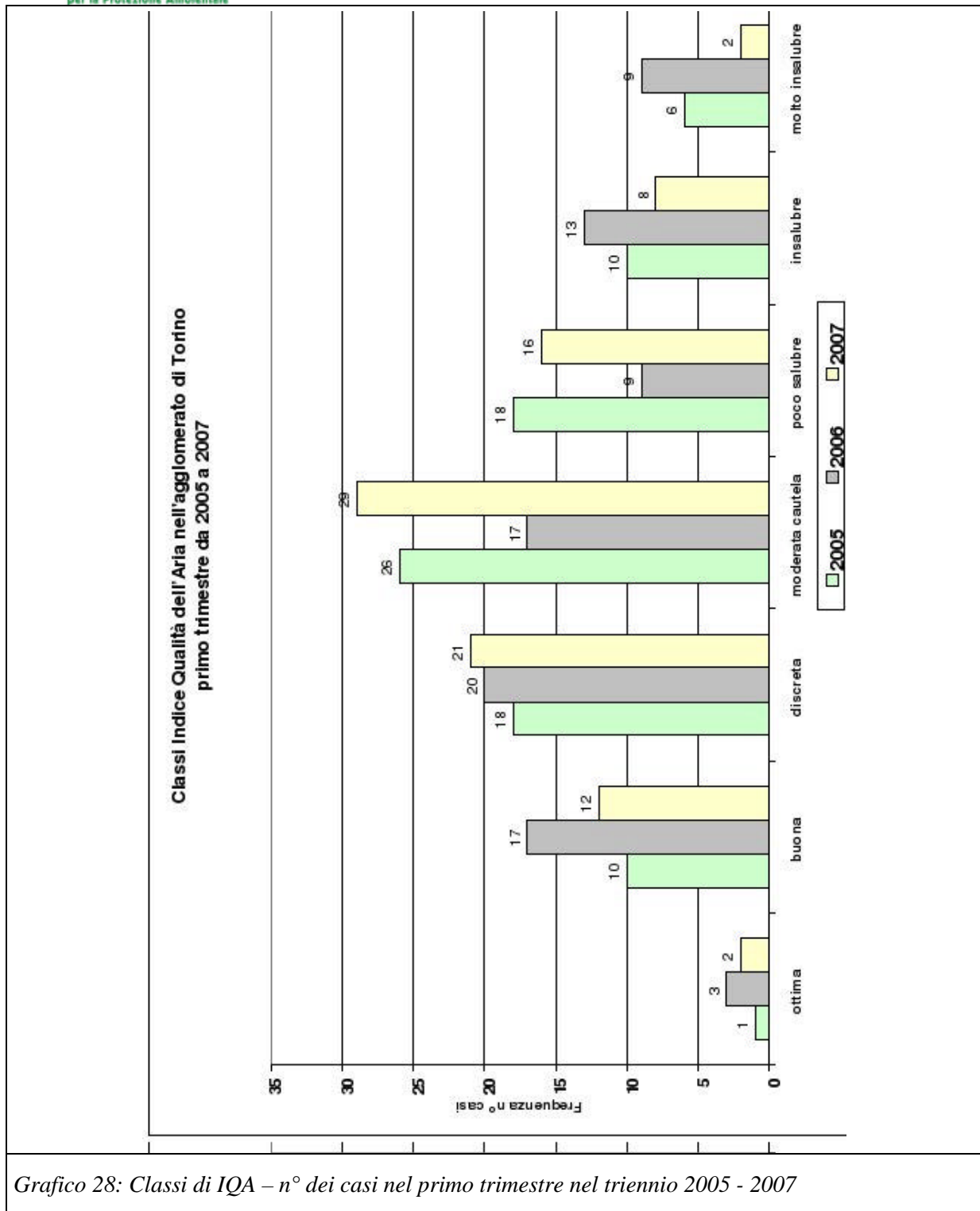


Grafico 28: Classi di IQA – n° dei casi nel primo trimestre nel triennio 2005 - 2007

Il trimestre gennaio-marzo degli anni 2005, 2006, 2007 mostra un'evidente omogeneità nella distribuzione di frequenza relativa agli anni 2005 e 2007, in cui la classe più popolata risulta essere "moderata cautela" ed il numero di accadimenti decresce rapidamente ed in maniera simmetrica spostandosi verso le classi estreme. L'anno 2006 mostra una distribuzione discostante dalle rimanenti due, in cui le classi più popolate risultano essere più spostate verso i valori più bassi, in particolare "discreta" ma in cui la diminuzione del numero di accadimenti allo spostarsi verso le classi più alte è molto lenta. In particolare nell'anno 2006 si riscontra il maggior numero di ricorrenze nella classe "molto insalubre".

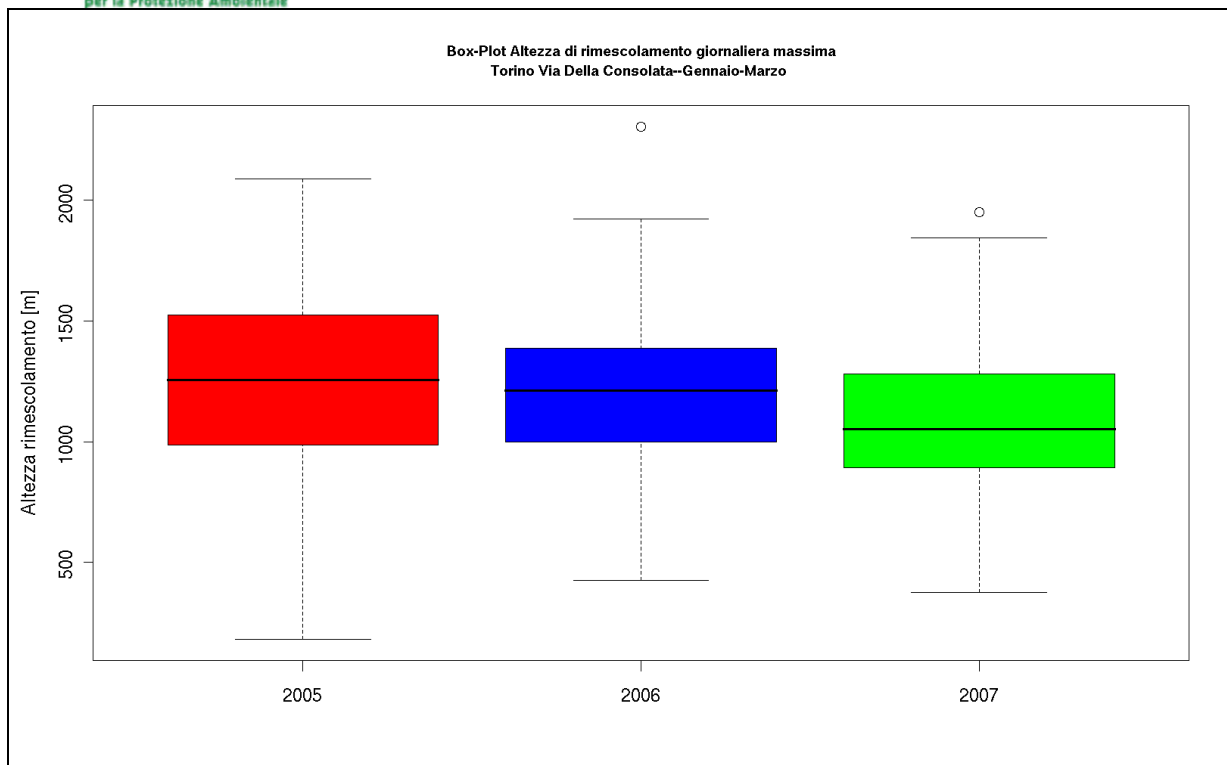


Grafico 29: box-plot dei valori massimi giornalieri di altezza di rimescolamento per ciascun trimestre gennaio-marzo nel triennio 2005, 2006, 2007

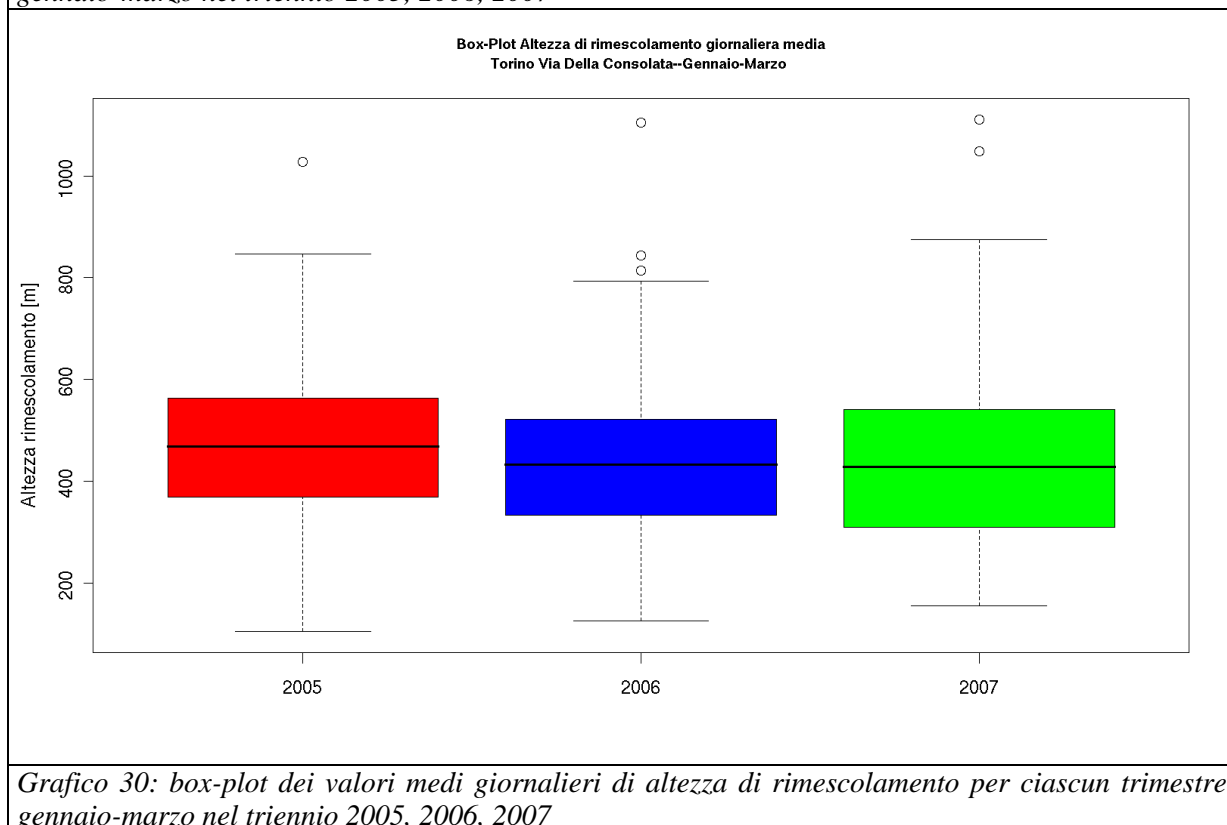


Grafico 30: box-plot dei valori medi giornalieri di altezza di rimescolamento per ciascun trimestre gennaio-marzo nel triennio 2005, 2006, 2007

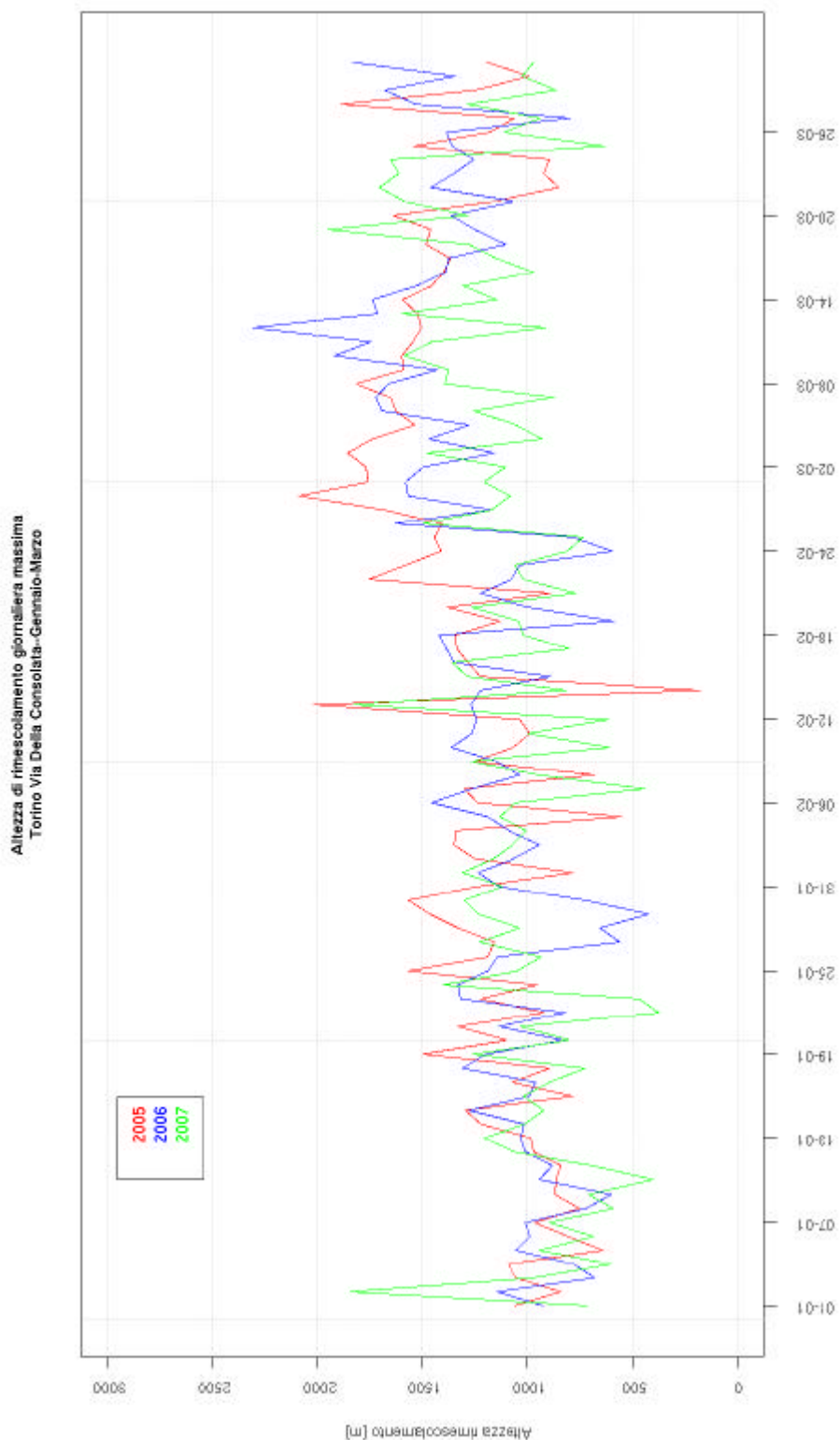


Grafico 31: andamento dei valori massimi giornalieri di altezza di rimescolamento per ciascun trimestre gennaio-marzo nel triennio 2005, 2006, 2007

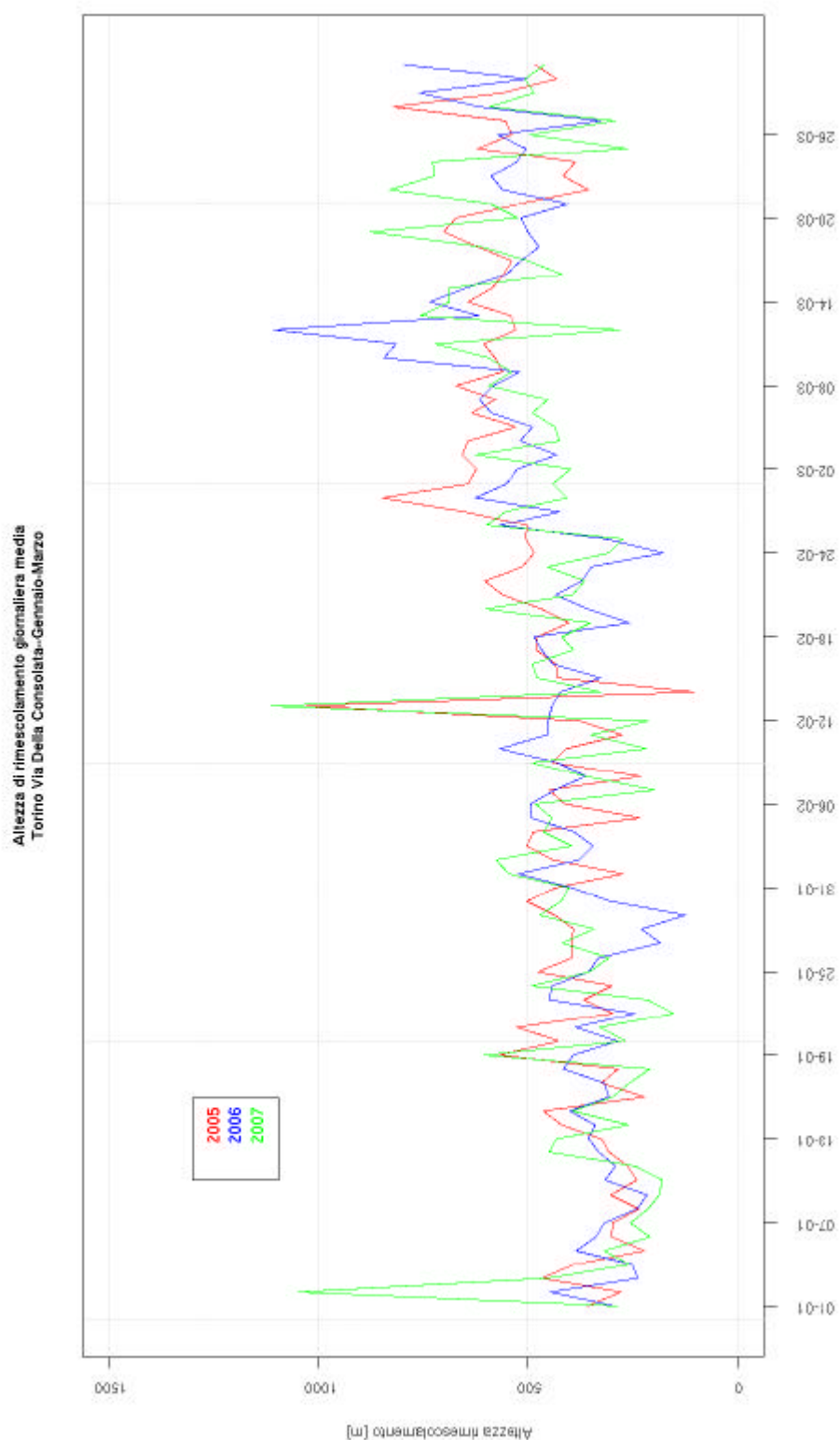


Grafico 32: andamento dei valori medi giornalieri di altezza di rimescolamento per ciascun trimestre gennaio-marzo nel triennio 2005, 2006, 2007

Gli andamenti dell'altezza di rimescolamento nel trimestre risultano sostanzialmente omogenei nei tre anni considerati. Un'evidente uniformità si riscontra in particolare relativamente alle medie giornaliere mentre l'andamento dei valori massimi giornalieri mostra nel 2007 un minor numero di episodi di picco nel mese di marzo.

CONCLUSIONI

Il semestre invernale 2006-2007 si presenta come un periodo caratterizzato da condizioni di generale stabilità, con un'occorrenza molto ridotta di fenomeni di precipitazione ed in compenso con una frequente ricorrenza di configurazioni di alta pressione e con temperature significativamente superiori ai valori medi stagionali. Sono presenti, pur se non molto frequenti, episodi di foehn e di intensificazione dei venti, anche estesi all'intero territorio regionale. Tali caratteristiche rendono l'inverno appena trascorso anomalo in confronto agli aspetti climatologici del periodo; al contempo il semestre considerato riprende caratteri già presenti negli inverni trascorsi più recenti, in particolare del 2004-2005 e del 2005-2006, rispetto ai quali risulta sostanzialmente omogeneo.

L'indagine preliminare delle condizioni meteo-diffusive in area urbana conferma la sostanziale omogeneità dell'inverno considerato rispetto ai due precedenti, sia per quanto riguarda la stima delle condizioni di stabilità dell'atmosfera che per quanto i valori ed i comportamenti assunti dall'altezza dello strato di rimescolamento.

I livelli dei principali inquinanti della qualità dell'aria non presentano particolari anomalie (valori non discostanti dalla media degli ultimi anni) e mostrano un andamento sostanzialmente omogeneo rispetto al comportamento atteso nel periodo ed in particolare negli ultimi inverni trascorsi.