



Consorzio per il coordinamento delle ricerche
inerenti al sistema lagunare di Venezia

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/10**

**ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCE LAGUNARI**

Contratto CVN-CORILA n. 11373 spo/sim

Documento **MATRICE: ACQUA**
RAPPORTO FINALE

Versione **1.0**

Emissione **1 Luglio 2015**

Redazione

Dott. Luca Zaggia
(ISMAR-CNR)

Verifica

Prof. Giampaolo Di Silvio

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

Indice

1	INTRODUZIONE.....	3
2	CAMPAGNE DI MISURA.....	4
2.1	Introduzione sulle campagne di misura.....	4
2.2	Sommario delle campagne di misura effettuate.....	4
3	IDRODINAMICA. MISURE CORRENTOMETRICHE ADCP VESSEL MOUNTED	9
4	VARIAZIONI DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI SOLIDI SOSPESI	17
4.1	Distribuzione granulometrica dei sedimenti	17
4.2	Classificazione granulometrica del particolato solido in sospensione.....	19
4.3	Concentrazione del particolato solido in sospensione.....	20
5	RILEVAZIONE DELLA TORBIDITÀ IN CONTINUO	23
5.1	La rete di stazioni fisse	23
5.2	Analisi dei dati	30
5.3	Serie temporali della torbidità/SPM.....	33
5.4	Analisi degli eventi meteo e dei picchi di torbidità	79
5.5	Attività di scavo nel periodo considerato.....	92
5.6	Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite negli anni di monitoraggio	92
5.7	Struttura dell'archivio dei dati.....	102
6	ANALISI INTEGRATA PLURIANNUALE.....	103
6.1	Analisi della concentrazione rilevata dai torbidimetri	103
6.2	Analisi della correlazione spaziale fra le misure di torbidità.....	111
7	CONCLUSIONI	122
	BIBLIOGRAFIA.....	123

Al presente documento e alle attività di monitoraggio/elaborazione dati hanno collaborato:

C. Dabalà (CORILA - Venezia)

C. Dall'Angelo (CORILA - Venezia)

L. Dametto (ISMAR - CNR, Venezia)

G. Di Silvio (IMAGE - UNIPD)

G. Lorenzetti (ISMAR - CNR, Venezia)

G. Manfè (ISMAR - CNR, Venezia)

L. Zaggia (ISMAR - CNR, Venezia)

1 INTRODUZIONE

Le attività di monitoraggio oggetto del presente Studio sono sostanzialmente una prosecuzione per ulteriori 12 mesi (maggio 2014 - aprile 2015) delle attività di monitoraggio degli Studi precedenti (dal B.6.72 B/1 fino al B.6.72 B/9).

Per molti parametri ambientali è apparso necessario continuare le rilevazioni in maniera del tutto analoga a quella effettuata nei 12 mesi precedenti. Sono state tuttavia previste, come per la matrice ambientale qui considerata, alcune variazioni/aggiornamenti rispetto al piano precedente per ottimizzare il monitoraggio con le attività previste nei cantieri.

Il Disciplinare Tecnico dello Studio B.6.72 B/10, come i precedenti, ha previsto specifiche attività per il monitoraggio dei parametri diretti, cioè di quei parametri per i quali esiste una relazione sufficientemente chiara di causa-effetto tra disturbo generato dalle attività di cantiere e impatto prodotto e che possono evidenziare rapidamente una situazione di stress.

Tra i parametri diretti considerati è stata inserita la torbidità generata dalle operazioni di dragaggio. Le attività alle 3 bocche di porto vengono intese sia come monitoraggio della torbidità prodotta direttamente dalle attività di cantiere (monitoraggio alla sorgente, in periodi prestabiliti al fine di caratterizzare le diverse condizioni operative del cantiere e analisi granulometriche del particolato) sia come caratterizzazione del particolato sospeso (valutazione "mediata" del trasporto solido alle bocche, con misurazioni in continuo al fine di valutare il trasporto solido legato ai cicli di marea).

Il numero delle campagne per il monitoraggio della produzione della torbidità è stato pari a 10 ed è rimasto invariato rispetto allo studio B.6.72 B/9 (Capitoli 2, 3 e 4). Tuttavia in quest'anno di monitoraggio non è stata prevista alcuna attività per lo studio di dettaglio sulle praterie a fanerogame e lungo le sezioni di interesse. Pertanto è venuto a ridursi il monte giorni complessivo per lo studio degli impatti generati dalle lavorazioni e dalle opere in costruzione presso le bocche di porto sulla matrice acqua/torbidità.

Per quanto riguarda l'attività di misura in continuo (Capitolo 5) le stazioni alla bocca di Malamocco e alla bocca di Chioggia coincidono con quelle utilizzate nel corso del precedente Studio B.6.72 B/9: all'inizio di questo anno di monitoraggio è stato ritenuto opportuno infatti non mantenere le sonde alla bocca di Lido, dato che le attività che comportano la movimentazione di materiali del fondo sono ormai quasi terminate.

Nel presente studio è stata ulteriormente sviluppata l'analisi integrata pluriennale (Capitolo 6) al fine di interpretare congiuntamente i dati rilevati sia in campo sia in continuo nell'intero periodo 2005-2013, ovvero di precisare le relazioni statistiche fra le grandezze in gioco.

2 CAMPAGNE DI MISURA

2.1 Introduzione sulle campagne di misura

Nei pressi delle tre bocche di porto della laguna di Venezia sono state effettuate, durante il periodo maggio 2014 - aprile 2015, 4 campagne volte allo studio delle condizioni idrodinamiche e alla caratterizzazione del particolato solido sospeso durante differenti condizioni mareali e meteorologiche.

Le campagne svolte sono state programmate focalizzando l'attenzione sul monitoraggio della produzione della torbidità nelle aree prossime ai cantieri e del trasporto solido e dell'idrodinamica in sezioni caratteristiche delle bocche di porto.

Le attività sperimentali si sono svolte coprendo l'intero spazio marittimo della bocca di porto con misurazioni correntometriche lungo più sezioni caratteristiche ed effettuando le calate di prelievo dei campioni di acqua sui punti notevoli individuati nelle stesse sezioni. Di volta in volta si è inoltre puntato l'interesse sulle differenti problematiche e situazioni particolari che si sono manifestate durante la campagna. Sono state effettuate 4 campagne del tipo "monitoraggio", ciascuna identificata con una sigla specifica: L1B10 effettuata presso la bocca di porto di Lido (agosto 2014), C1B10 (febbraio 2015) alla bocca di porto di Chioggia, M1B10 (marzo 2015) alla bocca di porto di Malamocco e C2B10 (marzo 2015) alla bocca di porto di Chioggia.

Le campagne sono state svolte utilizzando la strumentazione ADCP *vessel-mounted* per la registrazione delle caratteristiche idrodinamiche delle correnti (magnitudo e direzione) e per la rilevazione del *backscatter*. La misurazione dei parametri fondamentali per la caratterizzazione chimico-fisica del mezzo investigato (temperatura, salinità, conducibilità e torbidità) è avvenuta mediante sonda multiparametrica Idronaut® CTD OS 316 *Plus* fissata solidalmente al campionatore Rosette per mezzo del quale sono stati raccolti i campioni alle differenti profondità utili per la calibrazione del segnale di *backscatter*.

Le attività di laboratorio, necessarie per caratterizzare i campioni dal punto di vista della concentrazione del particolato sospeso e delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti, sono state effettuate utilizzando rispettivamente le tecniche consuete quali la perdita di peso dopo essiccazione a 105 °C e lo strumento LISST-100X (*Laser In-Situ Scattering and Transmissometry*).

2.2 Sommario delle campagne di misura effettuate

Di seguito vengono riportati il numero di transetti effettuati, i profili eseguiti mediante sonda multiparametrica, il numero di prelievi d'acqua ed in generale le indagini effettuate durante tutte le attività eseguite nelle tre bocche di porto relativamente allo Studio B.6.72 B/10.

I numeri che caratterizzano le attività di campagna (Tabella 2.1) sono importanti e rispecchiano un notevole impegno sia in termini di lavoro e operatività in campo, sia in termini di quantità di informazioni raccolte: 193 transetti ADCP, 91 profili CTD e 182 campioni d'acqua per le analisi granulometriche e per la stima dei solidi sospesi.

Il numero delle rilevazioni ed i molteplici scenari indagati hanno permesso di ricostruire almeno in parte le dinamiche che di volta in volta si manifestano all'interno delle bocche di porto in relazione alle importanti attività di cantieristica legate alla realizzazione delle opere per la difesa dalle acque alte.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 2.1 Attività svolte durante le campagne di monitoraggio presso le bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia nello Studio B.6.72 B/10.

GIORNO	ORARIO (UT)	Transetti ADCP	N. PROFILI CTD	N. CAMPIONI
Campagna L1B10				
05/08/2014	08.00 - 13.30	16	4	8
06/08/2014	08.00 - 14.30	26	13	26
07/08/2014	08.00 - 12.30	12	8	16
Campagna C1B10				
17/02/2015	08.30 - 15.00	20	10	20
18/02/2015	08.00 - 15.00	26	13	26
19/02/2015	08.00 - 14.30	22	11	22
Campagna M1B10				
03/03/2015	09.00 - 15.00	16	8	16
04/03/2015	08.30 - 14.30	20	6	12
05/03/2015	08.00 - 14.00	12	6	12
Campagna C2B10				
20/03/2015	08.30 - 15.00	23	12	24

In Figura 2.1, Figura 2.2, Figura 2.3 sono riportate le mappe rispettivamente per le campagne di monitoraggio produzione torbida di Lido, Chioggia e Malamocco. Ogni mappa riporta i punti notevoli oggetto di indagine durante le operazioni di misura. Inoltre sono tracciate le rotte dei transetti effettuati per le misure correntometriche.

Solamente nei giorni 6-7 agosto le attività di campagna alla bocca di Lido si sono svolte in concomitanza con le operazioni di dragaggio ad opera della draga Lybra.

Nei capitoli successivi verranno trattati sinteticamente alcuni degli aspetti salienti riscontrati durante le operazioni di monitoraggio presso le tre bocche.

Per la trattazione specifica di ogni aspetto si rimanda alla cospicua reportistica prodotta durante le attività di monitoraggio dello Studio B.6.72 B/10 (PROVV.OO.PP. - CORILA, 2014c; 2015a; 2015b).



Figura 2.1. Posizione dei punti notevoli e dei transesti (sezioni caratteristiche) della campagna di monitoraggio L1B10 effettuata alla bocca di porto di Lido.



Figura 2.2. Posizione dei punti notevoli e dei transetti (sezioni caratteristiche) delle campagne di monitoraggio M1B10 effettuata alla bocca di porto di Malamocco.



Figura 2.3. Posizione dei punti notevoli e dei transetti (sezioni caratteristiche) delle campagne di monitoraggio C1B10 e C2B10 (febbraio e marzo 2015) effettuate alla bocca di porto di Chioggia

3 IDRODINAMICA. MISURE CORRENTOMETRICHE ADCP VESSEL MOUNTED

In Tabella 3.1 sono riportati i dati riguardanti l'idrodinamica ottenuti lungo le sezioni di interesse durante le attività di monitoraggio dello studio B.6.72 B/10. In particolare sono riportati: la sigla del transetto acquisito mediante strumentazione ADCP, la data e l'ora di acquisizione, la sezione investigata, la portata liquida, l'area della sezione e la velocità media.

Tabella 3.1. Area delle sezioni, valori di velocità di corrente media e delle portate relativi ai transetti effettuati durante lo Studio B.6.72 B/10 (2014 - 2015).

Transetto	Data	Ora Inizio	Ora Fine	Sezione	Total Q	Area Sezione	Velocità media	
					m ³ /s	m ²	m/s	
Campagna L1B10 agosto 2014								
L1B10_000.PD0	05/08/2014	08:17:53	08:23:49	80-82	-285	7380	0.04	
L1B10_001.PD0		08:23:57	08:29:40	82-80	-94	7342	0.07	
L1B10_004.PD0		08:46:57	08:53:30	82-80	153	7364	0.03	
L1B10_005.PD0		08:53:41	08:59:52	80-82	301	7451	0.04	
L1B10_006.PD0		09:03:37	09:08:34	DNL1-DNL2	289	9238	0.04	
L1B10_007.PD0		09:09:11	09:15:58	DNL2-DNL1	228	9562	0.02	
L1B10_008.PD0		09:16:06	09:20:59	DNL1-DSL1	-83	8499	0.01	
L1B10_009.PD0		09:21:06	09:27:23	DSL1-DNL1	-173	8792	0.02	
L1B10_010.PD0		09:32:12	09:35:40	DSL1-DSL2	-241	4922	0.06	
L1B10_011.PD0		09:35:53	09:39:49	DSL2-DSL1	-216	4679	0.06	
L1B10_012.PD0		11:12:35	11:19:25	80-82	-886	7437	0.12	
L1B10_013.PD0		11:19:54	11:25:52	82-80	-944	7481	0.13	
L1B10_016.PD0		11:40:35	11:46:00	DNL1-DNL2	-522	9243	0.07	
L1B10_017.PD0		11:46:23	11:52:16	DNL2-DNL1	-880	9639	0.11	
L1B10_018.PD0		11:52:38	11:57:17	DNL1-DSL1	-1656	8828	0.2	
L1B10_019.PD0		11:57:26	12:03:16	DSL1-DNL1	-1856	9152	0.22	
L1B10_020.PD0		12:07:28	12:11:32	DSL1-DSL2	-743	5968	0.18	
L1B10_021.PD0		12:11:54	12:15:36	DSL2-DSL1	-793	5317	0.21	
L1B10_023.PD0		06/08/2014	08:27:06	08:30:46	LI2A-LI2B	-41	5027	0.01
L1B10_024.PD0			08:31:09	08:34:48	LI2B-LI2A	76	5119	0.02
L1B10_026.PD0			08:45:08	08:48:52	LI1A-LI1B	333	5229	0.1
L1B10_027.PD0	08:49:51		08:53:34	LI1B-LI1A	437	5319	0.09	
L1B10_029.PD0	09:04:45		09:07:25	T2A-T2B	-43	2275	0.05	
L1B10_030.PD0	09:07:37		09:10:09	T2B-T2A	6	1938	0.04	
L1B10_032.PD0	09:16:29		09:19:34	T3B-T3A	201	3039	0.07	
L1B10_033.PD0	09:19:43		09:22:57	T3A-T3B	141	3021	0.06	
L1B10_037.PD0	09:41:43		09:46:52	82-80	1598	7251	0.23	
L1B10_038.PD0	09:47:03		09:52:26	80-82	1561	7362	0.22	
L1B10_041.PD0	10:04:14		10:07:47	DSL1-DSL2	93	5789	0.04	
L1B10_042.PD0	10:08:54		10:12:04	DSL2-DSL1	167	4618	0.05	
L1B10_043.PD0	10:12:13		10:16:48	DSL1-DNL1	1793	8832	0.23	
L1B10_044.PD0	10:16:56		10:21:48	DNL1-DNL2	1730	8829	0.22	

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Transetto	Data	Ora Inizio	Ora Fine	Sezione	Total Q	Area Sezione	Velocità media
					m ³ /s	m ²	m/s
L1B10_045.PD0		10:22:12	10:27:37	DNL2-DNL1	1701	9184	0.2
L1B10_046.PD0		10:27:47	10:32:21	DNL1-DSL1	1926	8231	0.25
L1B10_047.PD0		12:30:08	12:34:53	80-82	183	7573	0.03
L1B10_048.PD0		12:35:06	12:40:12	82-80	156	7505	0.03
L1B10_051.PD0		12:53:09	12:55:57	T3B-T3A	121	2903	0.05
L1B10_052.PD0		12:56:06	12:59:19	T3A-T3B	88	2941	0.04
L1B10_054.PD0		13:04:31	13:07:14	T2B-T2A	13	2113	0.01
L1B10_055.PD0		13:07:23	13:10:32	T2A-T2B	-47	2157	0.03
L1B10_057.PD0		13:19:09	13:23:58	LI1B-LI1A	-815	5288	0.16
L1B10_058.PD0		13:24:14	13:28:27	LI1A-LI1B	-894	4878	0.19
L1B10_060.PD0		13:35:41	13:39:23	LI2B-LI2A	-988	5103	0.21
L1B10_061.PD0		13:39:35	13:43:53	LI2A-LI2B	-1145	5193	0.23
L1B10_066.PD0	07/08/2014	09:34:42	09:38:38	LI2A-LI2B	443	5109	0.1
L1B10_067.PD0		09:39:17	09:43:55	LI2B-LI2A	708	5252	0.15
L1B10_069.PD0		09:52:54	09:56:39	LI1A-LI1B	931	5123	0.2
L1B10_070.PD0		09:57:04	10:01:04	LI1B-LI1A	1146	5258	0.23
L1B10_072.PD0		10:11:04	10:13:51	T2A-T2B	198	2160	0.12
L1B10_073.PD0		10:14:15	10:17:03	T2B-T2A	278	2201	0.13
L1B10_075.PD0		10:24:36	10:27:50	T3B-T3A	580	2743	0.22
L1B10_076.PD0		10:28:15	10:31:18	T3A-T3B	540	2576	0.22
L1B10_078.PD0		10:40:18	10:46:32	82-80	3112	7401	0.45
L1B10_079.PD0		10:46:58	10:52:25	80-82	3227	7467	0.45
Campagna C1B10 febbraio 2015							
C1B10_000.PD0	17/02/2015	09:03:00	09:07:15	C1A-C1B	417	1854	0.24
C1B10_001.PD0		09:07:57	09:11:10	C1B-C1A	510	1701	0.32
C1B10_003.PD0		09:20:26	09:24:27	C2B-C2A	1968	4254	0.47
C1B10_004.PD0		09:25:01	09:29:56	C2A-C2B	2144	4446	0.5
C1B10_006.PD0		09:37:24	09:40:23	C3B-C3A	2177	3406	0.65
C1B10_007.PD0		09:40:34	09:45:00	C3A-C3B	2414	3849	0.65
C1B10_009.PD0		10:39:24	10:43:00	C1A-C1B	1346	1781	0.8
C1B10_010.PD0		10:43:23	10:46:19	C1B-C1A	1390	1845	0.8
C1B10_012.PD0		10:54:37	10:57:13	C2B-C2A	3760	4382	0.89
C1B10_013.PD0		10:57:30	11:00:26	C2A-C2B	3817	4321	0.9
C1B10_015.PD0		11:15:15	11:17:43	C3B-C3A	3662	3742	1.02
C1B10_016.PD0		11:17:55	11:20:50	C3A-C3B	3457	3587	0.99
C1B10_018.PD0		13:10:26	13:14:31	C1A-C1B	1226	1530	0.82
C1B10_019.PD0		13:14:54	13:17:53	C1B-C1A	1179	1423	0.84
C1B10_021.PD0		13:26:53	13:30:49	C2B-C2A	2907	3933	0.8
C1B10_022.PD0		13:31:05	13:34:30	C2A-C2B	2974	4003	0.76
C1B10_024.PD0		13:41:10	13:44:23	C3B-C3A	2441	3426	0.75
C1B10_025.PD0		13:44:38	13:47:41	C3A-C3B	2397	3252	0.77
C1B10_027.PD0	13:57:02	14:01:39	182-180	2417	3830	0.66	

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Transetto	Data	Ora Inizio	Ora Fine	Sezione	Total Q	Area Sezione	Velocità media
					m ³ /s	m ²	m/s
C1B10_028.PD0		14:01:55	14:06:25	180-182	2345	3832	0.63
C1B10_030.PD0	18/02/2015	08:49:38	08:54:06	C1A-C1B	-732	1902	0.43
C1B10_031.PD0		08:54:16	08:57:25	C1B-C1A	-644	1919	0.36
C1B10_033.PD0		09:07:00	09:10:14	C2B-C2A	-866	4547	0.2
C1B10_034.PD0		09:10:25	09:14:01	C2A-C2B	-708	4427	0.16
C1B10_036.PD0		09:23:35	09:26:30	C3B-C3A	-103	3470	0.05
C1B10_037.PD0		09:26:43	09:29:49	C3A-C3B	84	3795	0.01
C1B10_039.PD0		10:18:00	10:20:47	C1A-C1B	865	1691	0.55
C1B10_040.PD0		10:21:05	10:23:39	C1B-C1A	975	2041	0.5
C1B10_042.PD0		10:32:01	10:35:13	C2B-C2A	3723	4376	0.86
C1B10_043.PD0		10:35:24	10:38:15	C2A-C2B	3726	4328	0.88
C1B10_045.PD0		10:44:04	10:46:28	C3B-C3A	3361	3509	0.99
C1B10_046.PD0		10:46:44	10:49:41	C3A-C3B	3747	3939	0.95
C1B10_048.PD0		12:26:48	12:31:08	C1A-C1B	1564	1522	1.06
C1B10_049.PD0		12:31:21	12:35:01	C1B-C1A	1686	1663	1.07
C1B10_050.PD0		12:35:16	12:38:11	C0B-C0A	2582	4690	0.6
C1B10_051.PD0		12:38:25	12:41:35	C0A-C0B	2828	4987	0.6
C1B10_054.PD0		12:51:26	12:55:55	C2B-C2A	4393	3875	1.21
C1B10_055.PD0		12:56:08	12:59:31	C2A-C2B	4620	4123	1.13
C1B10_057.PD0		13:05:47	13:08:38	C3B-C3A	3915	3322	1.24
C1B10_058.PD0		13:09:07	13:11:56	C3A-C3B	4130	3582	1.19
C1B10_060.PD0		13:20:51	13:25:43	182-180	4131	3908	1.07
C1B10_061.PD0		13:25:54	13:30:06	180-182	4060	3911	1.03
C1B10_063.PD0		13:44:13	13:47:27	C1B-C1A	1520	1464	1.08
C1B10_064.PD0		13:47:44	13:50:57	C1A-C1B	1541	1464	1.08
C1B10_066.PD0	13:57:59	14:00:46	C0B-C0A	2137	5122	0.53	
C1B10_067.PD0	14:00:58	14:03:48	C0A-C0B	2246	5040	0.52	
C1B10_069.PD0	19/02/2015	08:18:35	08:25:35	C5A-C5B	-785	5536	0.16
C1B10_070.PD0		08:25:48	08:30:18	C5B-C5C	286	5573	0.07
C1B10_071.PD0		08:34:26	08:46:27	C5C-C5D	-1443	13024	0.09
C1B10_074.PD0		09:05:31	09:09:37	180-182	-2037	4426	0.47
C1B10_075.PD0		09:09:49	09:14:04	182-180	-1904	4486	0.43
C1B10_077.PD0		09:24:31	09:27:52	C2B-C2A	-1609	4649	0.37
C1B10_078.PD0		09:28:06	09:31:19	C2A-C2B	-1481	4524	0.35
C1B10_080.PD0		09:37:53	09:40:41	C1B-C1A	-493	1849	0.3
C1B10_081.PD0		09:41:01	09:44:07	C1A-C1B	-436	1848	0.27
C1B10_083.PD0		09:50:38	09:53:01	C0B-C0A	-121	5106	0.05
C1B10_084.PD0		09:53:20	09:55:55	C0A-C0B	-47	5192	0.04
C1B10_086.PD0		12:05:32	12:12:41	C5A-C5B	616	5208	0.15
C1B10_087.PD0		12:12:55	12:17:06	C5B-C5C	104	4295	0.08
C1B10_088.PD0		12:17:21	12:24:54	C5C-C5D	3616	9386	0.51
C1B10_091.PD0	12:42:59	12:45:08	180-182	2284	2313	1.02	

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Transetto	Data	Ora Inizio	Ora Fine	Sezione	Total Q	Area Sezione	Velocità media
					m ³ /s	m ²	m/s
C1B10_092.PD0		12:47:45	12:51:40	182-180	4081	4123	1.02
C1B10_095.PD0		13:03:12	13:05:57	C2B-C2A	4057	4083	1.07
C1B10_096.PD0		13:10:24	13:13:36	C2A-C2B	3897	3918	1.05
C1B10_098.PD0		13:21:05	13:23:32	C1B-C1A	1536	1555	1.04
C1B10_099.PD0		13:23:53	13:26:29	C1A-C1B	1499	1494	1.05
C1B10_101.PD0		13:32:05	13:34:33	C0B-C0A	2248	4648	0.59
C1B10_102.PD0		13:34:50	13:37:57	C0A-C0B	2253	4800	0.54
Campagna C2B10 marzo 2015							
C2B10_000.PD0	20/03/2015	08:22:37	08:29:52	C5A-C5B	-754	5577	0.18
C2B10_001.PD0		08:30:09	08:34:32	C5B-C5C	-196	5784	0.06
C2B10_002.PD0		08:34:44	08:35:57	C5C-C5D	211	3319	0.17
C2B10_003.PD0		09:06:01	09:23:11	C5D-C5C	-910	11355	0.1
C2B10_009.PD0		10:02:50	10:06:15	C2B-C2A	556	4442	0.13
C2B10_010.PD0		10:06:28	10:10:03	C2A-C2B	734	4450	0.17
C2B10_012.PD0		10:16:57	10:19:47	C1B-C1A	462	1749	0.28
C2B10_013.PD0		10:20:00	10:23:29	C1A-C1B	502	1745	0.29
C2B10_015.PD0		10:28:42	10:31:49	C0B-C0A	1065	5353	0.23
C2B10_016.PD0		10:31:57	10:34:34	C0A-C0B	1031	5222	0.23
C2B10_018.PD0		12:29:23	12:33:05	C1A-C1B	1394	1548	0.96
C2B10_020.PD0		12:34:07	12:38:12	C1B-C1A	1370	1423	0.97
C2B10_021.PD0		12:38:23	12:41:41	C0B-C0A	2262	5084	0.52
C2B10_022.PD0		12:41:56	12:45:58	C0A-C0B	2662	5178	0.53
C2B10_025.PD0		12:54:36	12:57:49	C2A-C2B	3626	3880	0.96
C2B10_026.PD0		12:58:05	13:02:42	C2B-C2A	3608	4119	0.88
C2B10_028.PD0		13:14:03	13:18:54	180-182	3528	3973	0.92
C2B10_029.PD0		13:19:04	13:25:00	182-180	3502	3947	0.91
C2B10_032.PD0	13:32:53	13:38:18	C5A-C5B	327	3950	0.17	
C2B10_033.PD0	13:38:28	13:43:40	C5B-C5C	-144	4995	0.04	
C2B10_035.PD0	13:44:36	13:51:34	C5C-C5D	3112	8465	0.49	
Campagna M1B10 marzo 2015							
M1B10_000.PD0	03/03/2015	09:30:30	09:34:57	96-100	2208	7960	0.29
M1B10_001.PD0		09:35:07	09:40:12	100-96	2357	7736	0.33
M1B10_003.PD0		09:52:29	09:56:21	DN-DS	3144	6281	0.51
M1B10_004.PD0		09:56:29	09:57:38	DS-DN	806	1535	0.56
M1B10_005.PD0		10:01:54	10:03:40	DN-DS	1460	2767	0.54
M1B10_007.PD0		10:16:35	10:17:34	DF-FS	103	1470	0.08
M1B10_008.PD0		10:20:49	10:22:28	FS-DF	-118	1667	0.09
M1B10_010.PD0		10:56:34	11:00:16	01-feb	-102	5202	0.05
M1B10_011.PD0		11:00:22	11:04:16	02-mar	-3312	7124	0.54
M1B10_012.PD0		11:04:22	11:08:24	03-apr	1610	5456	0.41
M1B10_015.PD0		13:31:47	13:37:15	96-100	3637	7945	0.48
M1B10_016.PD0		13:37:32	13:43:39	100-96	3509	8370	0.44

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Transetto	Data	Ora Inizio	Ora Fine	Sezione	Total Q	Area Sezione	Velocità media
					m ³ /s	m ²	m/s
M1B10_018.PD0		13:53:29	13:58:03	DN-DS	3184	5875	0.57
M1B10_019.PD0		13:58:18	14:01:31	DS-DN	3132	5809	0.56
M1B10_021.PD0		14:11:49	14:15:51	DF-FS	21	4317	0.01
M1B10_022.PD0		14:16:14	14:19:45	FS-DF	-71	4487	0.03
M1B10_024.PD0	04/03/2015	09:03:00	09:07:24	DF-FS	-100	4661	0.03
M1B10_025.PD0		09:08:00	09:12:24	FS-DF	37	4736	0.02
M1B10_026.PD0		09:17:08	09:21:48	DS-DN	-921	6070	0.16
M1B10_027.PD0		09:22:22	09:26:37	DN-DS	-671	6297	0.11
M1B10_028.PD0		09:34:53	09:39:45	96-100	321	8560	0.04
M1B10_029.PD0		09:40:01	09:47:20	100-96	717	8562	0.09
M1B10_030.PD0		10:20:39	10:26:44	96-100	3005	8429	0.38
M1B10_031.PD0		10:26:56	10:34:14	100-96	3218	8391	0.4
M1B10_033.PD0		10:44:18	10:49:32	DS-DN	3960	6209	0.66
M1B10_034.PD0		10:49:50	10:54:40	DN-DS	4142	6219	0.7
M1B10_036.PD0		11:03:10	11:07:41	DF-FS	74	4631	0.05
M1B10_037.PD0		11:07:57	11:12:50	FS-DF	9	4751	0.08
M1B10_039.PD0		11:22:02	11:30:17	LUNATA	5213	9121	0.53
M1B10_040.PD0		12:57:48	13:02:29	96-100	5080	8116	0.66
M1B10_041.PD0		13:02:43	13:08:51	100-96	5014	8045	0.65
M1B10_043.PD0		13:18:26	13:22:56	DN-DS	4868	5940	0.86
M1B10_044.PD0		13:23:13	13:27:47	DS-DN	4608	5745	0.81
M1B10_046.PD0		13:35:55	13:39:51	DF-FS	106	4342	0.06
M1B10_047.PD0		13:40:10	13:44:47	FS-DF	-5	4553	0.07
M1B10_049.PD0		13:53:43	14:04:21	LUNATA	4392	10022	0.38
M1B10_050.PD0	05/03/2015	08:46:53	08:50:44	DF-FS	-92	5320	0.11
M1B10_051.PD0		08:51:05	08:54:22	FS-DF	76	5282	0.16
M1B10_053.PD0		09:03:34	09:07:57	DS-DN	-2553	6339	0.44
M1B10_054.PD0		09:08:14	09:12:32	DN-DS	-2337	6725	0.37
M1B10_056.PD0		09:23:29	09:28:48	96-100	-1712	8112	0.23
M1B10_057.PD0		09:29:04	09:34:50	100-96	-1517	7953	0.18
M1B10_059.PD0		10:34:22	10:39:00	100-96	1280	8538	0.17
M1B10_060.PD0		10:39:20	10:44:23	96-100	1498	8257	0.19
M1B10_062.PD0		12:51:34	12:56:12	96-100	5729	8329	0.72
M1B10_063.PD0		12:56:24	13:04:50	100-96	5811	8426	0.7
M1B10_067.PD0		13:30:07	13:35:30	96-100	5618	8396	0.71
M1B10_068.PD0		13:35:54	13:42:13	100-96	5426	8305	0.67

N.B. I transetti scritti in rosso sono stati interrotti prematuramente a causa di problemi di comunicazione tra strumento e pc, dunque i valori di portata non sono da considerarsi attendibili.

La notevole serie di dati riportati in Tabella 3.1 evidenzia il notevole impegno dedicato all'attività di campo e di elaborazione dati, nel corso dello Studio B.6.72 B/10 al fine di caratterizzare le sezioni di indagine dal punto di vista idrodinamico. Le acquisizioni sono avvenute in differenti

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

fasi mareali e condizioni meteo: si è ottenuto quindi un quadro conoscitivo che, unitamente alle misure degli studi precedenti, risulta di tutto rilievo. La mole di dati è stata utilizzata nel presente rapporto per la valutazione integrata dei dati raccolti durante tutti gli anni di monitoraggio.

Come si osserva dai dati riportati in Tabella 3.1, la campagna di monitoraggio effettuata alla bocca di porto di Lido è risultata caratterizzata da velocità di corrente non particolarmente elevate durante le attività di misura. Le misurazioni sono state infatti effettuate durante condizioni di marea di quadratura.

La campagna effettuata presso la bocca di porto di Malamocco, invece, è stata svolta in condizioni mareali di sizigie. I valori di velocità di corrente sono risultati particolarmente variabili durante le attività di misura in relazione alle diverse condizioni mareali. I valori minimi sono stati registrati all'interno del bacino di evoluzione della conca di navigazione. Qui infatti si instaurano particolari condizioni idrodinamiche, come già visto in diverse campagne nelle precedenti fasi del monitoraggio, con la formazione di una struttura vorticoso di distacco dalla parete (diga sud) nella parte centrale del bacino di evoluzione. Le condizioni di marea sono quelle al termine della fase di riflusso e la struttura vorticoso è probabilmente resa più evidente dall'inerzia (Figura 3.1). Inoltre, durante la stessa campagna di misura, ma in condizione di marea decisamente calante, sono stati effettuati alcuni transetti per caratterizzare il campo di corrente nella zona di mare antistante la bocca di porto (Figura 3.2). Il getto uscente dal canale principale risulta ben definito con punte di velocità medie massime di 1.00 m/s al centro della bocca di porto. Il materiale in uscita dalla bocca di porto sembra dividersi in due flussi principali, uno in prossimità della lunata in direzione Sud-Est ed uno in prossimità della diga Nord diretto in direzione Est.

Anche le campagne di monitoraggio effettuate nei pressi della bocca di porto di Chioggia sono state svolte in condizioni di marea di sizigie, con gradienti di marea piuttosto elevati e velocità di corrente sostenute, in particolare il giorno 18 febbraio, in concomitanza a condizioni meteo marine intense.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

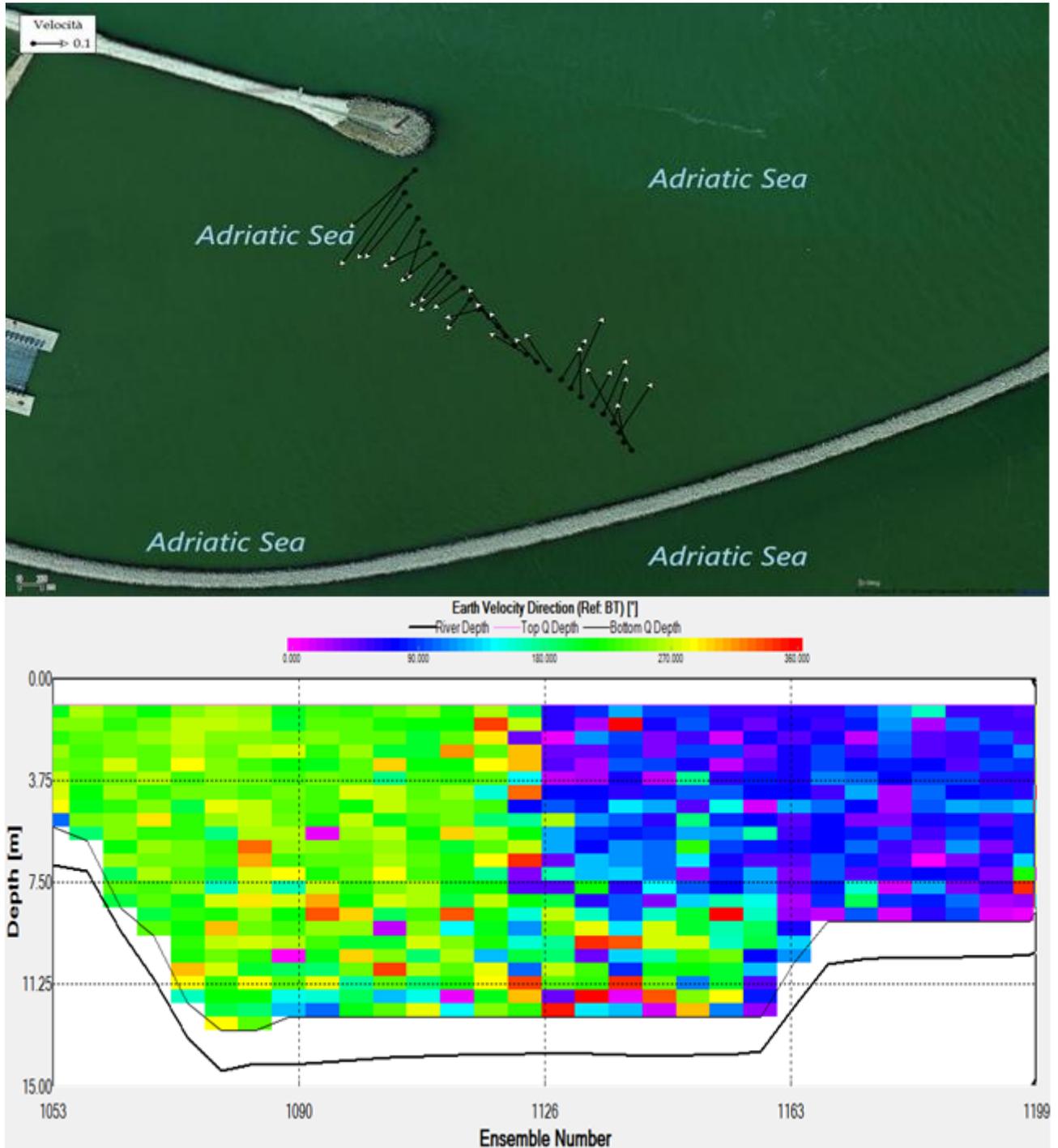


Figura 3.1. Andamento della direzione di corrente all'interno del bacino di evoluzione della conca di navigazione di Malamocco. Transetto M1B10_024.PD0, 4 marzo 2015.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

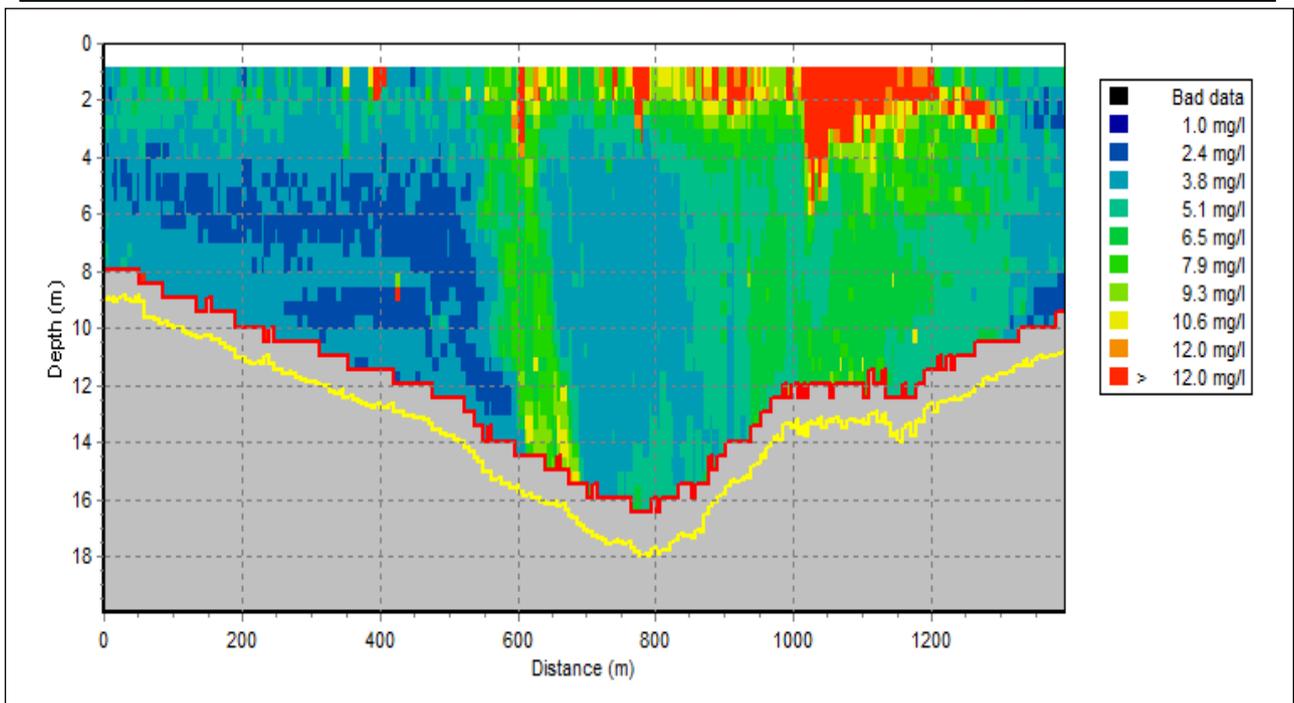


Figura 3.2. Campo di corrente con concentrazione media sulla verticale del particolato sospeso nell'area prospiciente la bocca di porto di Malamocco, 3 marzo 2015 (in alto). Distribuzione del particolato sospeso lungo il transetto effettuato (in basso).. Transetti M1B10_010.PD0, M1B10_011.PD0 e M1B10_012.PD0 delle ore 10:56, 11:00 e 11:04. Fase di marea calante.

4 VARIAZIONI DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI SOLIDI SOSPESI

Di seguito si pongono a confronto i grafici relativi alle indagini effettuate nelle tre bocche di porto. I dati ottenuti mediante le analisi di laboratorio sui campioni prelevati durante le campagne saranno qualitativamente descritti al fine di evidenziare le eventuali differenze tra le tre bocche di porto.

4.1 Distribuzione granulometrica dei sedimenti

Negli istogrammi di Figura 4.1 è presentata la distribuzione dei valori del d50 dei campioni di sedimento prelevati durante le campagne effettuate alla bocca di porto di Lido, Malamocco e Chioggia. Si osserva innanzitutto che, per quanto riguarda le distribuzioni di frequenza dei dati di Chioggia e Lido, le due serie di dati hanno le classi a massima frequenza, o classi modali, entrambe corrispondenti ad un d50 pari a 40 μm . La distribuzione di frequenza dei dati di Malamocco ha una classe a massima frequenza, o classe modale, per un d50 di 35 μm .

Si possono riconoscere alcuni valori di d50 in bocca di porto di Lido particolarmente elevati: si tratta di campioni prelevati durante il calante di marea il giorno 6 agosto in concomitanza con le operazioni di scavo della draga Lybra nell'area del porto rifugio lato mare. In generale a Malamocco si registrano valori del d50 inferiori rispetto alle altre due bocche di porto, per altro compresi in un intervallo di variazione più ristretto.

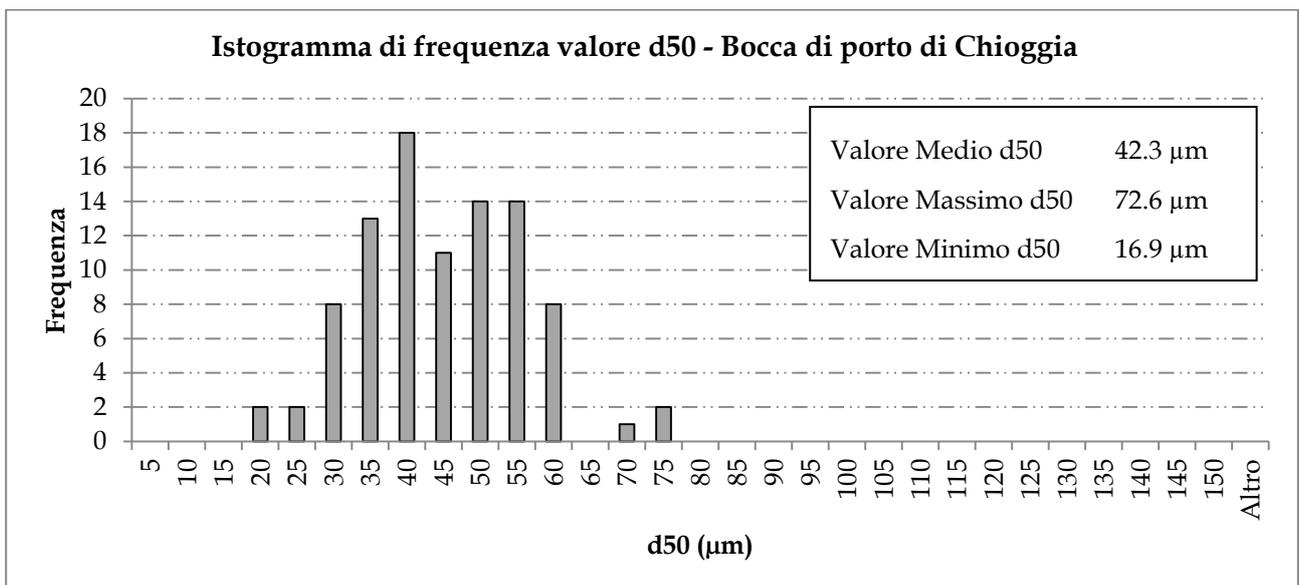
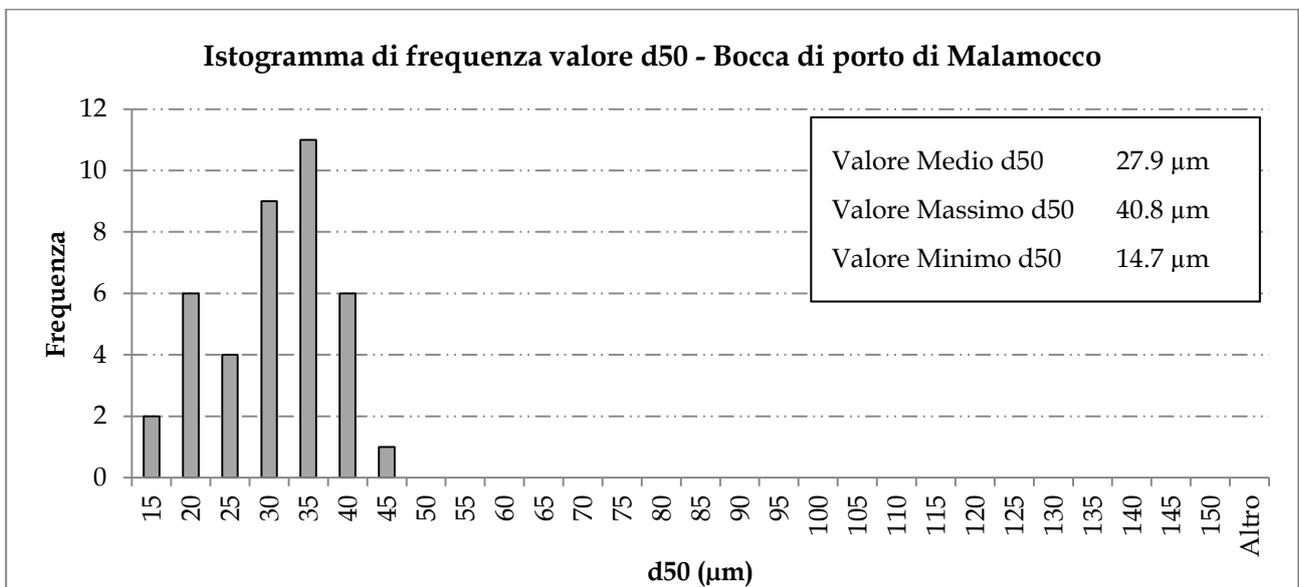
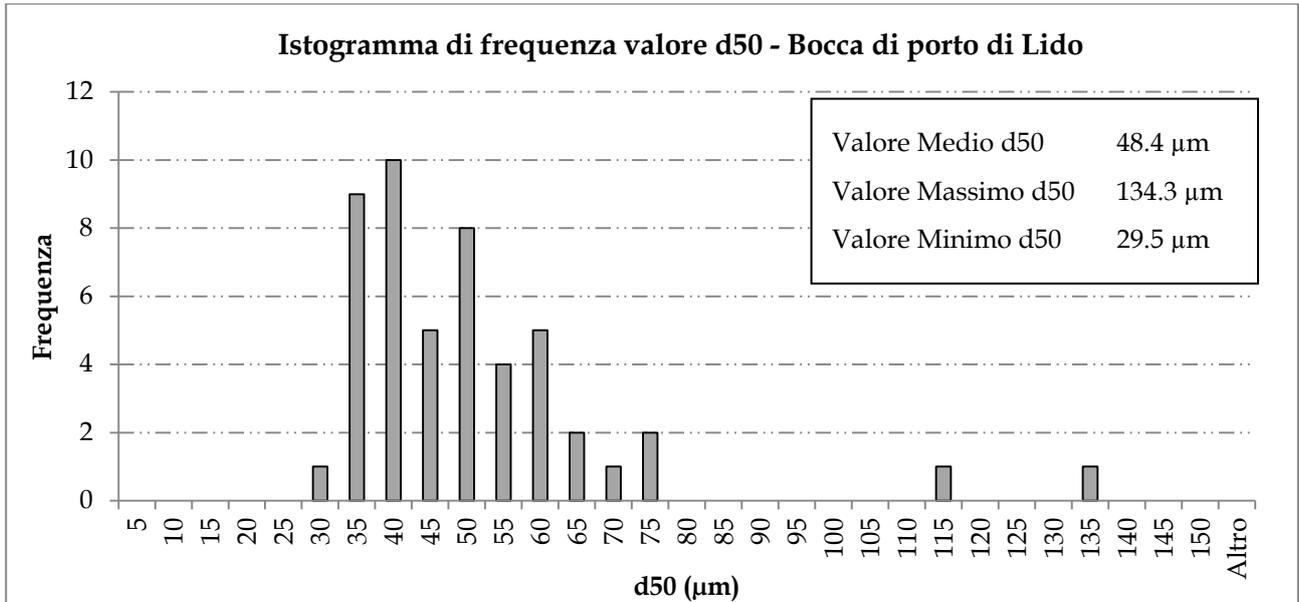


Figura 4.1 Distribuzione dei valori del d50 dei campioni di sedimento.

4.2 Classificazione granulometrica del particolato solido in sospensione

I materiali campionati sono stati caratterizzati in base alla loro appartenenza alle tre classi granulometriche in cui è suddiviso lo spettro dimensionale dei sedimenti (Wentworth). Il diagramma ternario di Shepard (Figura 4.2) ci permette di avere immediata cognizione delle differenze, o analogie, relative alle caratteristiche granulometriche di un sedimento che intercorrono in una serie di dati. Si osserva che le argille sono del tutto assenti in tutti i campioni. Ciò che è variato è stato il contenuto relativo delle frazioni limoso sabbioso. Nelle tre bocche di porto sono state registrate sensibili differenze: a Chioggia si è avuta la variazione maggiore delle classi granulometriche limo e sabbia per cui i sedimenti occupano un intervallo di variazione dimensionale più esteso. A Malamocco, al contrario, tutti i campioni sono concentrati nel vertice del diagramma corrispondente alle percentuali di limo superiori al 70%; i campioni sono infatti classificati nella maggior parte come limi. A Lido si ha una situazione intermedia, variazioni più contenute rispetto a Chioggia, con campioni classificati nella maggior parte dei casi come limi sabbiosi.

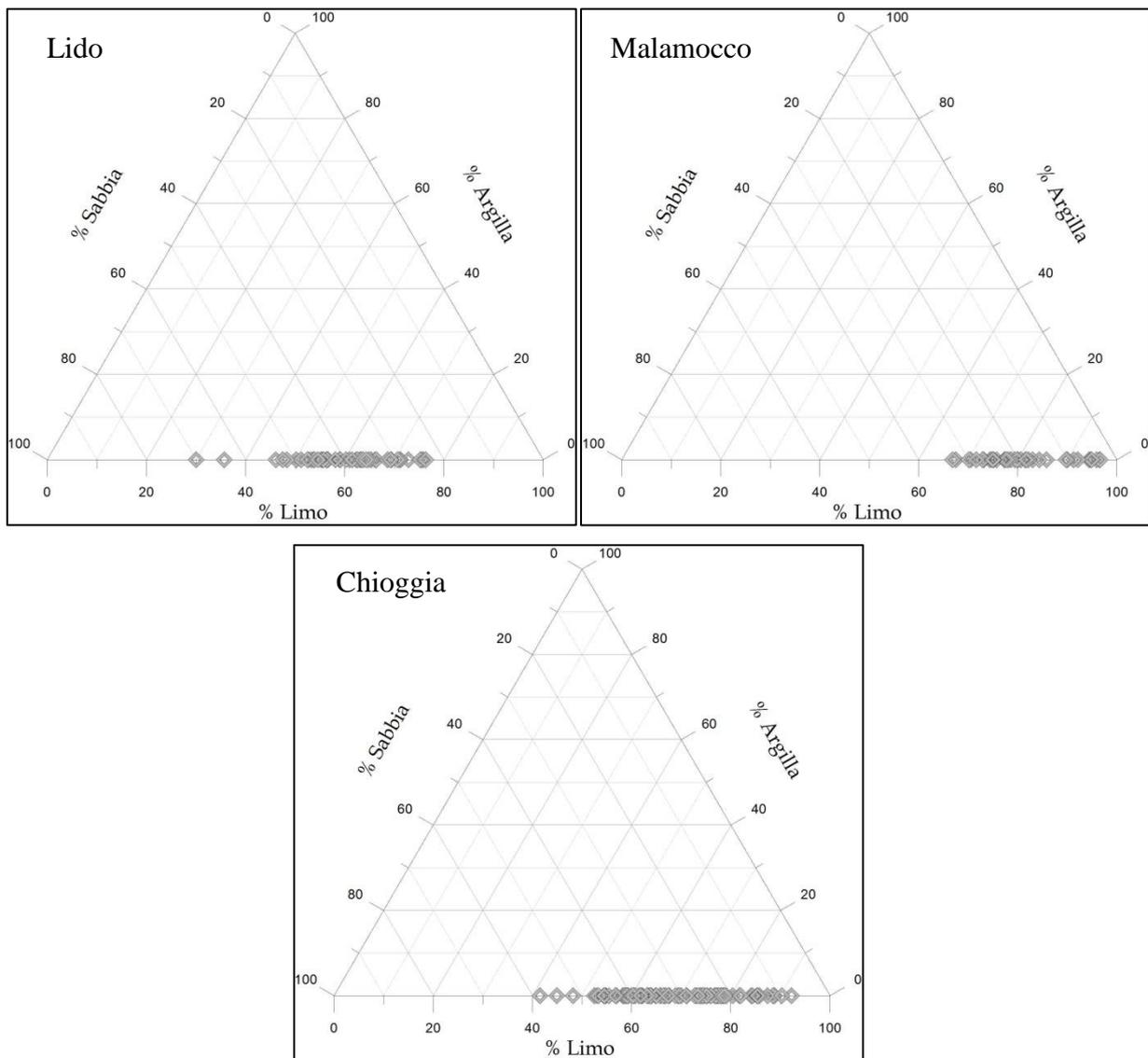


Figura 4.2 Diagramma di Shepard relativo alle differenti classi granulometriche presenti nei campioni raccolti nei pressi delle bocche di porto.

4.3 Concentrazione del particolato solido in sospensione

Per quanto concerne le concentrazioni misurate sui campioni d'acqua si possono effettuare diverse considerazioni. In condizioni non perturbate da eventi meteo di particolare intensità i valori SPM sono contenuti e gli istogrammi relativi alle bocche di porto di Lido e Malamocco (Figura 4.3) presentano frequenze massime per valori appartenenti alla classe 5 mg/l (classe modale). È altresì evidente che le condizioni meteo hanno condizionato alcune delle giornate di misura a Chioggia e a Malamocco; in queste due bocche sono stati infatti raggiunti valori SPM molto elevati (100 mg/l a Malamocco e 85 mg/l a Chioggia). A Lido i valori di concentrazione maggiori sono stati ottenuti sui campioni prelevati durante le operazioni di scavo condotte dall'imbarcazione Lybra nei pressi della conca di navigazione lato mare. I campioni sono stati prelevati a stretta distanza dall'imbarcazione, per cui compresi all'interno dell'Area di Impatto Totale (AIT, MAG. ACQUE - CORILA, 2005; 2006a; 2006b). Come si osserva, infatti, dai dati di concentrazione media sulla verticale riportati in Figura 4.3, i valori massimi, direttamente a ridosso l'area di scavo, sono stati pari a 50 mg/l. Allontanandosi dal punto di scavo i valori diminuiscono rapidamente attestandosi dunque ben al di sotto della soglia dei 30 mg/l. Non si sono quindi verificate criticità relativamente alla torbidità prodotta durante la lavorazione.

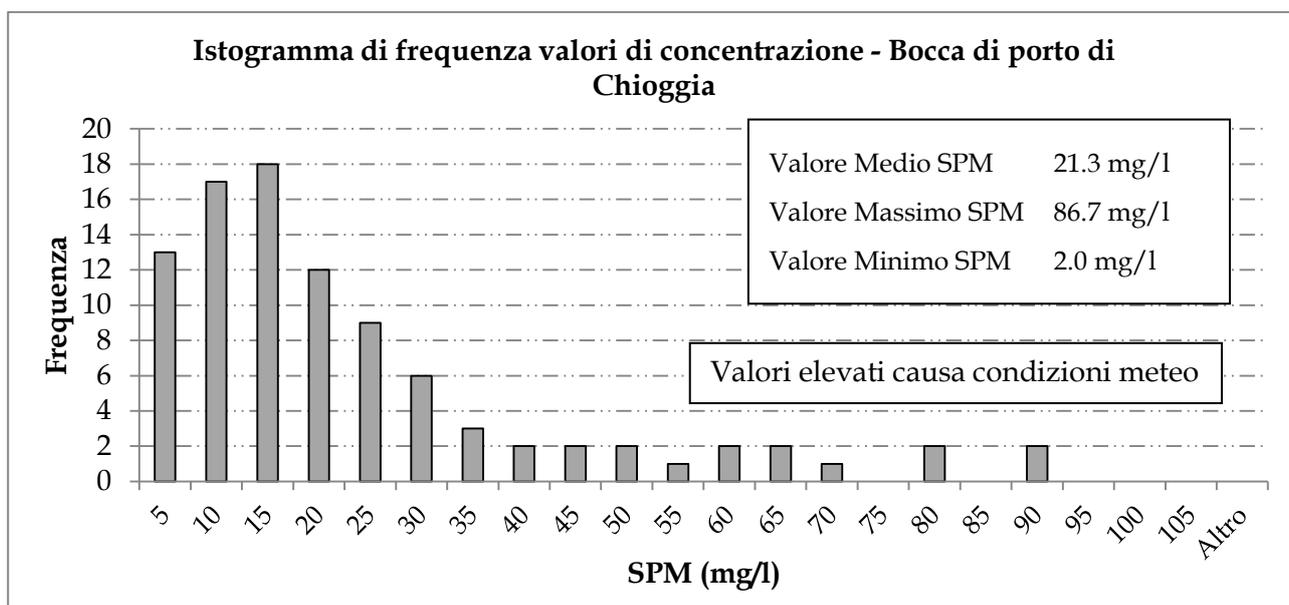
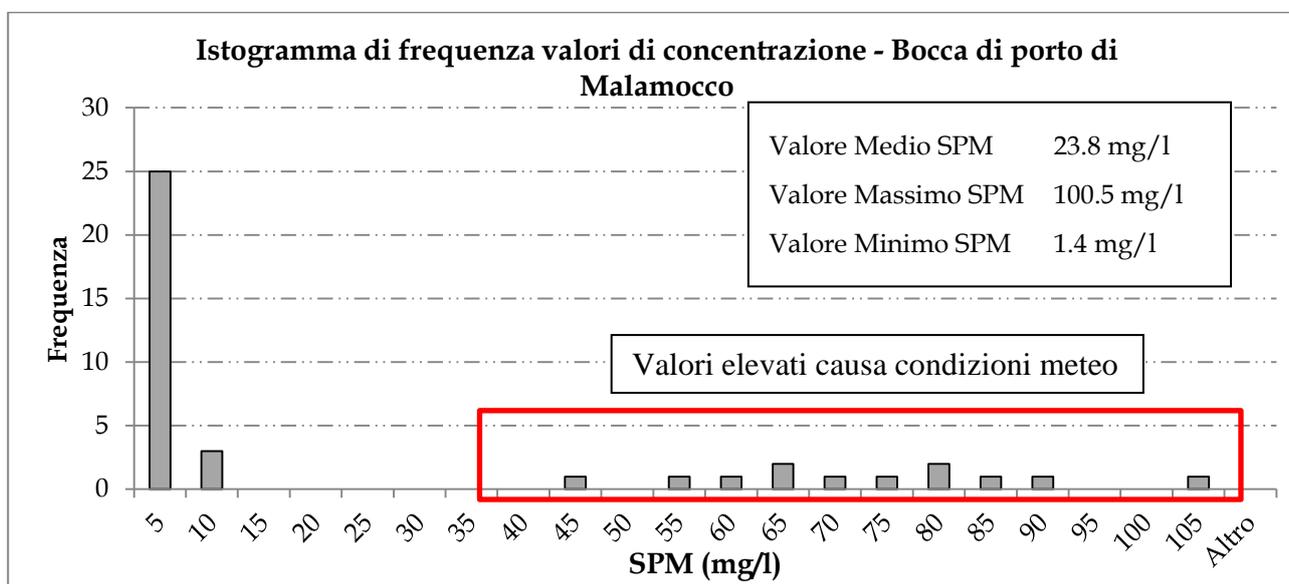
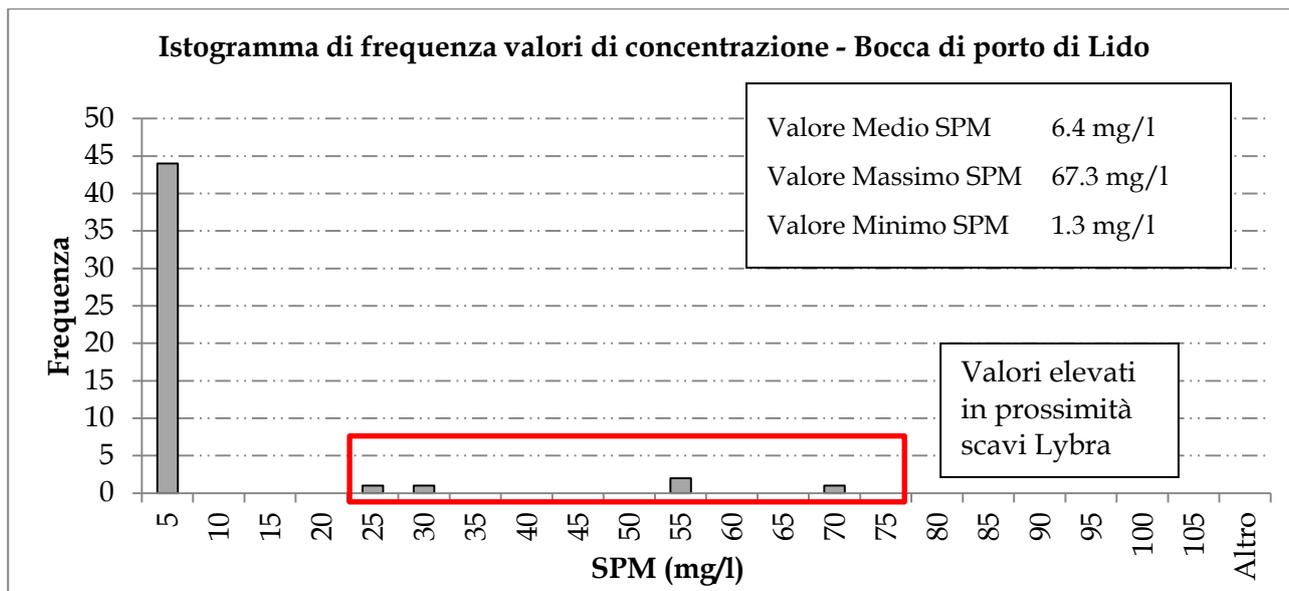


Figura 4.3 Istogramma di frequenza dei valori di concentrazione.



Figura 4.4 Andamento della concentrazione media sulla verticale (valori puntuali) del particolato solido sospeso durante l'esecuzione del percorso a "zig-zag" effettuato per monitorare le attività di scavo (Transetto L1B10_035.PD0) alla bocca di Lido il 6 agosto 2014. Il cerchio bianco e rosso indica la posizione della draga.

5 RILEVAZIONE DELLA TORBIDITÀ IN CONTINUO

5.1 La rete di stazioni fisse

Uno degli scopi della misura della torbidità in continuo alle bocche di porto è lo studio dei valori di torbidità naturale ai fini della tutela degli ecosistemi di pregio e delle componenti biologiche (avifauna, vegetazione terrestre, insetti, fanerogame, tigne, benthos).

Gli eventi naturali (moto ondoso, eventi meteo) in grado di influenzare l'andamento della concentrazione del particolato in sospensione si succedono, infatti, in maniera irregolare dando luogo ad una variabilità spaziale e temporale delle condizioni naturali rilevabile solamente mediante l'analisi di serie temporali il più possibile prolungate nel tempo e relative a stazioni di misura opportunamente posizionate in modo da caratterizzare tutta l'area di interesse.

La misura della torbidità in continuo è inoltre utile per valutare l'eventuale diffusione del *plume* di torbida generato dalle operazioni di dragaggio e quindi gli effetti a breve termine delle attività di cantiere. In questo modo vengono caratterizzate le diverse tipologie di "sorgente" in periodi limitati ed in diverse condizioni operative.

Le stesse misure possono però risultare funzionali anche alla conoscenza degli effetti a lungo termine indotti dalla presenza delle opere le quali, modificando la morfologia dell'area prossima alle bocche porto, potrebbero avere degli effetti anche sull'idrodinamica e il trasporto di sedimenti.

L'attività di monitoraggio in continuo è iniziata a maggio 2005 in otto stazioni di misura opportunamente posizionate nei canali delle tre bocche di porto e nelle immediate vicinanze, sia all'interno della laguna che in mare, e sta proseguendo quasi ininterrottamente e contemporaneamente all'acquisizione sia dei parametri chimico-fisici dell'acqua sia delle variabili meteo marine (livello, velocità e direzione del vento).

L'ubicazione e il numero delle postazioni di misura hanno subito delle modifiche nel corso dei sette anni di monitoraggio (Tabella 5.1). A giugno 2006 le stazioni a mare alle bocche di Malamocco (MAM) e Chioggia (CHM) sono state tolte in quanto ritenute troppo distanti dalla zona di scavo; la stazione MAM è stata riposizionata in loco, dopo un anno, per avere un altro punto in mare nel periodo di ripresa di grossi lavori alla bocca di Malamocco lato mare (conche navigazione, imbonimento per cantiere cassoni a Santa Maria del Mare, ecc.) mentre la stazione a mare a Chioggia (CHM3) è stata ripristinata ad ottobre 2012. A partire da maggio 2009 sono state tolte le sonde alla bocca di Lido essendo terminate le attività in grado di influenzare significativamente la torbidità della colonna d'acqua; sono state ripristinate nel corso del 2011 solo 4 stazioni. All'inizio di questo anno di monitoraggio, invece, è stato ritenuto opportuno mantenere solo le sonde alla bocca di Malamocco e alla bocca di Chioggia, dato che le attività che comportano la movimentazione di materiali del fondo alla bocca di Lido sono ormai quasi terminate.

La Figura 5.1 mostra la localizzazione di tutte le stazioni di misura della torbidità nelle aree dei cantieri alle bocche di porto; in rosso le 4 stazioni utilizzate il decimo anno di monitoraggio.

Nella Tabella 5.1 sono riassunte le caratteristiche delle stazioni e, per ciascuna di queste, sono riportate le coordinate geografiche espresse nel sistema UTM WGS 84 e Gauss Boaga e la profondità del battente d'acqua rispetto al livello medio del mare espressa in metri. La posizione del sensore è in tutti i casi alla quota di 1.5 metri dal fondo eccetto per LMR-2, in cui il sensore è a circa 7.5 metri dal fondo e per la stazione CHM3 in cui è a 1 m dal fondo.

Per quanto riguarda la misura della direzione e velocità del vento si fa riferimento alla piattaforma oceanografica del CNR-ISMAR, mentre per i livelli di marea si considerano i dati del mareografo più vicino alla stazione in questione (Diga Nord di Malamocco, Diga Sud di Chioggia, Diga Sud di Lido,) gestito del Centro Previsioni e Segnalazioni Maree del Comune di Venezia (Figura 5.2).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



Figura 5.1. La rete delle stazioni fisse per la misura della torbidità in continuo. In rosso le stazioni attive nel 2014-2015. In blu le stazioni attive nel corso dei precedenti anni di monitoraggio.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

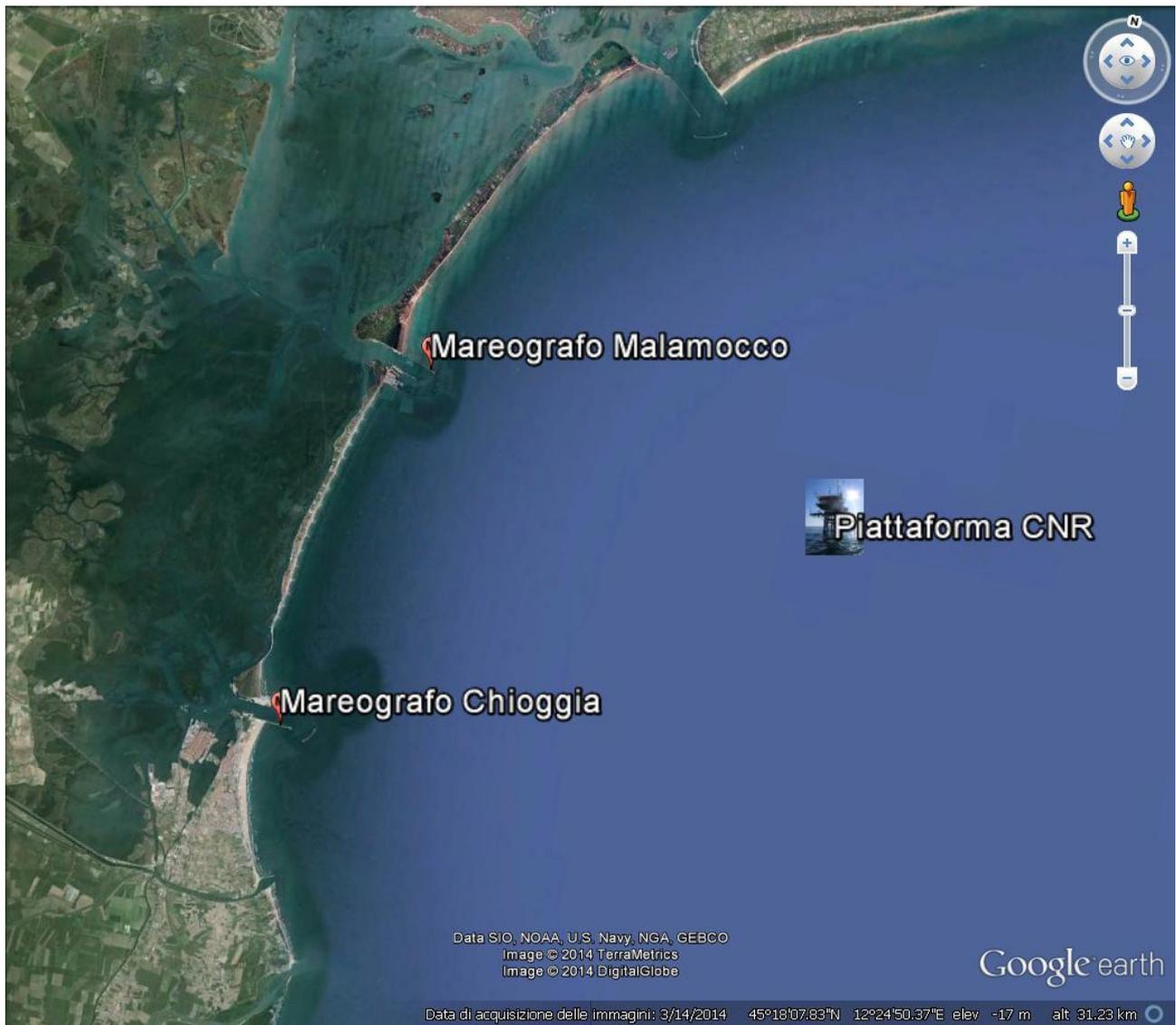


Figura 5.2. Localizzazione dei mareografi e della piattaforma del CNR.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 5.1. Caratteristiche delle stazioni fisse per la misura della torbidità in continuo.

Sigla Identificativa	Località	Tipo postazione	Ente	Fondale (m)	Coordinate UTM WGS 84	Coordinate Gauss Boaga	Periodo di utilizzo
LIM	LIDO Mare	Postazione mareografica	CVN-MAV	9.0	300744 E 5033387 N	2320747.48 5033406.59	Studio B.6.72 B/1 Studio B.6.72 B/2 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4 Studio B.6.72 B/7 Studio B.6.72 B/8 Studio B.6.72 B/9
LMR	LIDO Bocca di porto	Meda Rossa, Diga Sud	ISPRA	9.5	297740 E 5033614 N	2317743.42 5033633.59	Studio B.6.72 B/1 Studio B.6.72 B/2 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4 Studio B.6.72 B/7 Studio B.6.72 B/8 Studio B.6.72 B/9
LMR-2	LIDO Bocca di porto	Meda Rossa, Diga Sud	ISPRA	9.5	297740 E 5033614 N	2317743.42 5033633.59	Studio B.6.72 B/2 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4 Studio B.6.72 B/7 Studio B.6.72 B/8 Studio B.6.72 B/9
LSA	LIDO Canale S. Nicolò	Meda Bianco-Nera	Capitaneria Porto - Marifari	5	295870 E 5034915 N	2315873.38 5034934.61	Studio B.6.72 B/2 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4
LSN	LIDO Canale S. Nicolò	Postazione mareografica	MAV	7.0	295624 E 5034542 N	2315627.38 5034561.60	Studio B.6.72 B/1

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Sigla Identificativa	Località	Tipo postazione	Ente	Fondale (m)	Coordinate UTM WGS 84	Coordinate Gauss Boaga	Periodo di utilizzo
LTP	LIDO Canale Treporti	Postazione mareografica	MAV	2.0	299083 E 5036390 N	2319086.45 5036409.64	Studio B.6.72 B/1 Studio B.6.72 B/2 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4 Studio B.6.72 B/7 Studio B.6.72 B/8 Studio B.6.72 B/9
MAM	MALAMOCCO Mare	Postazione mareografica	CVN-MAV	11.0	292432 E 5024099 N	2312435.35 5024118.40	Studio B.6.72 B/1 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4 Studio B.6.72 B/5 Studio B.6.72 B/6 Studio B.6.72 B/7 Studio B.6.72 B/8 Studio B.6.72 B/9 Studio B.6.72 B/10
MAP	MALAMOCCO Porto	Postazione mareografica	Comune VE CVN-MAV	2.7	288410 E 5024129 N	2308413.27 5024148.39	Studio B.6.72 B/1 Studio B.6.72 B/2 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4 Studio B.6.72 B/5 Studio B.6.72 B/6 Studio B.6.72 B/7 Studio B.6.72 B/8 Studio B.6.72 B/9 Studio B.6.72 B/10
CHM1	CHIOGGIA Mare	Meda segnalazione	CVN-MAV	13.5	289952 E 5011996 N	2311697.67 5011917.71	Studio B.6.72 B/1
CHM2	CHIOGGIA Mare	Meda segnalazione	CVN-MAV	13.5	289792 E 5012068 N	2312244.76 5013024.91	Studio B.6.72 B/1

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Sigla Identificativa	Località	Tipo postazione	Ente	Fondale (m)	Coordinate UTM WGS 84	Coordinate Gauss Boaga	Periodo di utilizzo
CHM3	CHIOGGIA Mare	Postazione mareografica	CVN-MAV	13.5	290270 E 5013095N	2310273.49 5013115.12	Studio B.6.72 B/8 Studio B.6.72 B/9 Studio B.6.72 B/10
CHP	CHIOGGIA Porto	Postazione mareografica	Comune VE CVN-MAV	2.1	286559 E 5012376 N	2306562.26 5012395.17	Studio B.6.72 B/1 Studio B.6.72 B/2 Studio B.6.72 B/3 Studio B.6.72 B/4 Studio B.6.72 B/5 Studio B.6.72 B/6 Studio B.6.72 B/7 Studio B.6.72 B/8 Studio B.6.72 B/9 Studio B.6.72 B/10

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Per le stazioni a mare MAM e CHM3, caratterizzate da un elevato fondale (MAM 11 m e CHM3 14 m circa), è stata utilizzata una struttura già esistente impiegata come mareografo (Figura 5.3) ed è stato progettato un apposito sistema di posizionamento ed ancoraggio al fondo della strumentazione di misura tale da consentire un facile recupero della sonda per le operazioni di scarico dati, manutenzione, pulizia e riposizionamento alla quota di misura (Simionato, 2006). Nella Figura 5.5 è mostrato uno schema tipico della struttura di posizionamento e ancoraggio che negli ultimi anni è stata modificata rispetto a quella utilizzata in precedenza e visualizzata nella figura. Lo zavorramento al fondo è stato fatto non più con un solo blocco di piastre di acciaio ma con due blocchi, distanziati circa 2 metri uno dall'altro e collegati mediante una barra di acciaio inox. In questo modo le carrucole sono più distanziate tra loro con il vantaggio di ridurre i rischi di attorcigliamento del cavo in acciaio per il recupero e il posizionamento.

Le stazioni MAP e CHP, posizionate all'interno della laguna, sono state allestite utilizzando le strutture delle postazioni mareografiche operanti in laguna (Figura 5.4).



Figura 5.3. Stazione MAM.



Figura 5.4. Stazione CHP.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

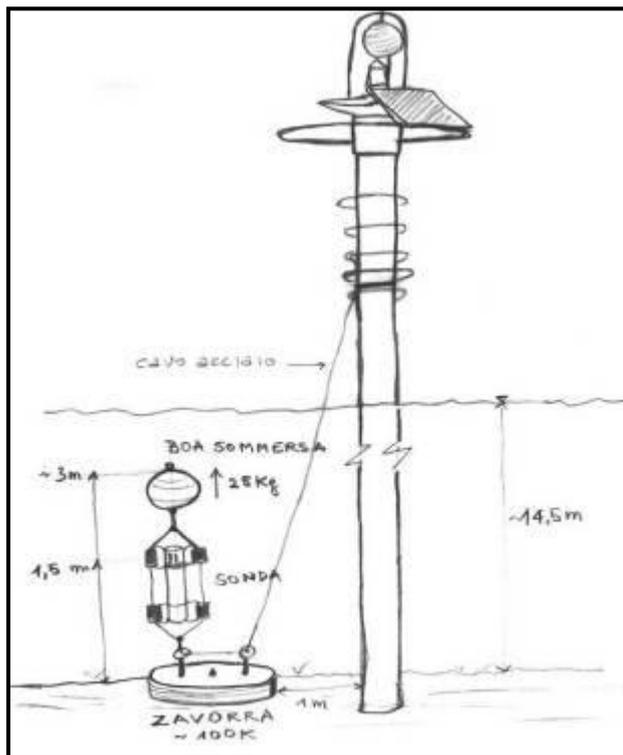


Figura 5.5. Schema esemplificativo del sistema di posizionamento e ancoraggio utilizzato nelle stazioni a mare.

I torbidimetri posizionati nelle stazioni sopra descritte forniscono 1 dato ogni 15 minuti. Il singolo dato viene rilevato come media delle 5 acquisizioni, effettuate una al minuto, all'inizio dell'intervallo temporale di 15 minuti. I file di dati registrati nella memoria di ciascuno strumento sono scaricati con una frequenza di circa 15 giorni.

Per la descrizione della strumentazione per la misura della torbidità, delle attività di gestione della rete di stazioni fisse, della metodologia per il trattamento dei dati registrati nonché la calibrazione dei sensori di torbidità per la stima della concentrazione di SPM (Suspended Particulate Matter), si faccia riferimento ai Rapporti di Valutazione.

5.2 Analisi dei dati

Di seguito (Tabella 5.2) è riportata la percentuale dei dati validati dopo la procedura di filtrazione delle serie temporali su tutto il periodo relativo al decimo anno di monitoraggio: maggio 2014 - aprile 2015. Nel conteggio totale sono inclusi anche i periodi in cui i dati mancavano per malfunzionamento degli strumenti.

Tabella 5.2. Percentuale dei dati validati (rispetto al numero totale teorico di dati) nel periodo maggio 2014 - aprile 2015.

Tipologia	Stazione	Percentuale di funzionamento	Percentuale di dati validati
Stazioni in laguna	MAP	95.89%	77.4%
	CHP	100.00%	92.7%
Stazioni a mare	MAM	95.62%	71.3%
	CHM3	49.32%	35.7%

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

La percentuale di informazioni utili dopo la procedura di verifica e filtrazione delle serie temporali dai dati spuri nelle stazioni che hanno funzionato per quasi l'intero periodo di monitoraggio è superiore al 70%. Per CHM3 si hanno percentuali inferiori a causa dei periodi di non funzionamento o mancanza dello strumento.

Per facilitare la comprensione del grado di copertura delle registrazioni, nella Figura 5.6 viene visualizzata in maniera schematica l'estensione temporale delle acquisizioni effettuate dai singoli strumenti. Per una rappresentazione giornaliera si vedano i Rapporti di Valutazione (PROVV.OO.PP. - CORILA 2014b, 2015c, 2015d). Si elencano inoltre di seguito, per ogni stazione, i motivi della mancanza dei dati o delle sonde, nei giorni indicati in azzurro o grigio in Figura 5.6

Stazione MAP

- La sonda è stata salpata il giorno 13 ottobre per permettere la riparazione del conduttivimetro ed è stata riposizionata il giorno 28 ottobre 2014.

Stazione MAM

- La sonda è stata salpata il giorno 29 ottobre per portarla in riparazione e riposizionata il giorno 14 novembre 2014.

Stazione CHM3

- Il file scaricato presso la stazione CHM3 nel giorno 29/05/2014 si interrompe il giorno 05/05/2014 alle ore 06.00 a causa dell'esaurimento prematuro delle batterie. Il giorno dello scarico pertanto si è provveduto alla sostituzione delle batterie e ad una profonda pulizia della sonda.
- La sonda è stata salpata per portarla in riparazione in data 28 ottobre ed è stata riposizionata il giorno 14 novembre 2014. Benché sottoposta a manutenzione presso la ditta costruttrice, in seguito al reimpiego si è rivelata avere un ulteriore problema al torbidimetro; i dati sono inutilizzabili.
- Il giorno 19 febbraio 2015 la sonda è stata salpata e ricondotta presso i laboratori del CNR-ISMAR a causa del distacco e della perdita della scaletta di accesso al palo a mare, avvenuta in seguito alla forte mareggiata della notte del 6 febbraio. La sonda non è stata riposizionata in loco in quanto il supporto non è stato aggiustato.

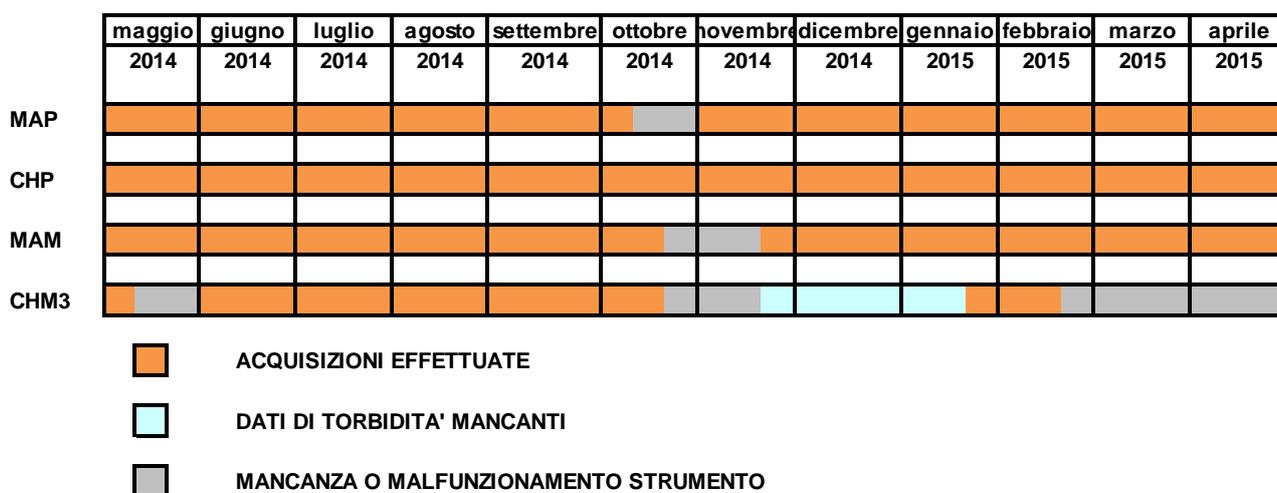


Figura 5.6. Visualizzazione schematica dei periodi di acquisizione degli strumenti impiegati nelle stazioni oggetto del monitoraggio.

Le relazioni di regressione utilizzate per la calibrazione dei dati registrati in ciascuna delle stazioni sono riportate nella Tabella 5.3 e visualizzate nelle Figura 5.7. Ciascuna di queste relazioni è stata utilizzata per derivare la serie temporale della concentrazione di SPM a partire dalla serie della torbidità della corrispondente stazione, opportunamente corrette e validate secondo le procedura descritta nei Rapporti di Valutazione.

Tabella 5.3. Coefficienti ed equazioni delle rette di regressione utilizzate per la calibrazione dei sensori OBS.

Tipologia	Stazione	Equazione e coefficiente retta di calibrazione
Stazioni in laguna	MAP	$y = 0.9175x - 1.2237$ $R^2 = 0.7814$
	CHP	$Y = 0.8254x - 0.1862$ $R^2 = 0.7103$
Stazioni a mare	MAM	$y = 0.9191x - 0.7018$ $R^2 = 0.8193$
	CHM3	$y = 0.9081x - 1.6997$ $R^2 = 0.8349$

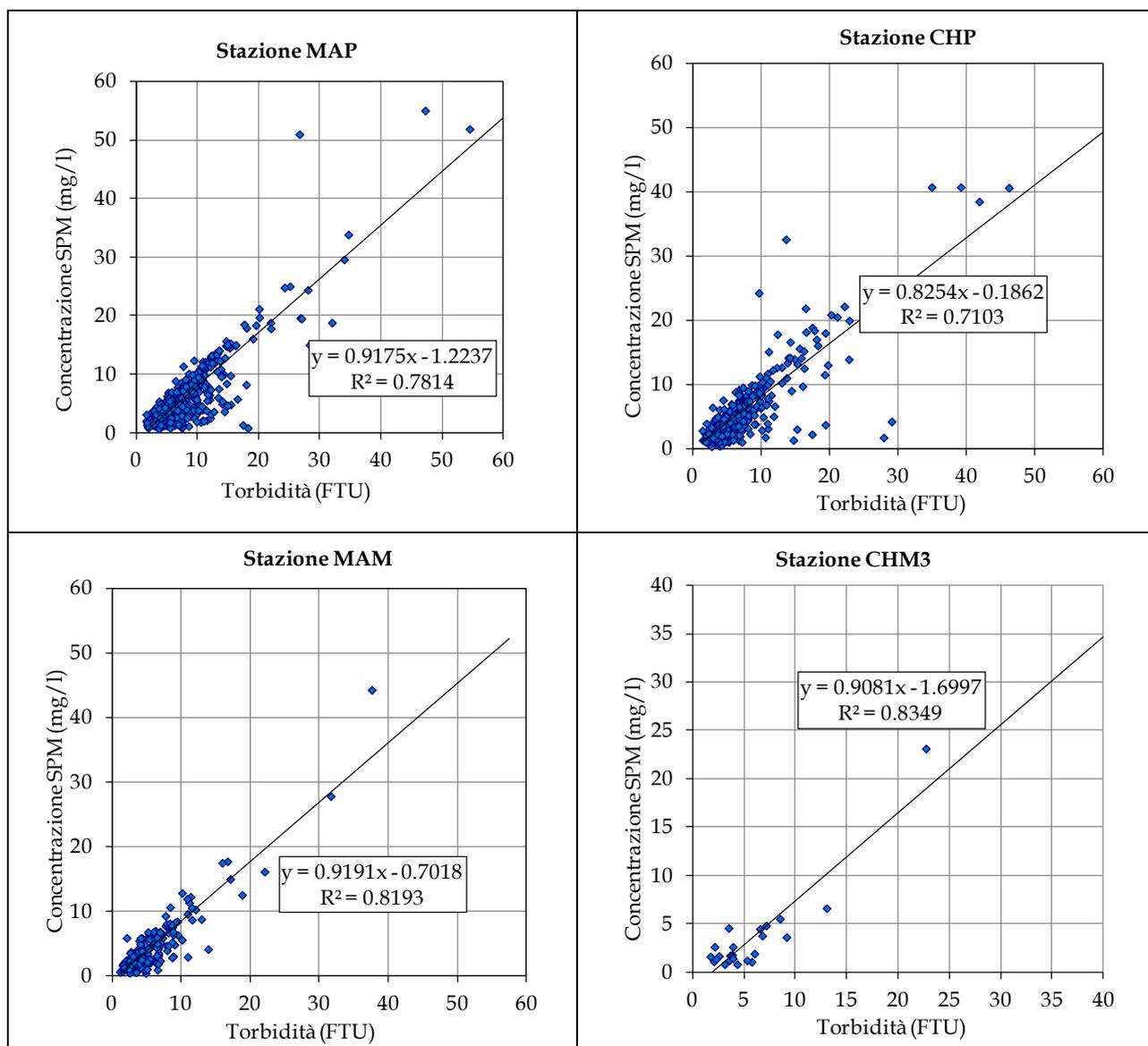


Figura 5.7. Diagrammi di regressione fra la torbidità registrata dalle sonde ed i corrispondenti valori di concentrazione di SPM nei campioni d'acqua prelevati in concomitanza agli interventi di manutenzione. Le rette di regressione sono state calcolate includendo tutti i valori disponibili da maggio 2005 fino ad aprile 2015.

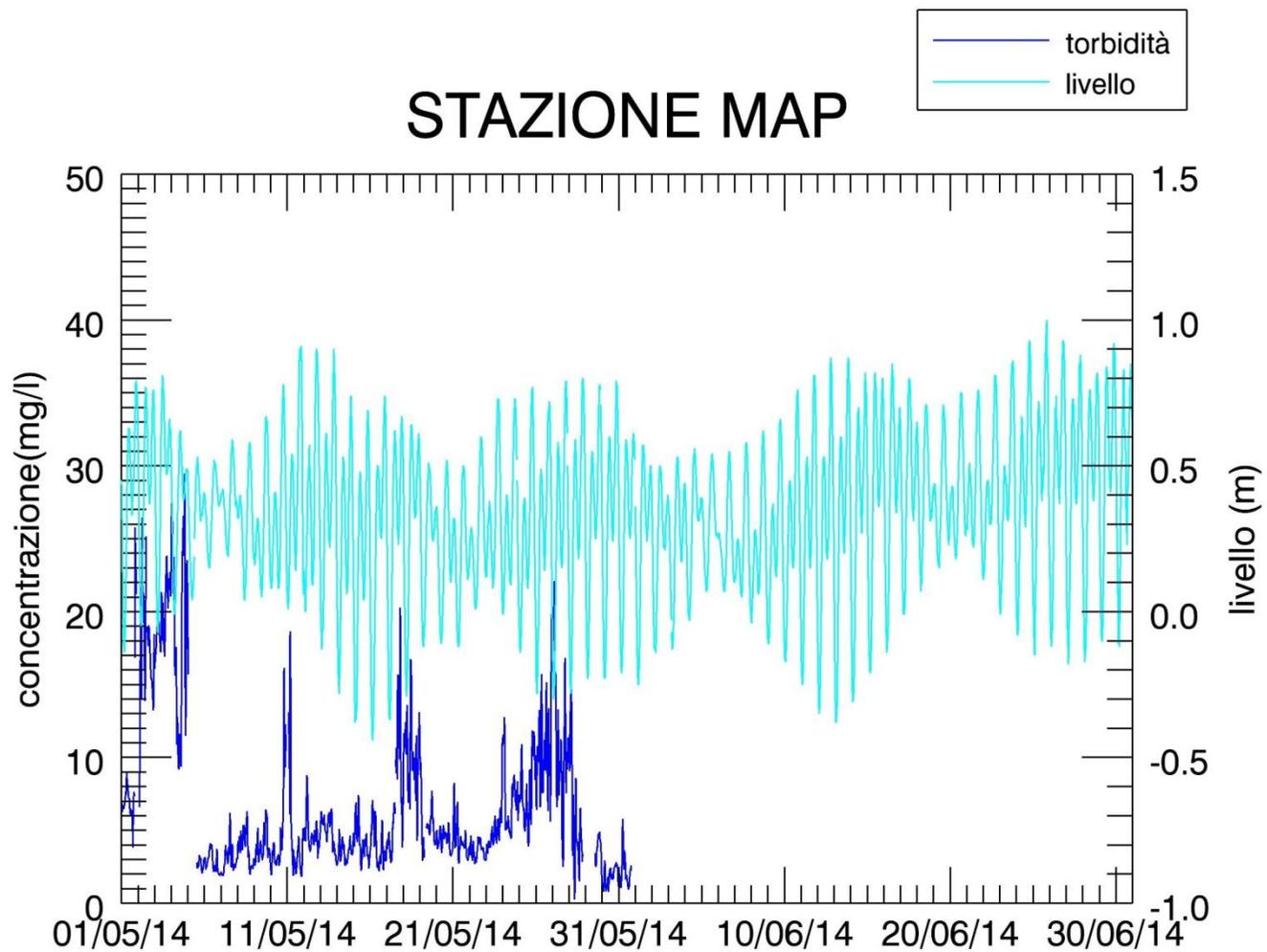
Si osserva come le pendenze delle rette di regressione per tutte le stazioni siano piuttosto vicine o pari all'unità, il che significa una quasi corrispondenza tra valori di concentrazione del materiale sospeso e torbidità. Il valore di R^2 compreso tra 0.71 e 0.83 indica una certa dispersione; è stata infatti qui riscontrata la scarsa correlazione tra valori misurati e campioni prelevati, probabilmente dovuta alla frequente presenza, davanti alle finestre ottiche del sensore, di ostruzioni parziali. Sono stati comunque effettuati degli interventi di manutenzione in laboratorio per il ripristino delle condizioni ottimali delle sonde (pulizia approfondita, ricalibrazione, sostituzione sensori).

5.3 Serie temporali della torbidità/SPM

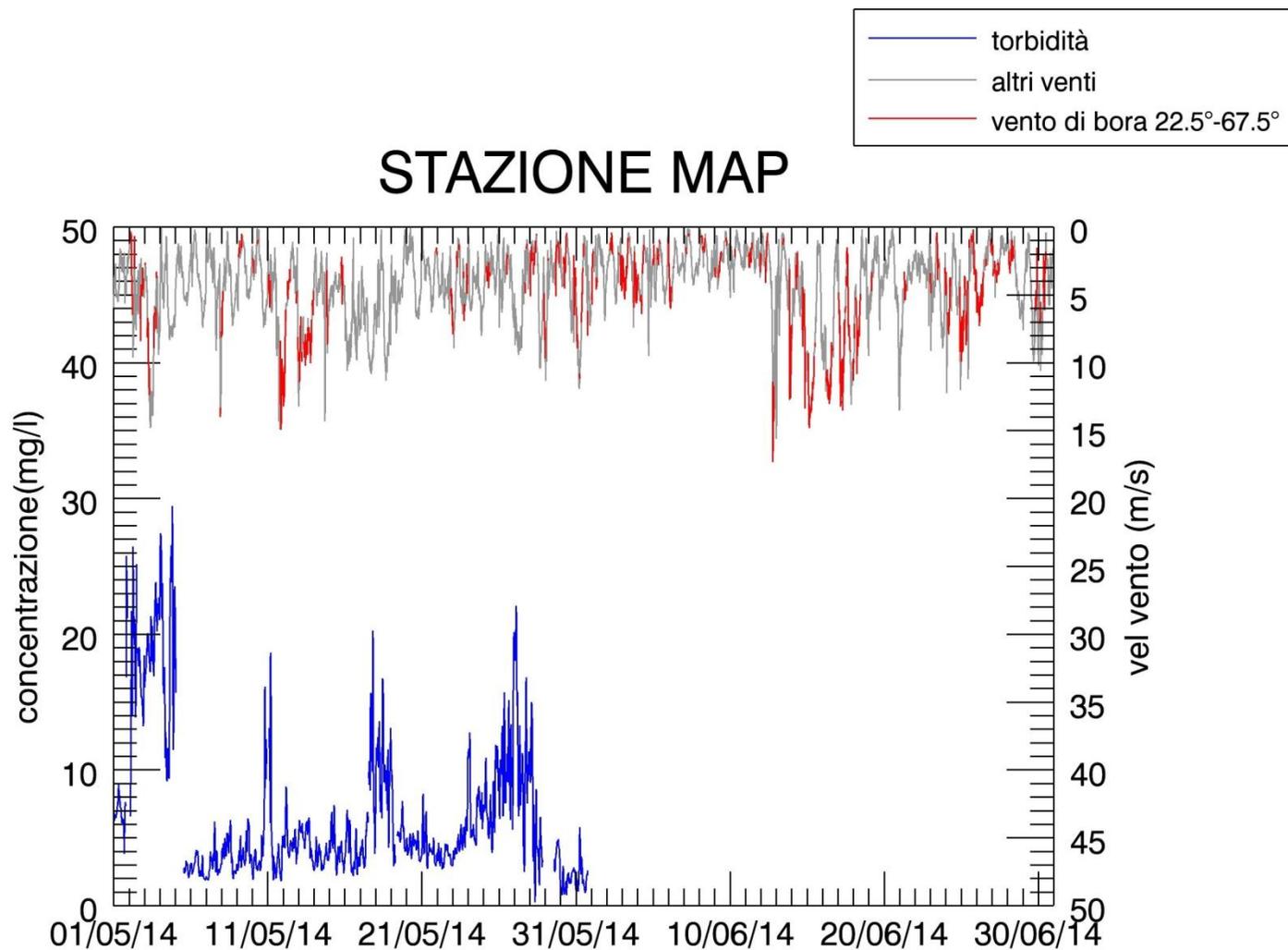
L'intera serie temporale del periodo maggio 2014 - aprile 2015 per ciascuna delle stazioni è inclusa nei files del database allegato al presente rapporto.

Di seguito (Figura 5.8 - Figura 5.29) vengono presentate due tipologie di elaborati grafici in cui i dati vengono raggruppati in bimestri: nella prima vengono rappresentate la concentrazione di SPM e la curva di marea del mareografo più vicino alla stazione in questione (Diga Nord di Malamocco, Diga Sud di Chioggia, - Istituzione Centro Previsioni e Segnalazioni Maree, Comune di Venezia), mentre nella seconda si rappresentano SPM e velocità del vento, misurata alla piattaforma oceanografica del CNR-ISMAR, raffigurata con colori diversi in base alla direzione di provenienza.

Per la stazione CHP durante l'evento meteo dei giorni 6-10 febbraio il torbidimetro ha raggiunto il fondo scala; si può notare infatti una serie di valori di concentrazione costanti. Durante il successivo scarico dei dati il fondo scala è stato poi alzato, ed è stato così possibile registrare dei valori più alti di torbidità durante gli eventi di aprile.

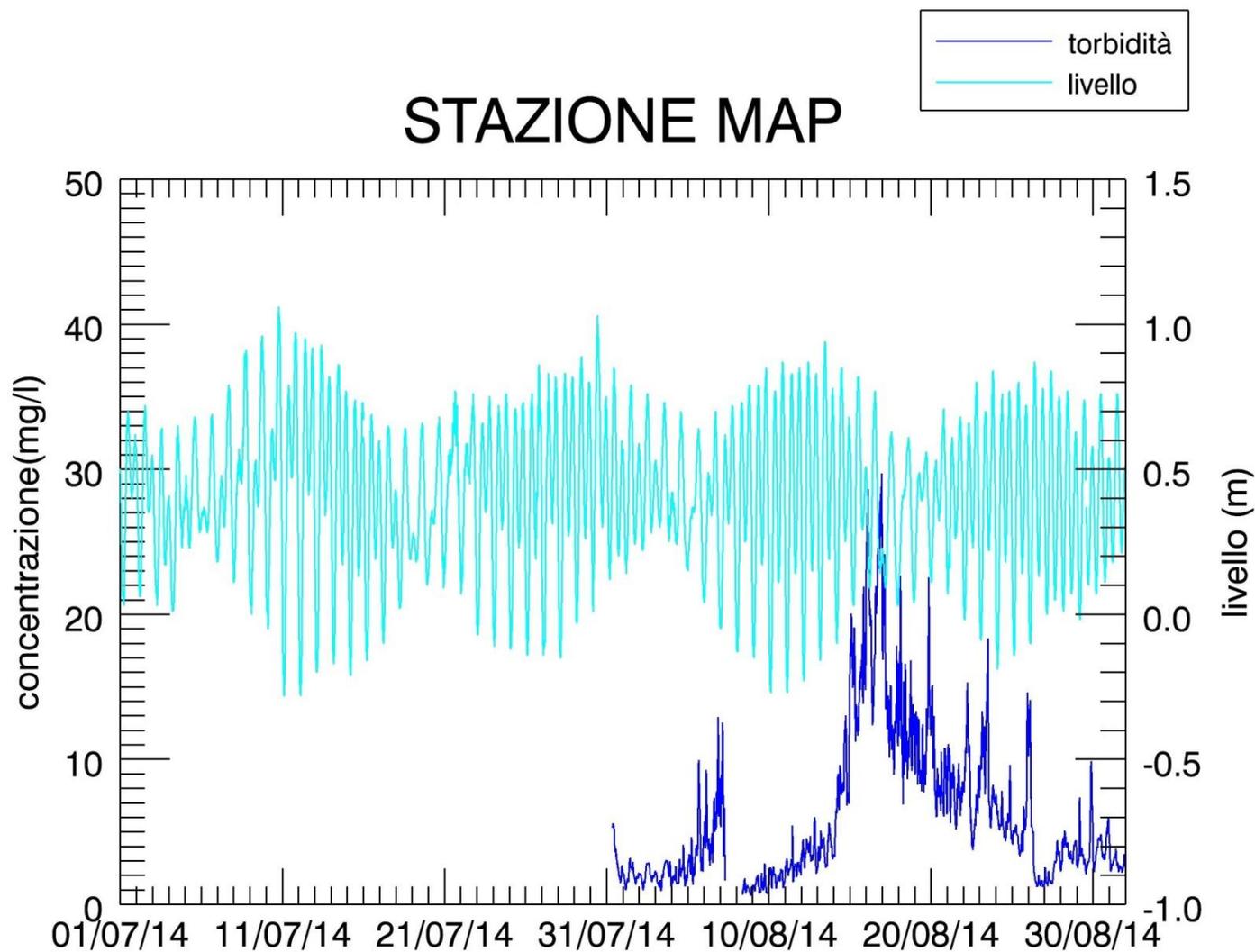


(a)

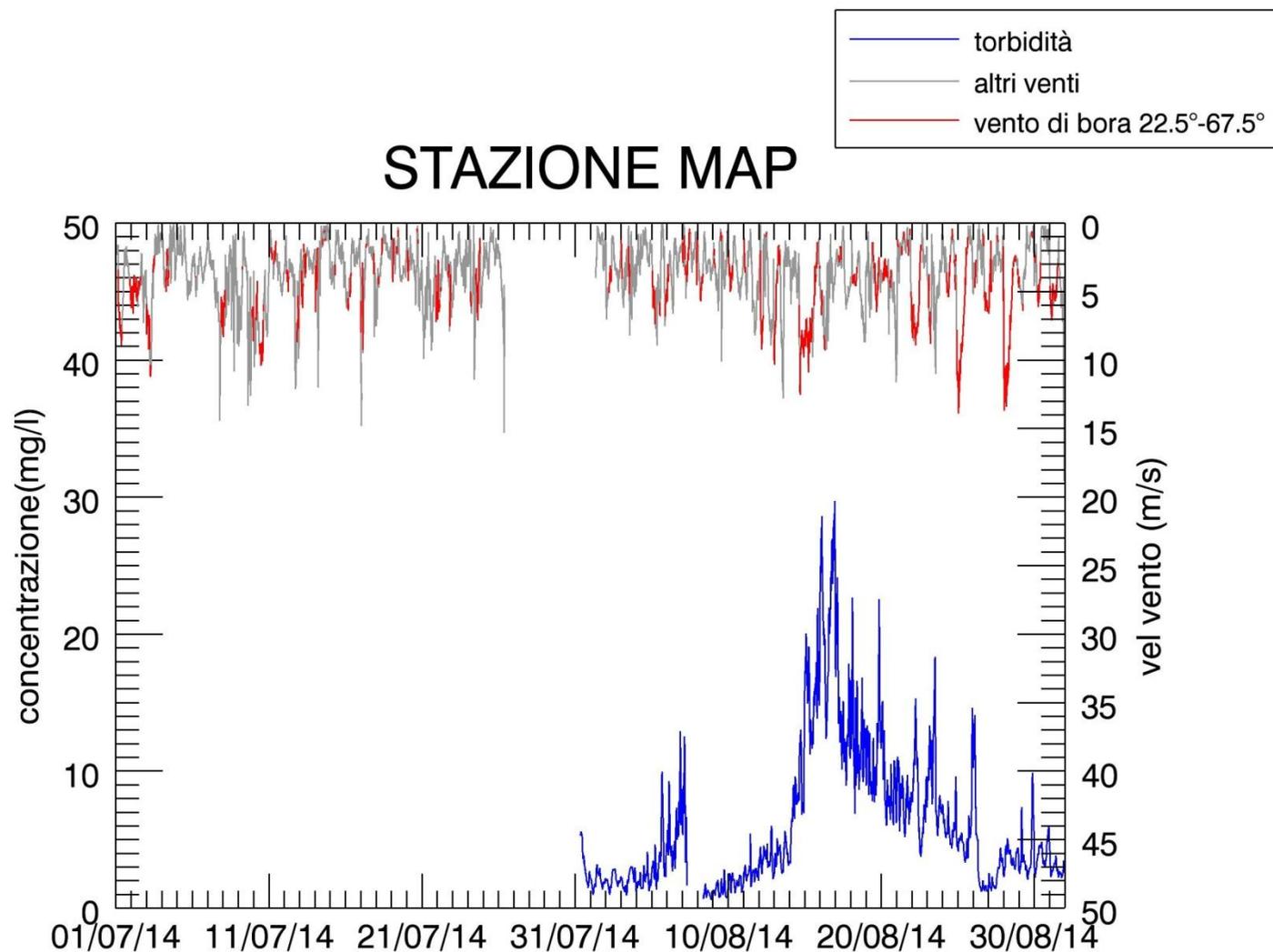


(b)

Figura 5.8. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAP nel periodo maggio-giugno 2014

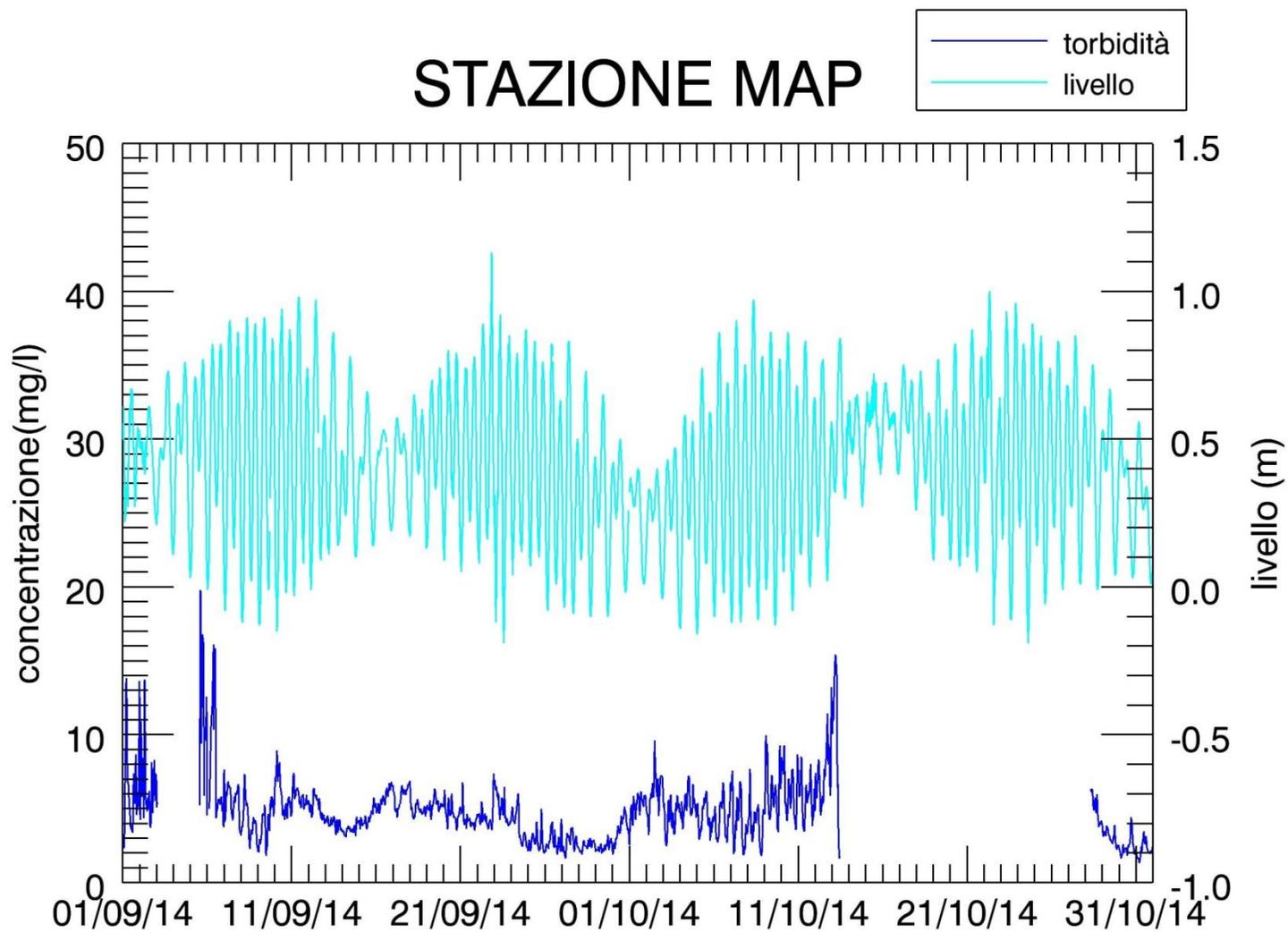


(a)

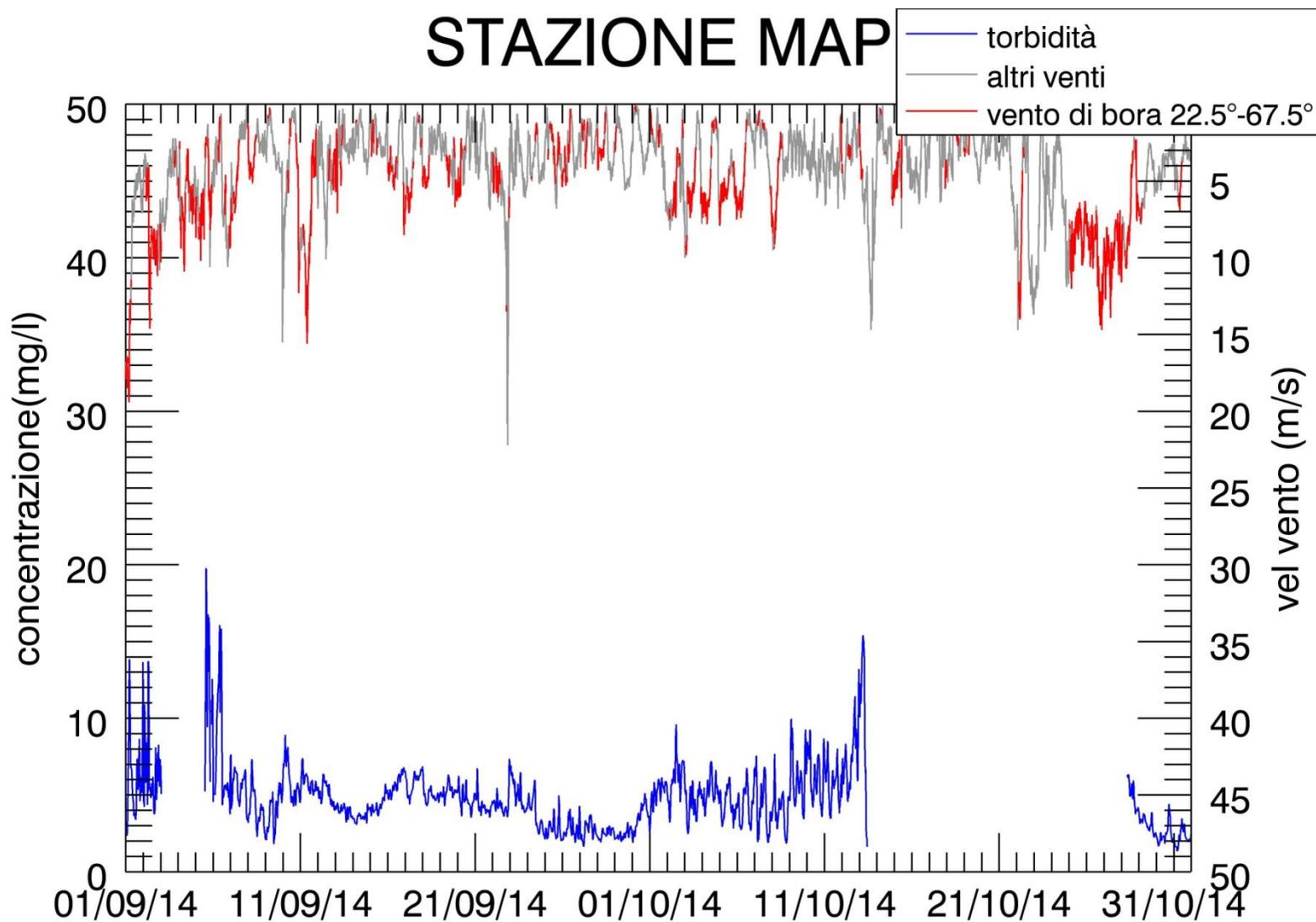


(b)

Figura 5.9. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAP nel periodo luglio-agosto 2014.

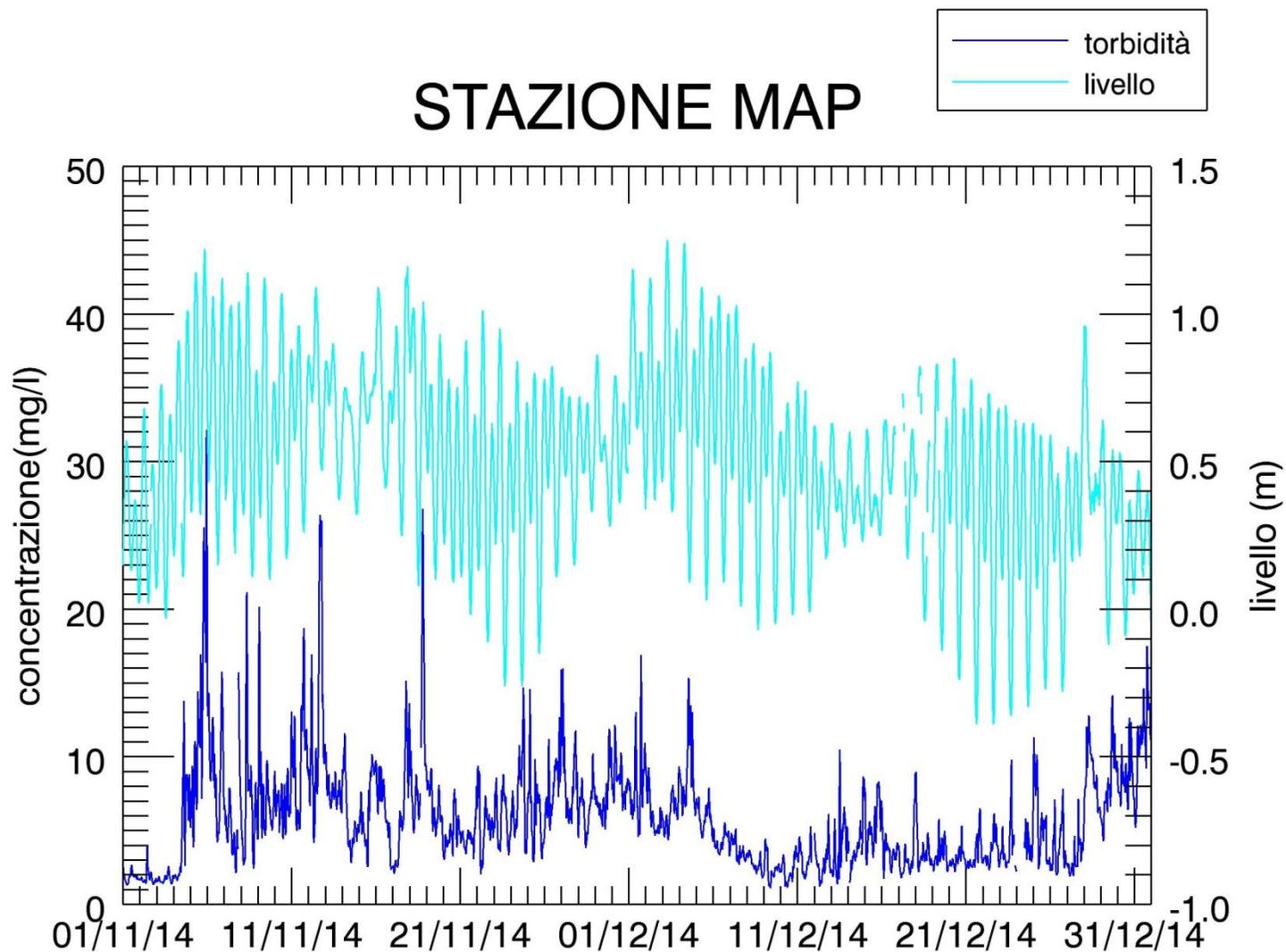


(a)

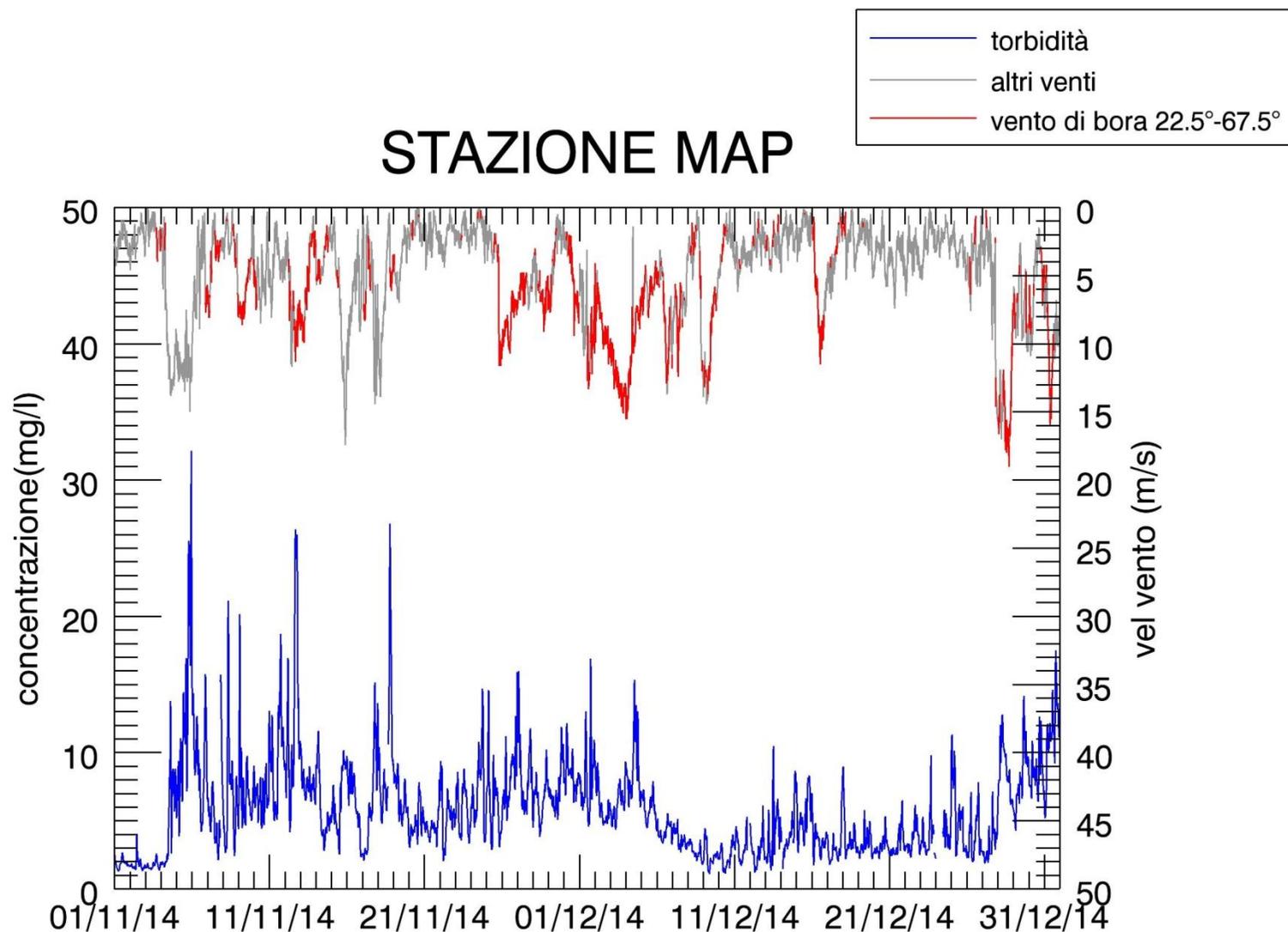


(b)

Figura 5.10. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAP nel periodo settembre-ottobre 2014

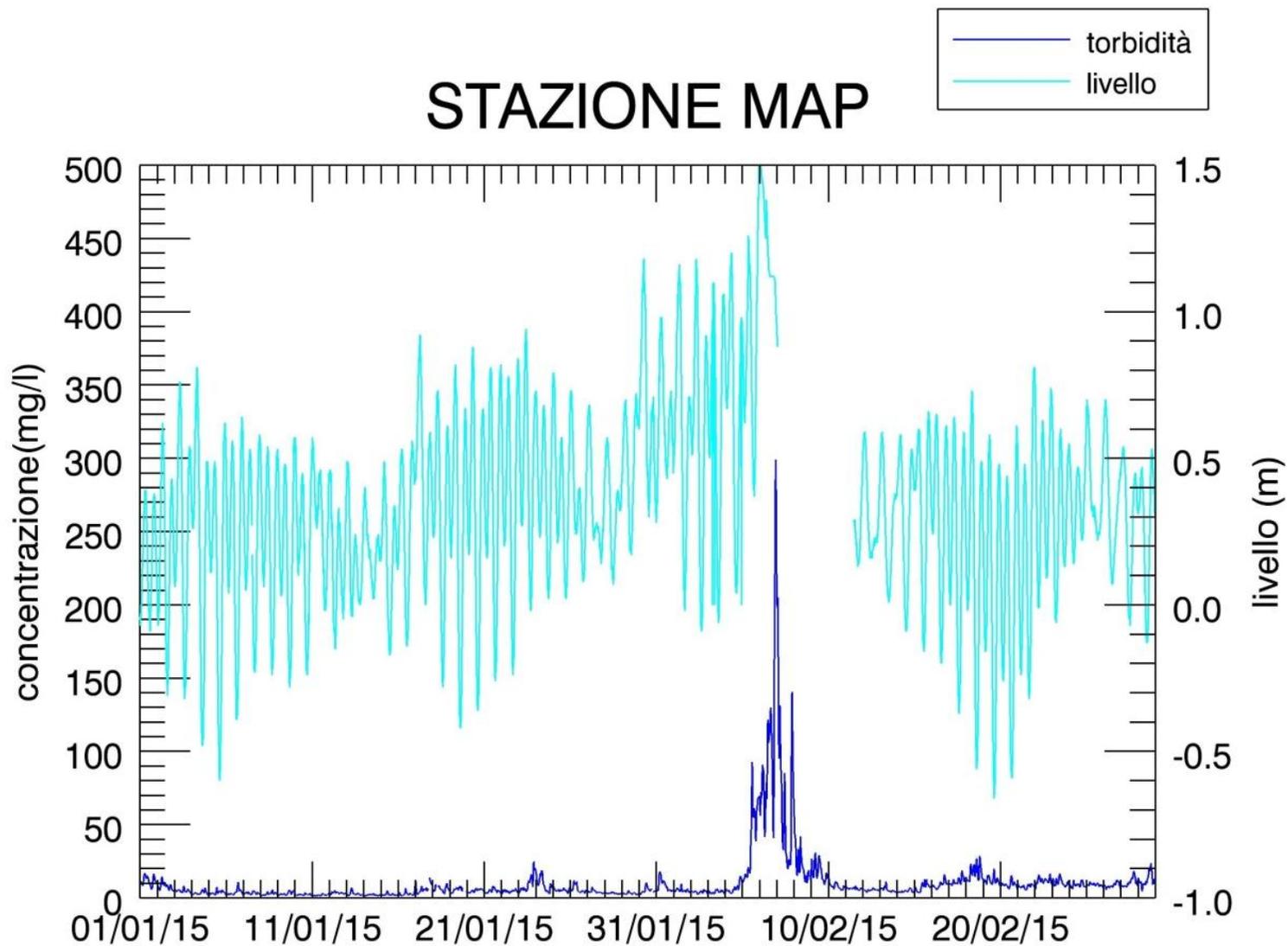


(a)

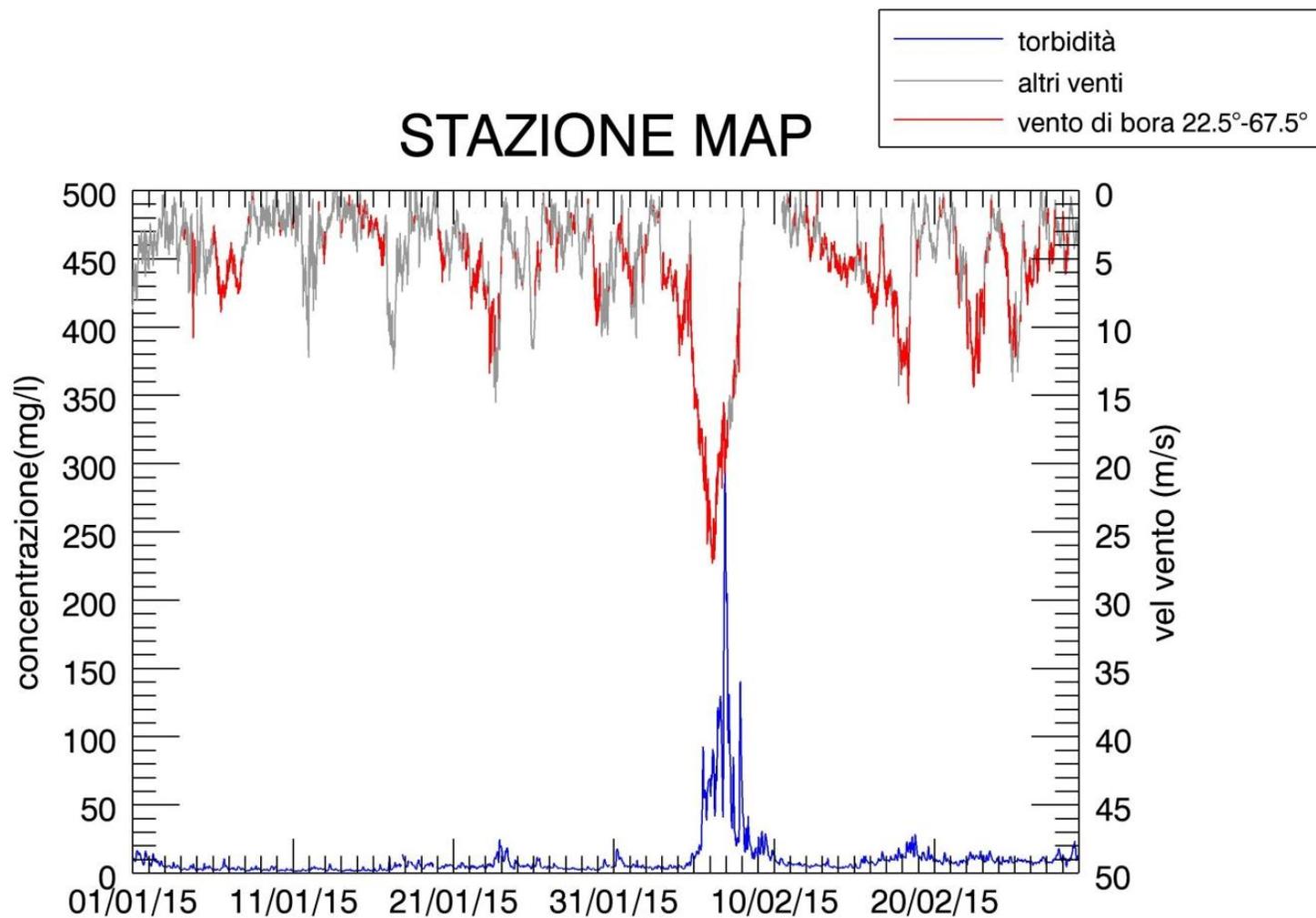


(b)

Figura 5.11. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAP nel periodo novembre-dicembre 2014.

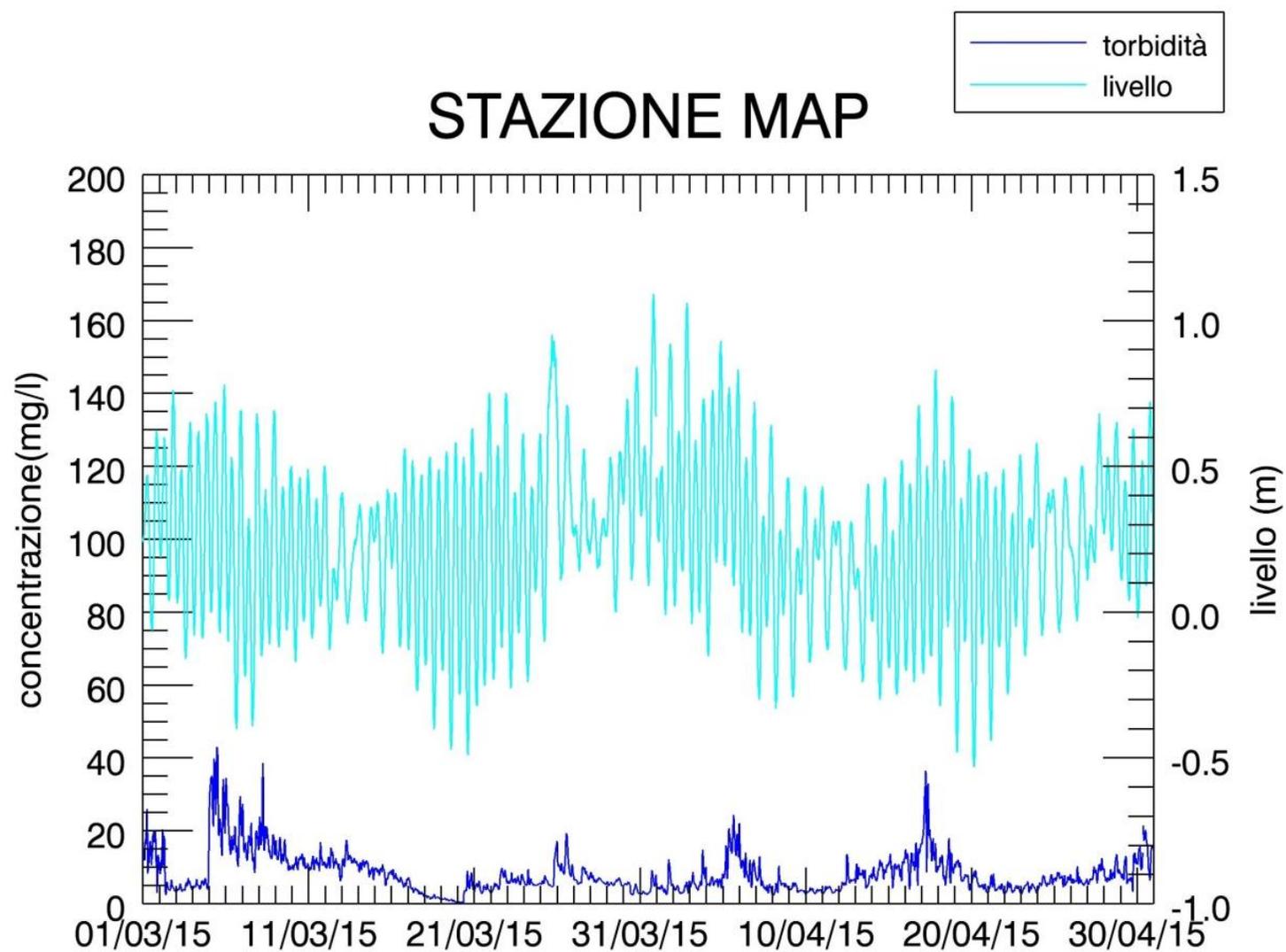


(a)

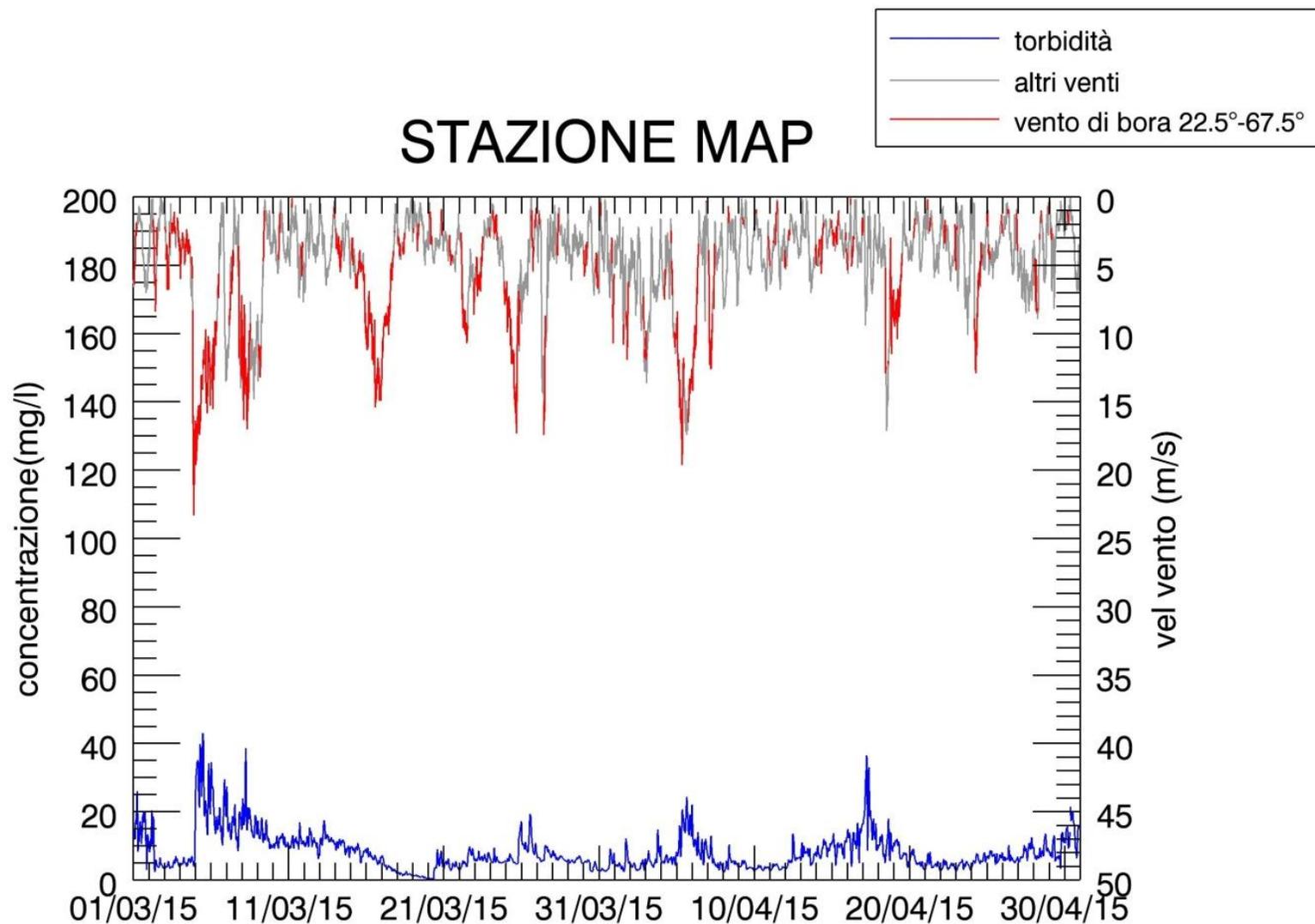


(b)

Figura 5.12. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAP nel periodo gennaio-febbraio 2015.

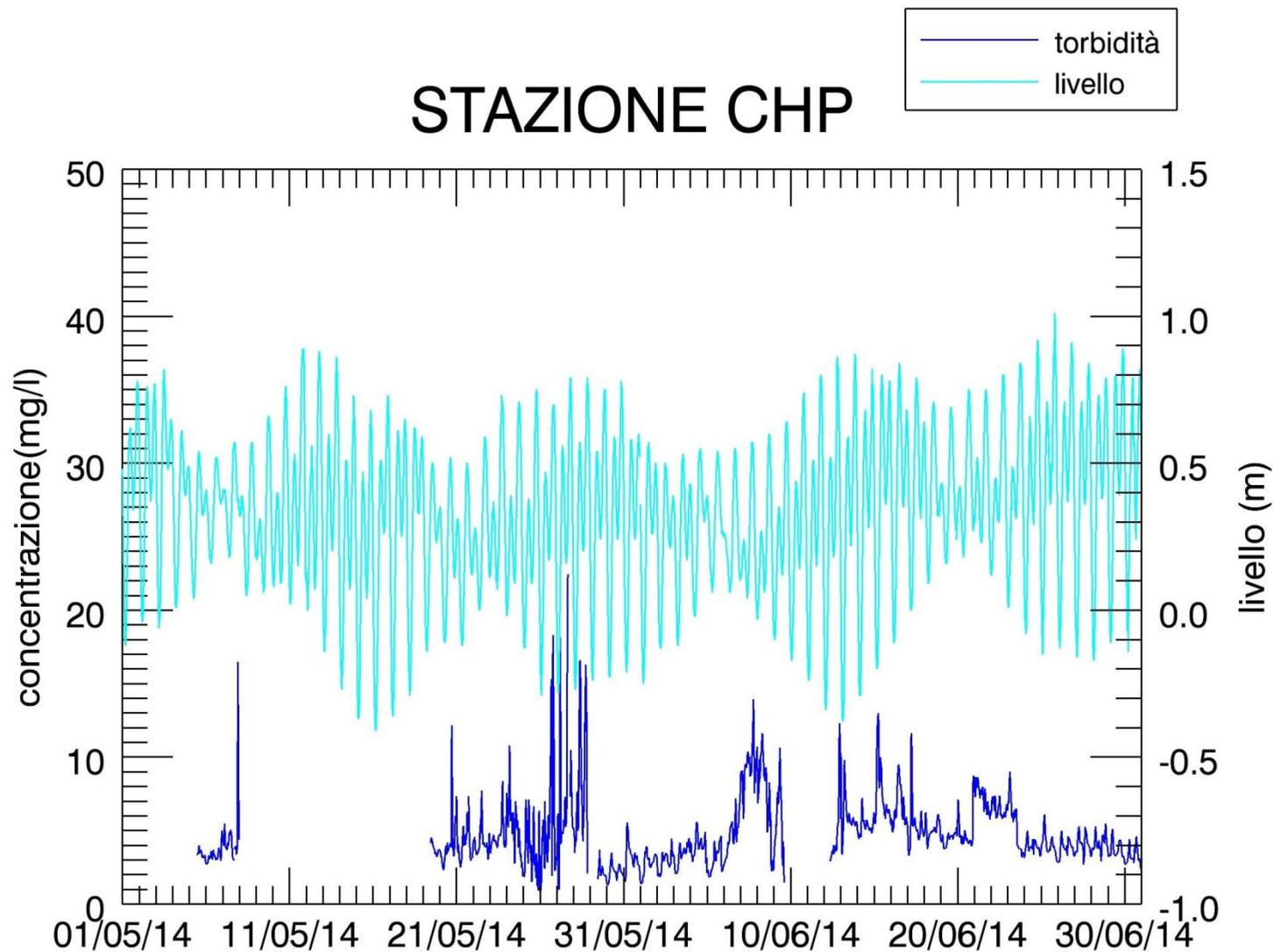


(a)

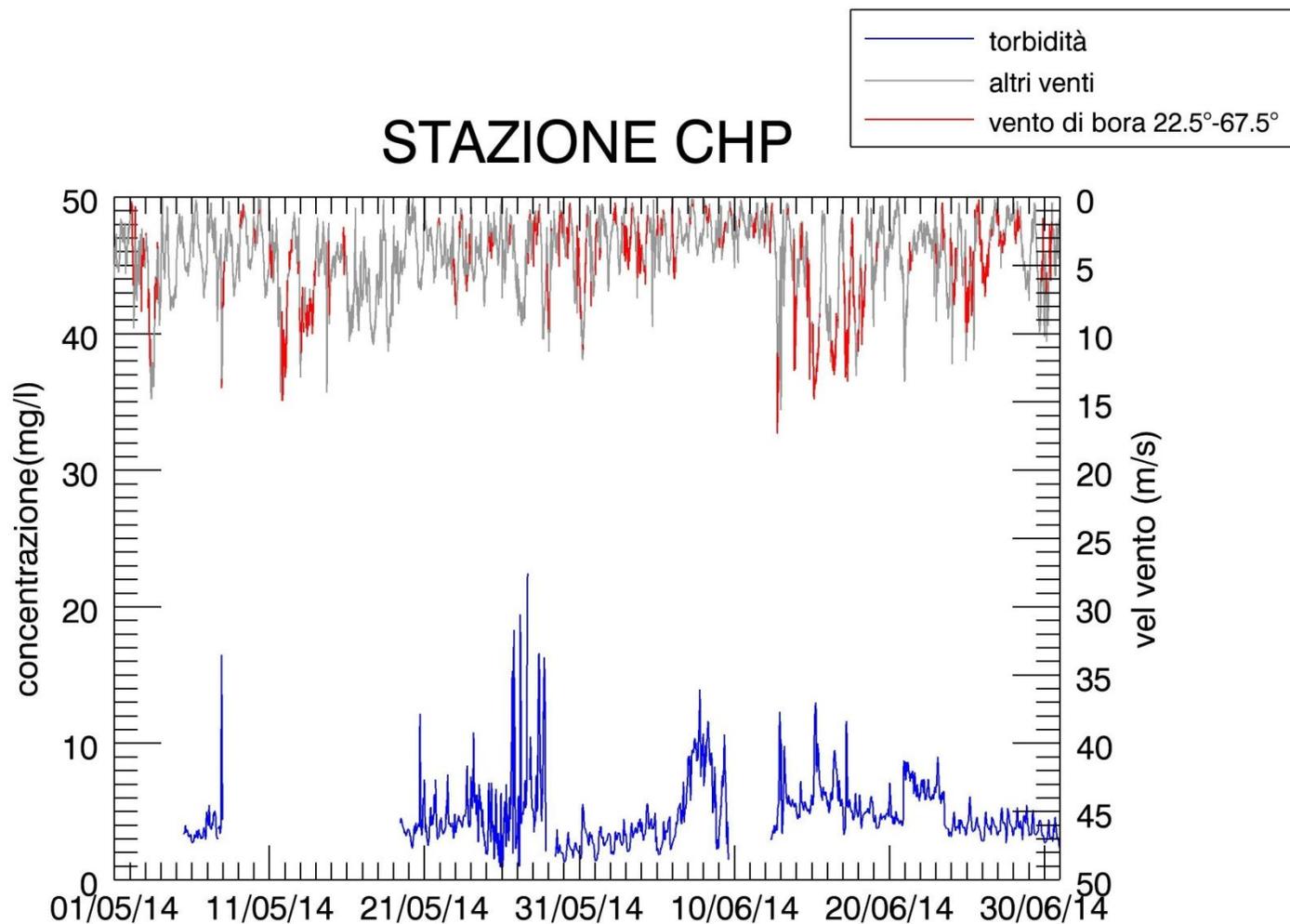


(b)

Figura 5.13. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAP nel periodo marzo-aprile 2015.

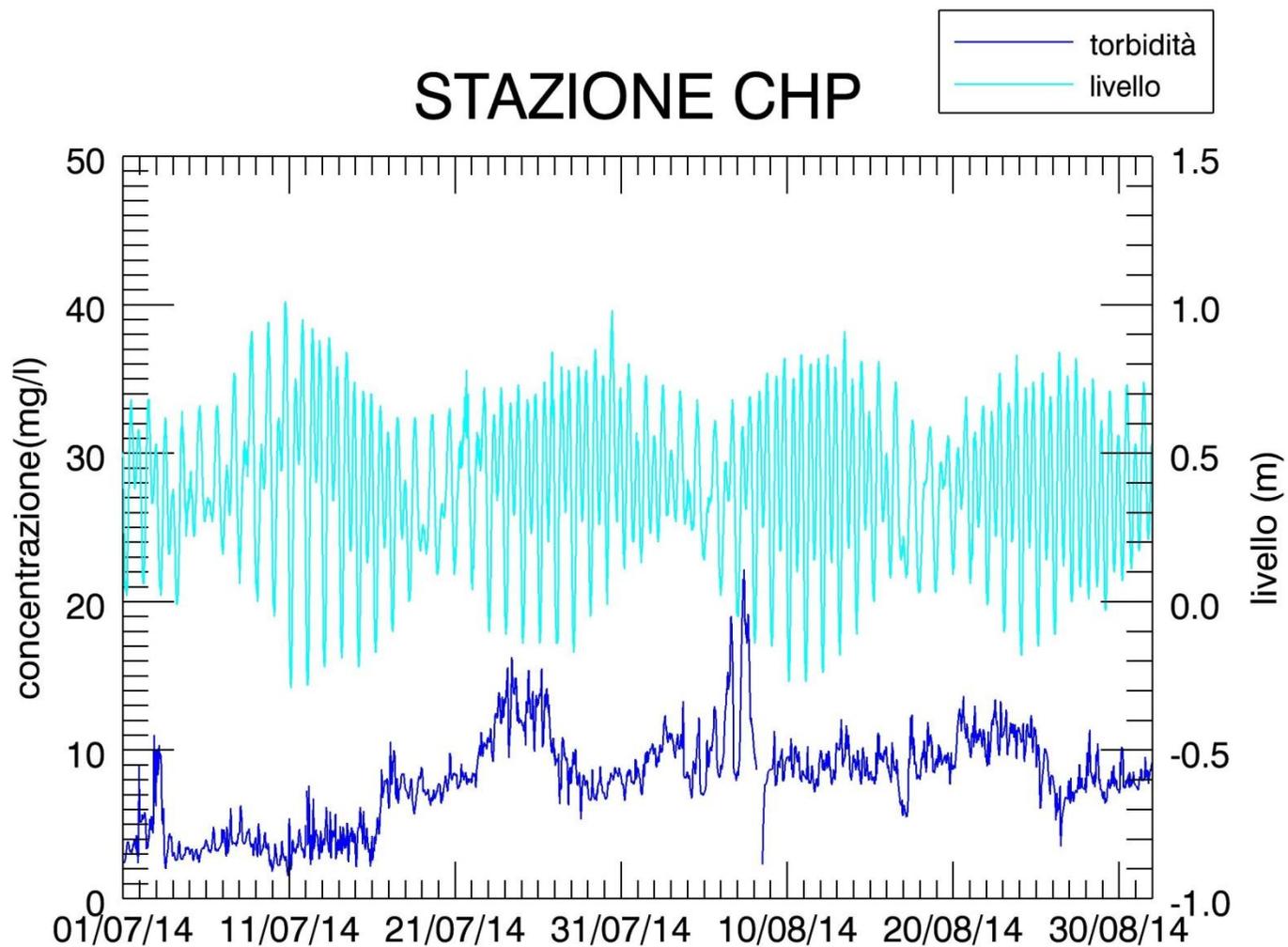


(a)

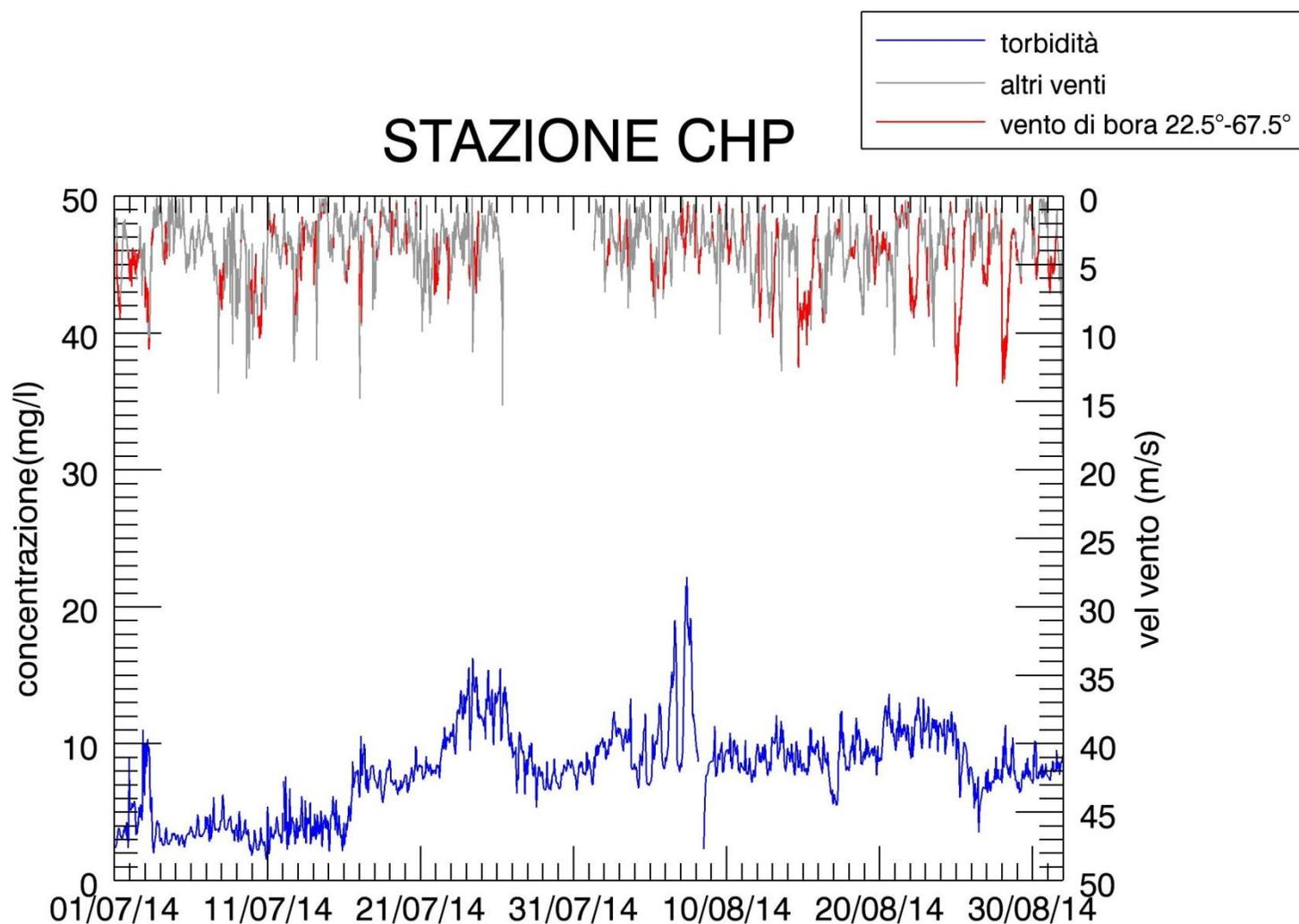


(b)

Figura 5.14. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHP nel periodo maggio-giugno 2014.

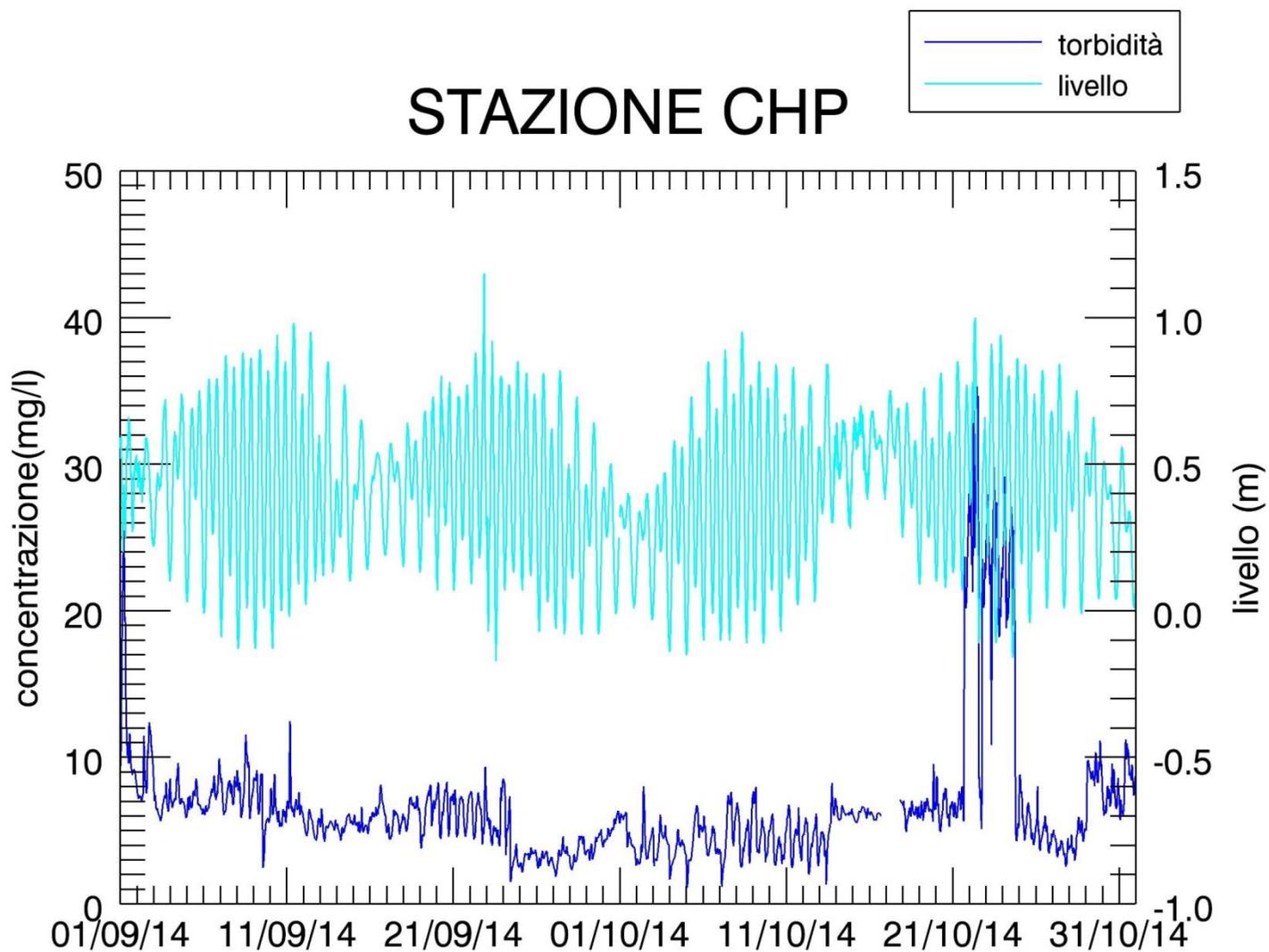


(a)

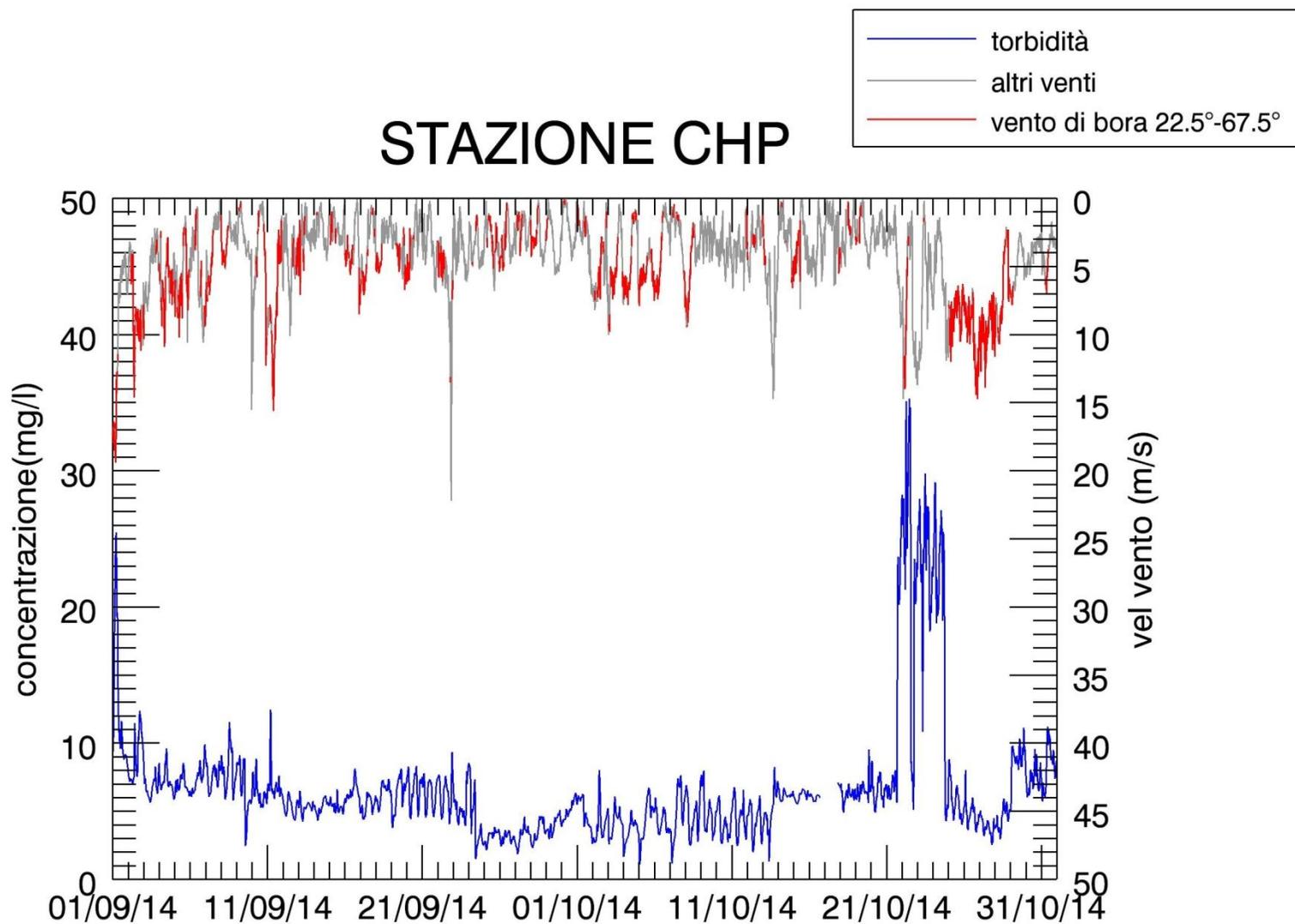


(b)

Figura 5.15. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHP nel periodo luglio-agosto 2014.

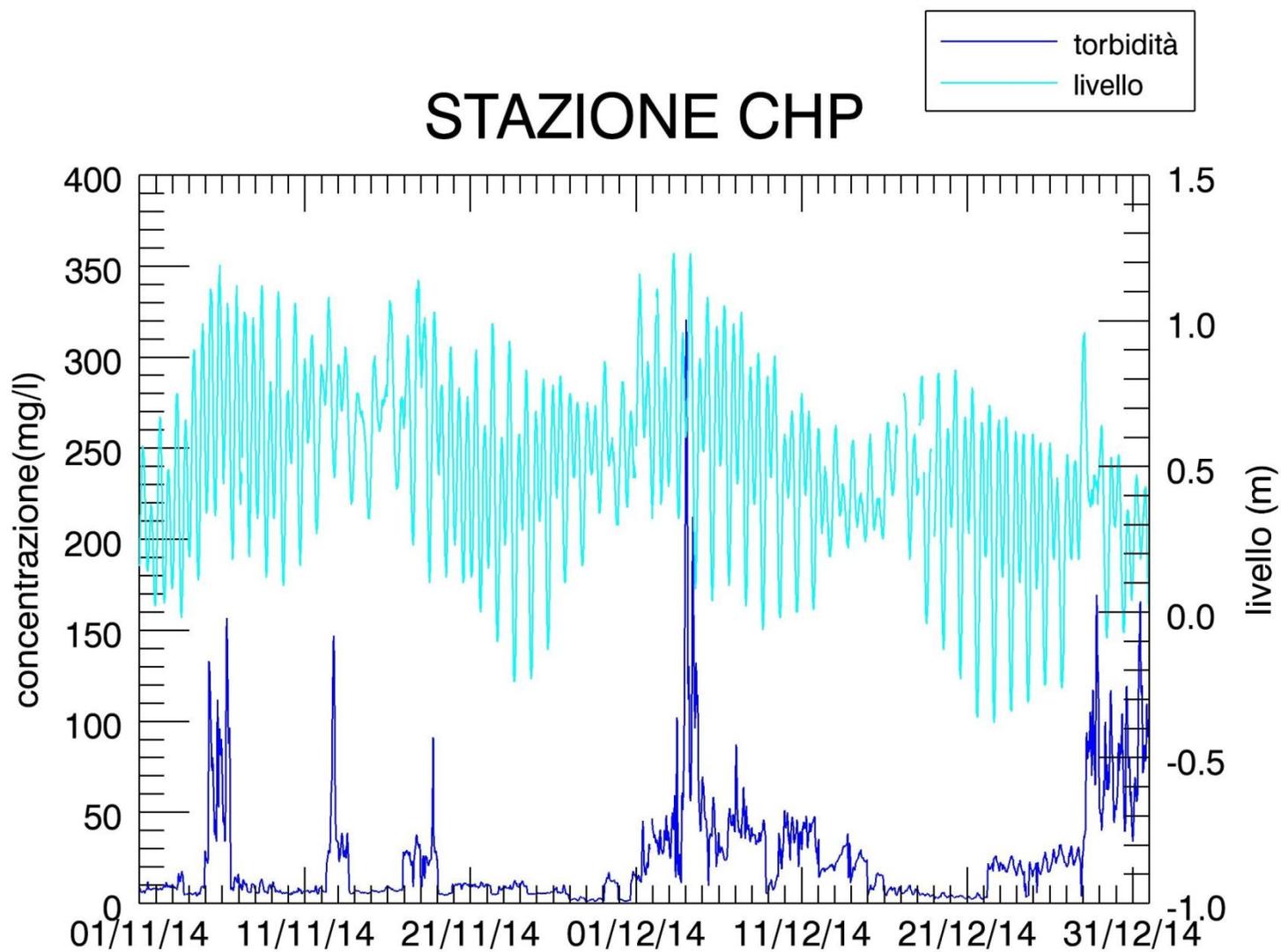


(a)

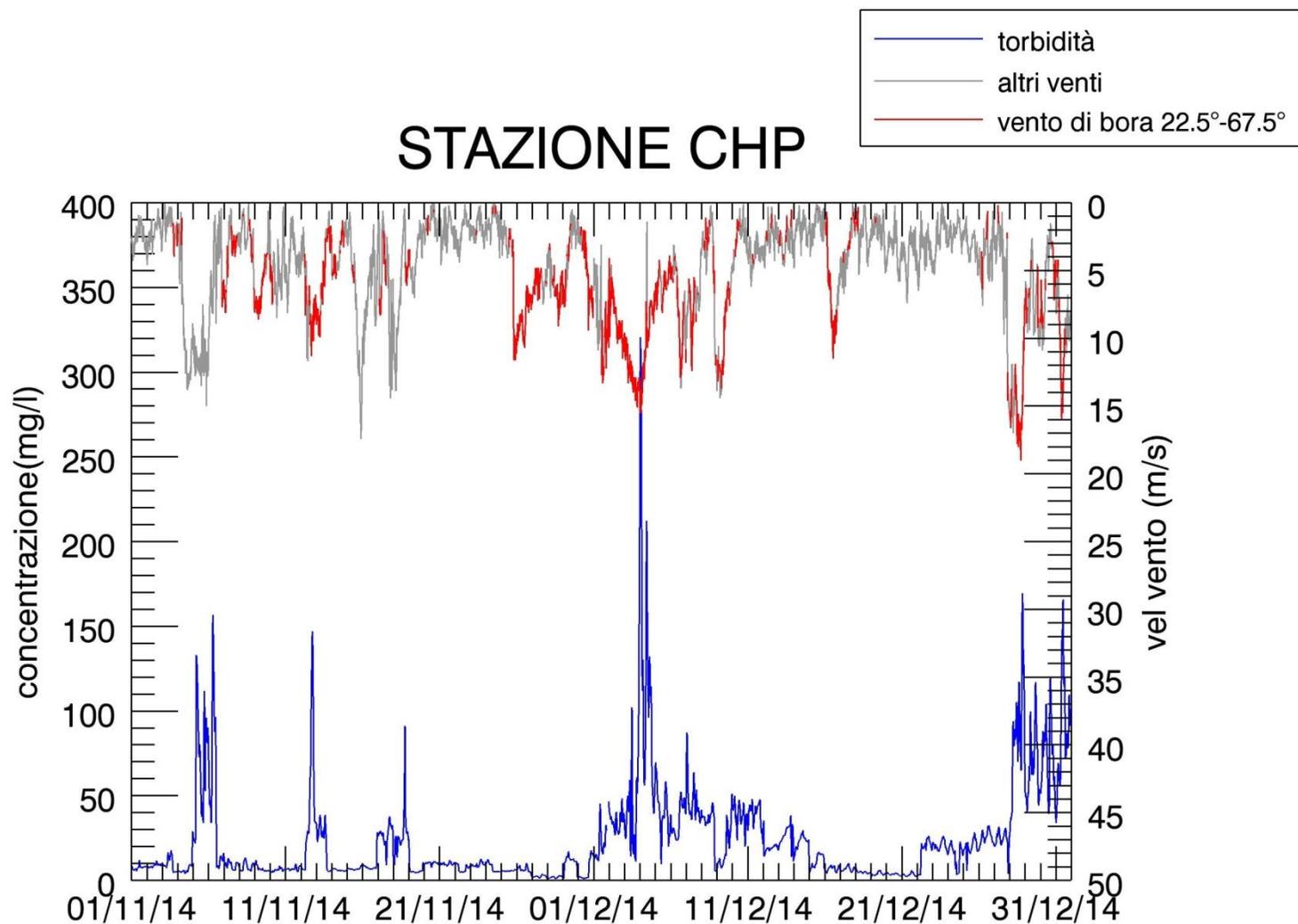


(b)

Figura 5.16. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHP nel periodo settembre-ottobre 2014.

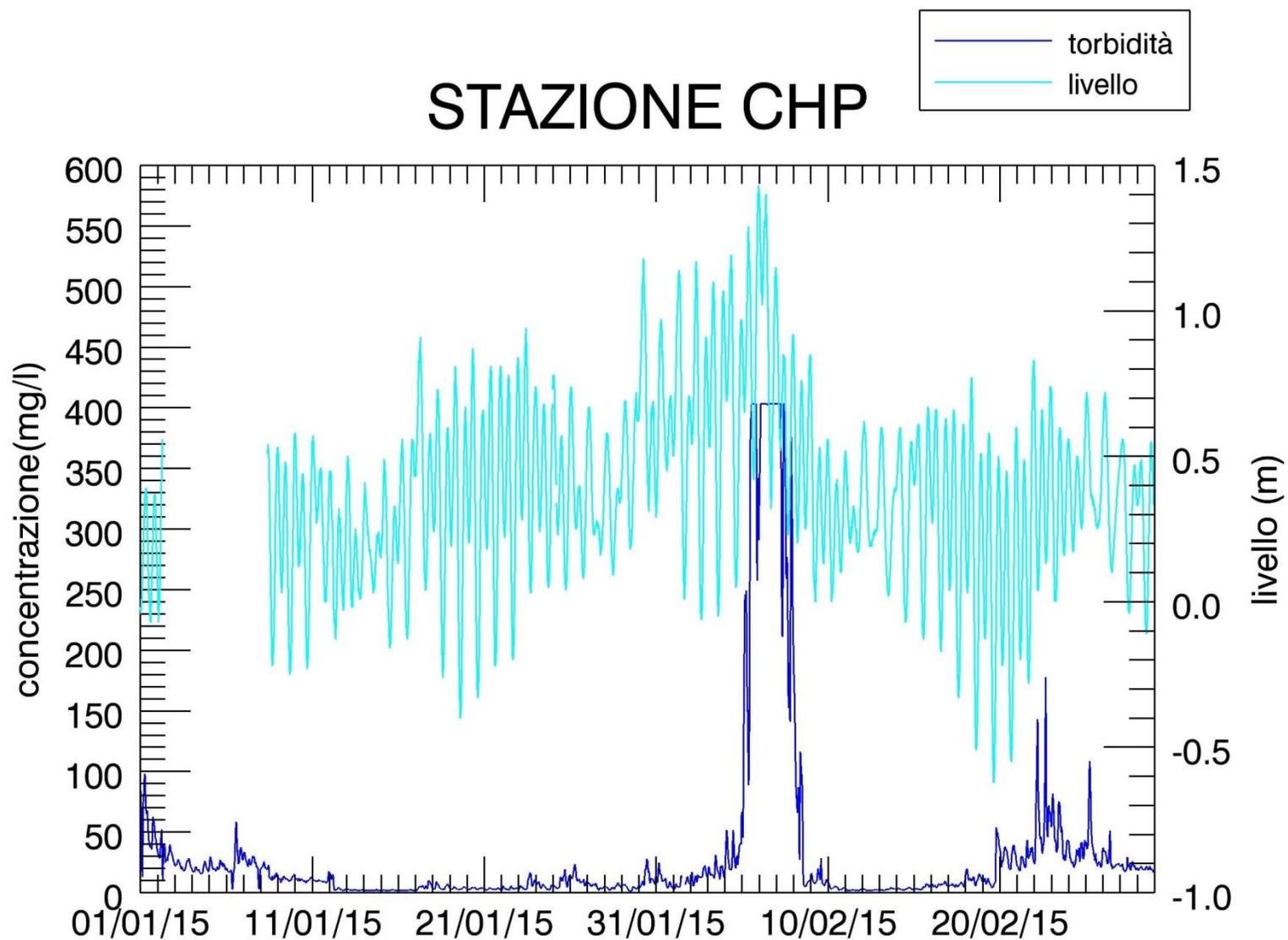


(a)

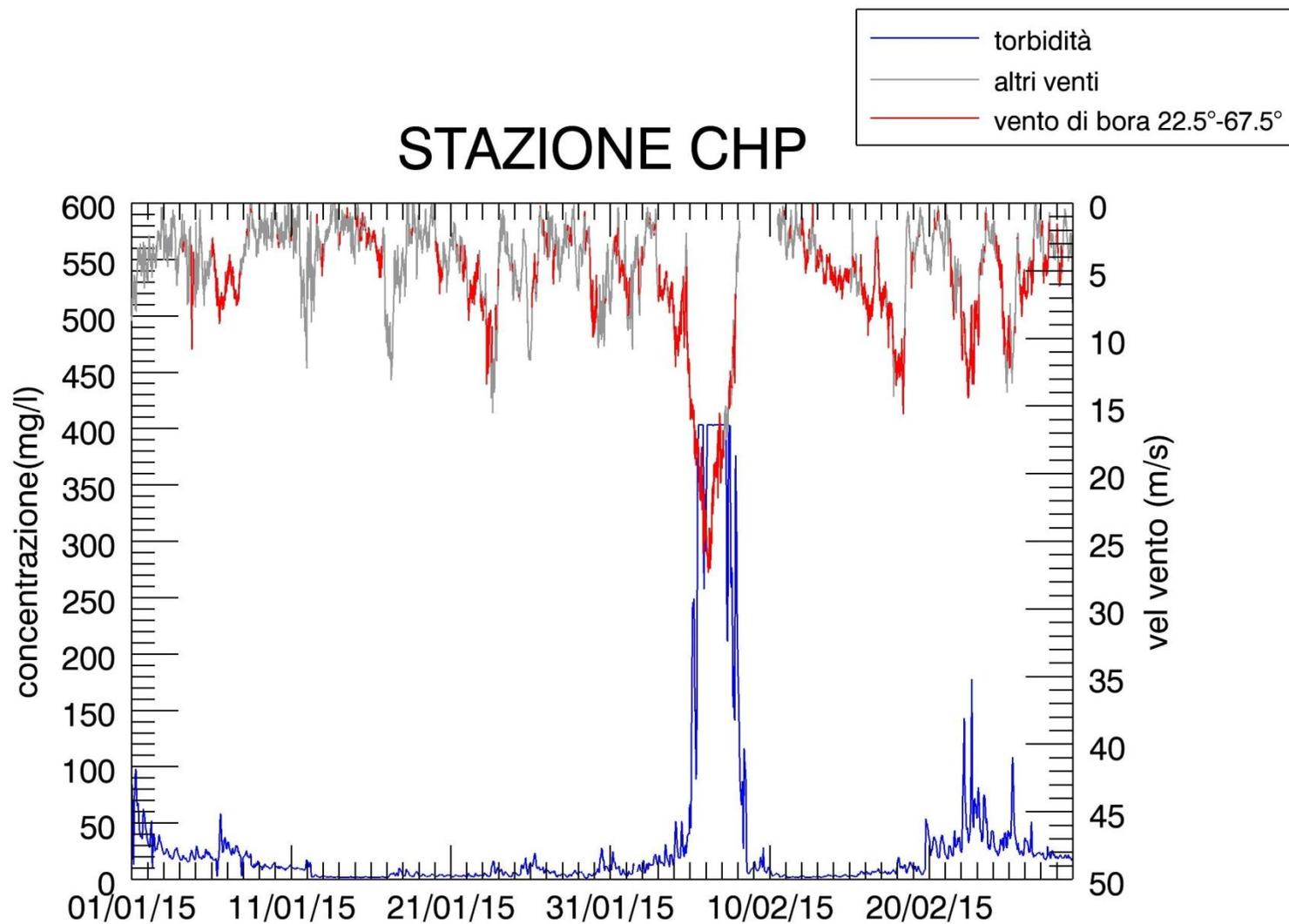


(b)

Figura 5.17. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHP nel periodo novembre-dicembre 2014.

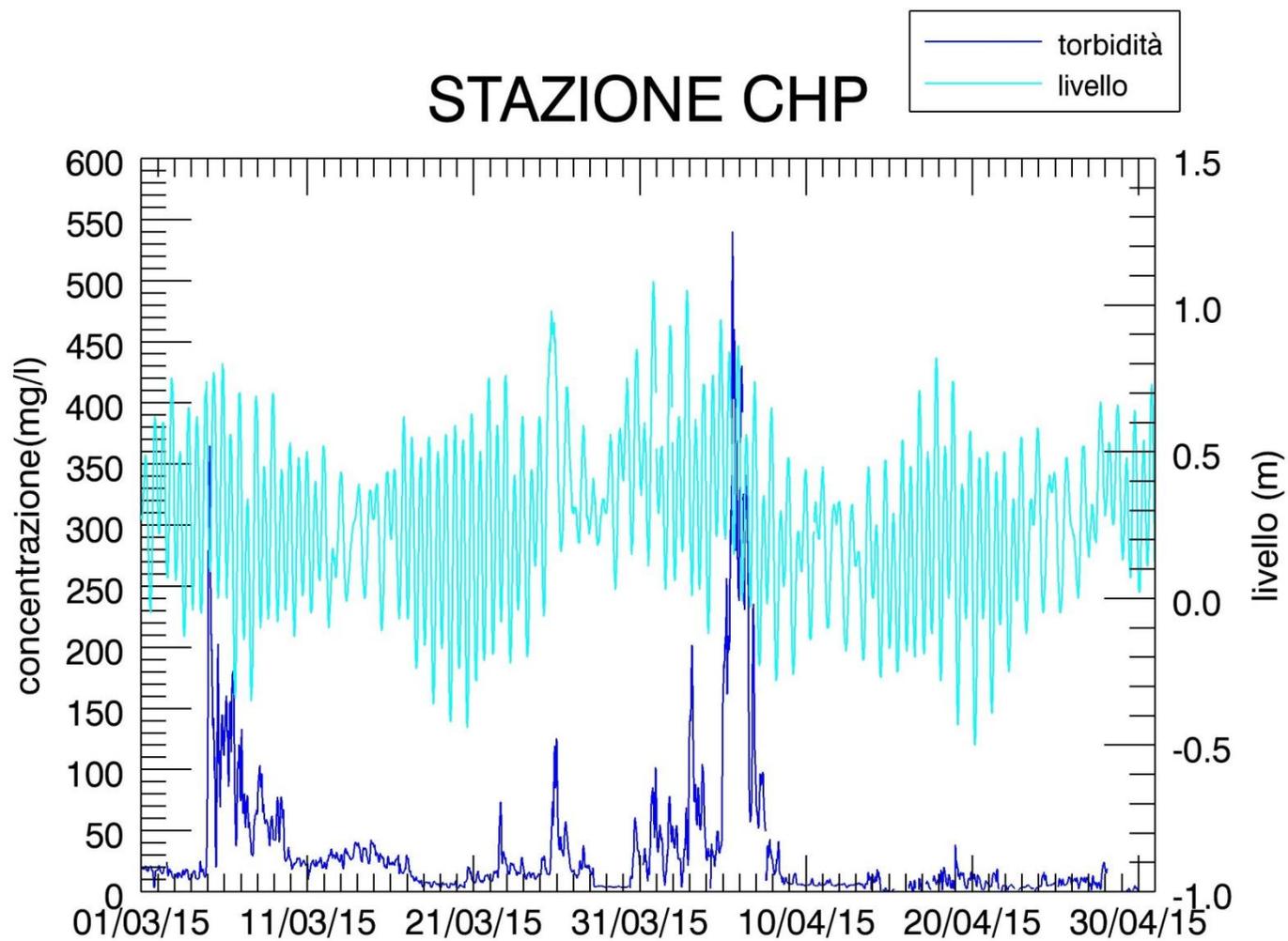


(a)

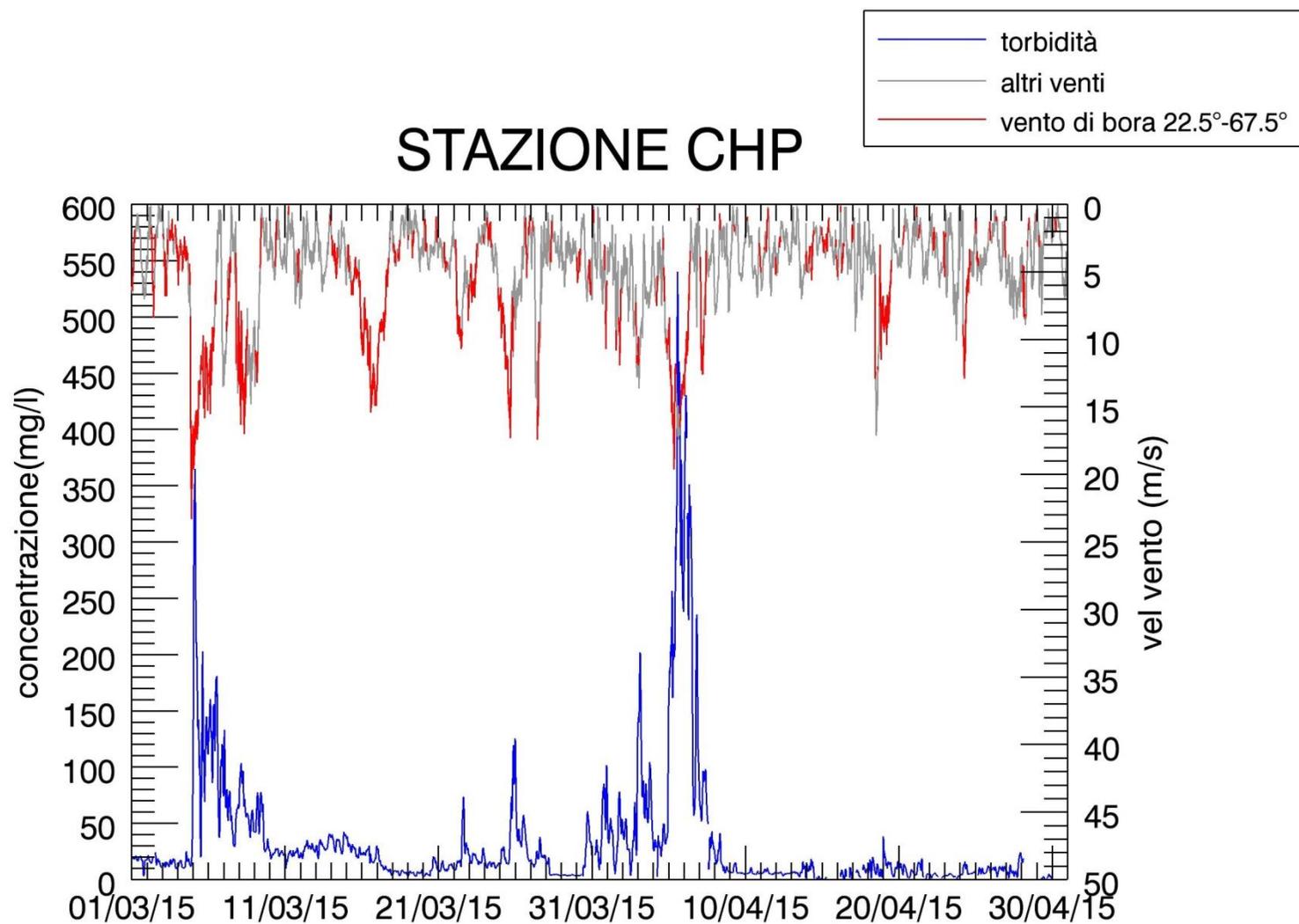


(b)

Figura 5.18. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHP nel periodo gennaio-febbraio 2015.

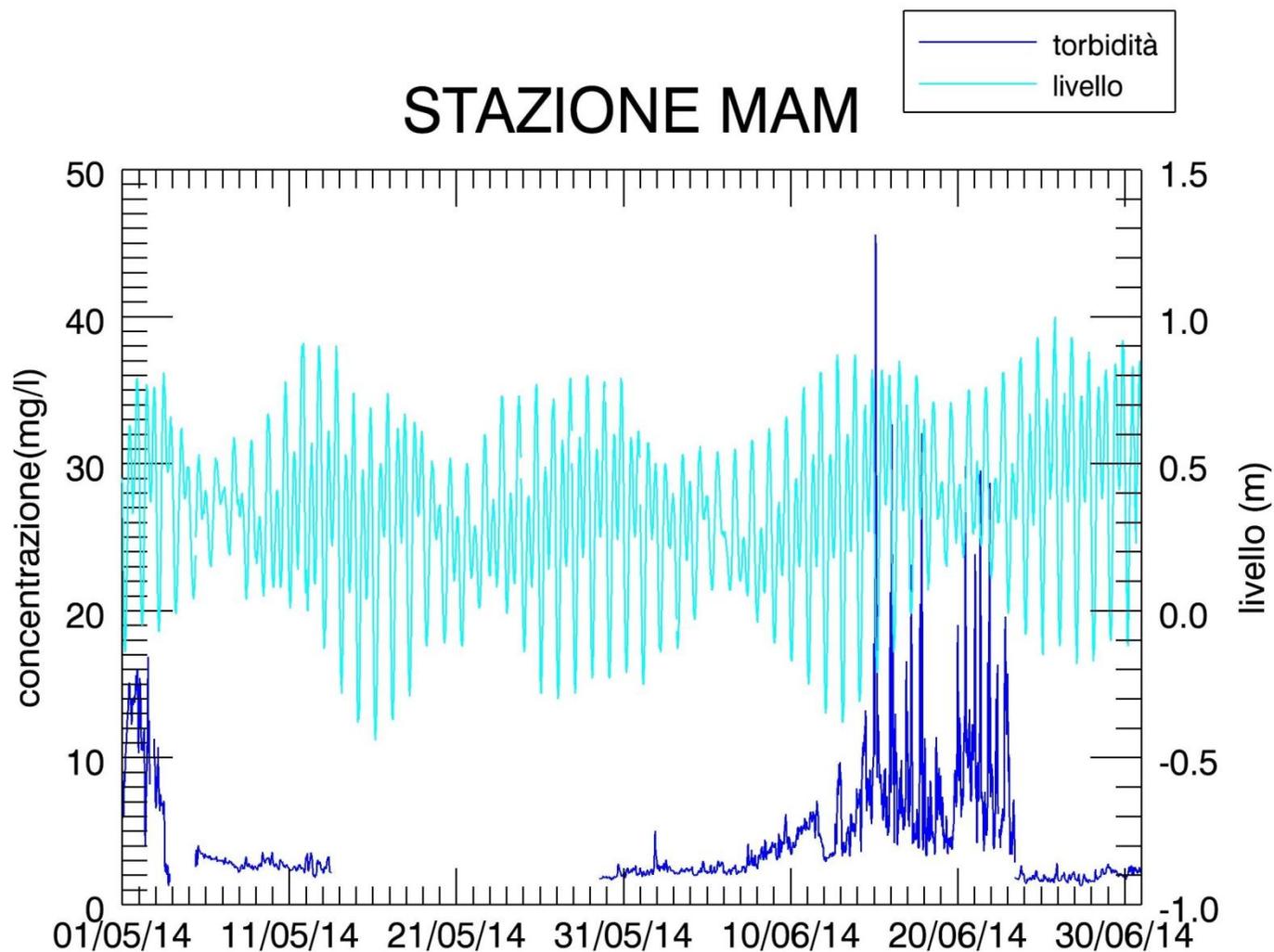


(a)

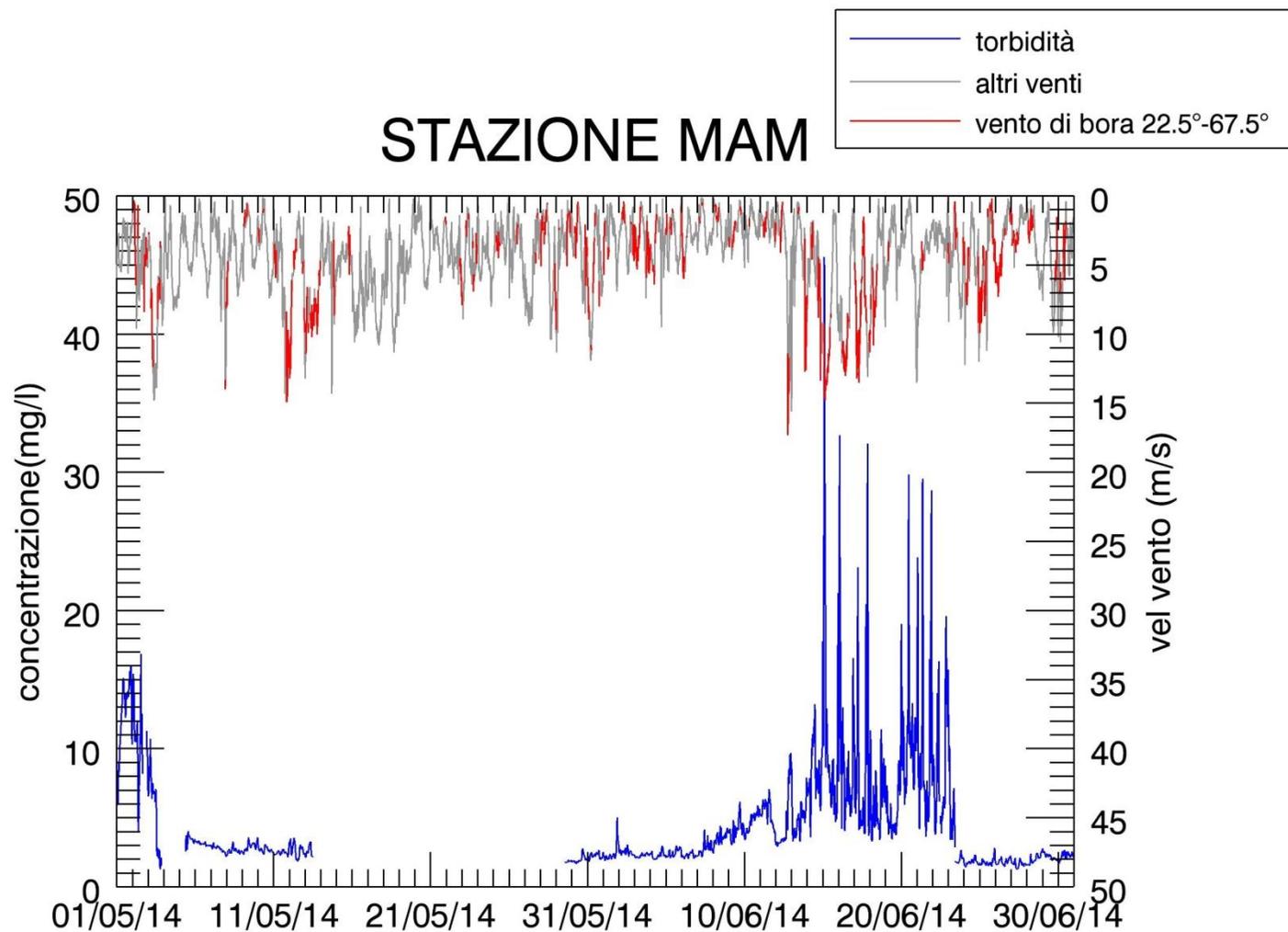


(b)

Figura 5.19. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHP nel periodo marzo-aprile 2015.

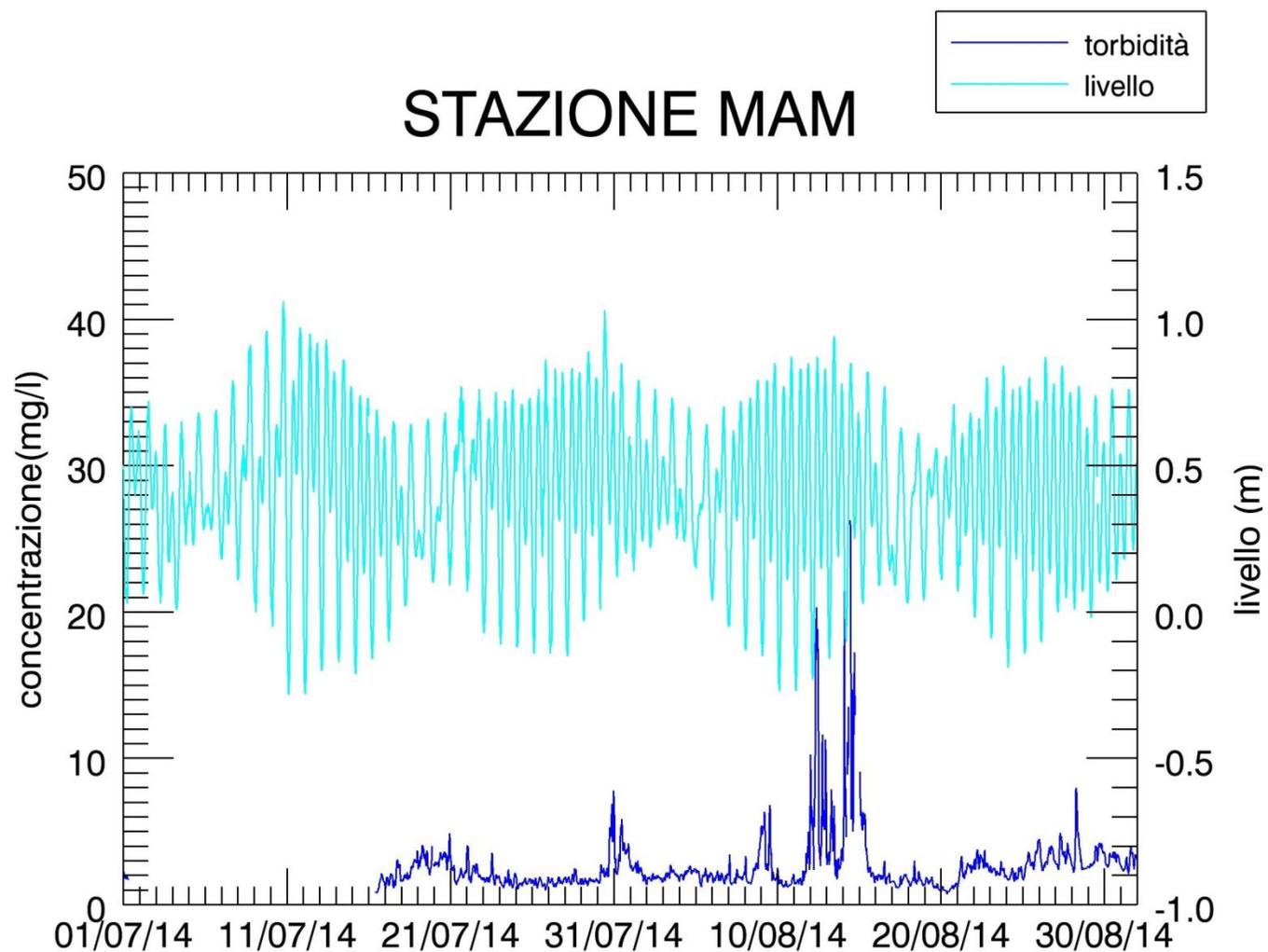


(a)

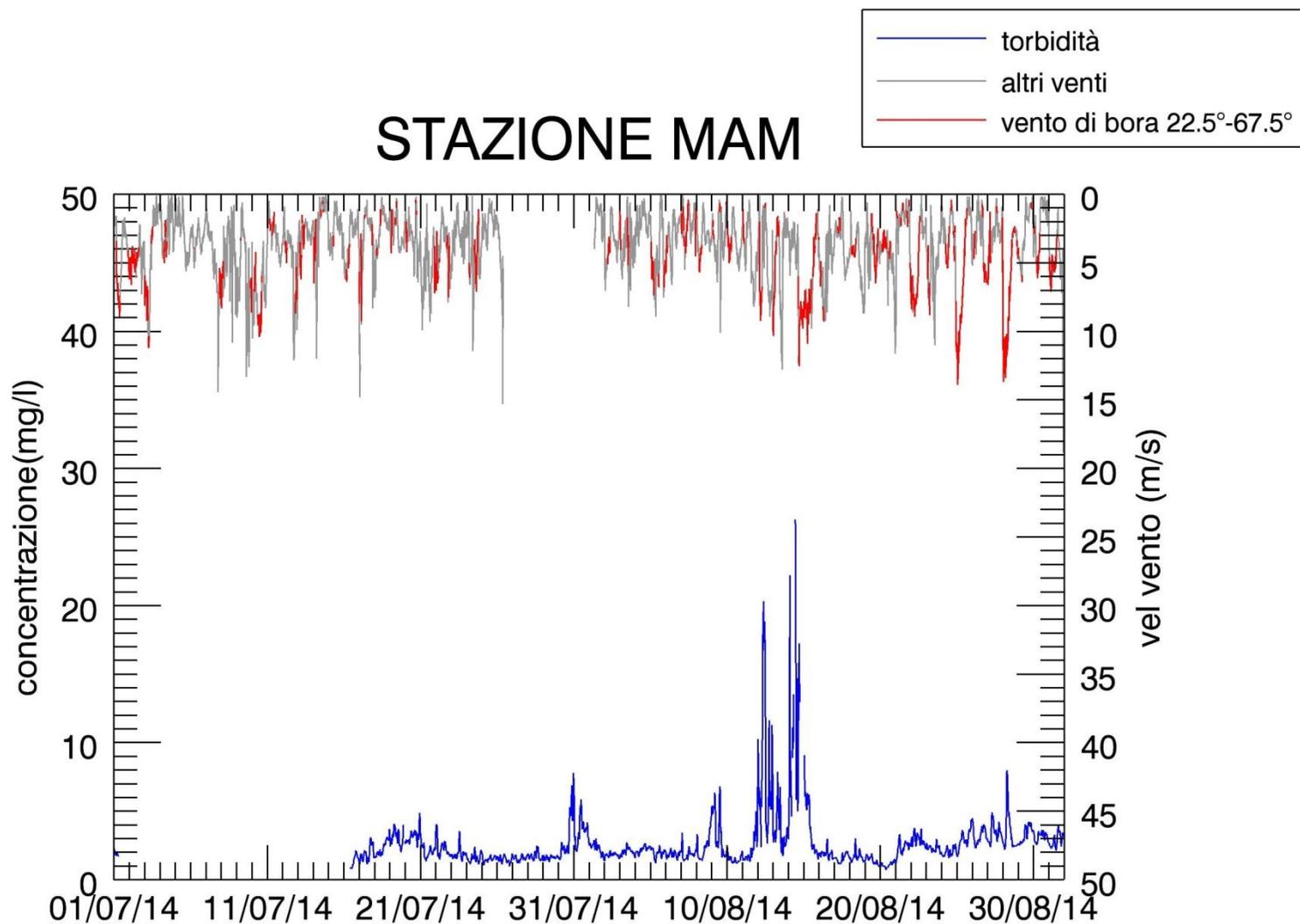


(b)

Figura 5.20. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAM nel periodo maggio-giugno 2014.

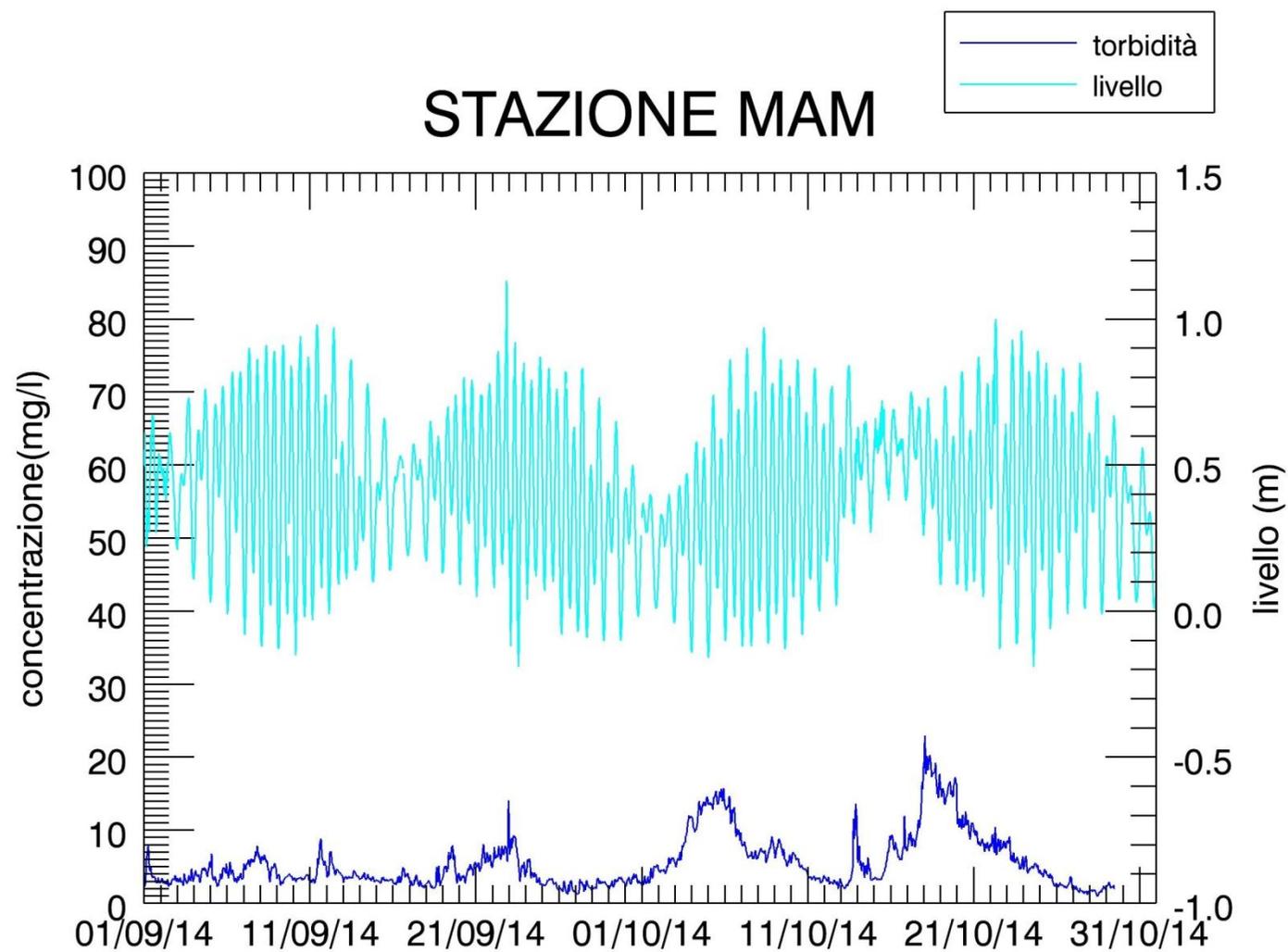


(a)

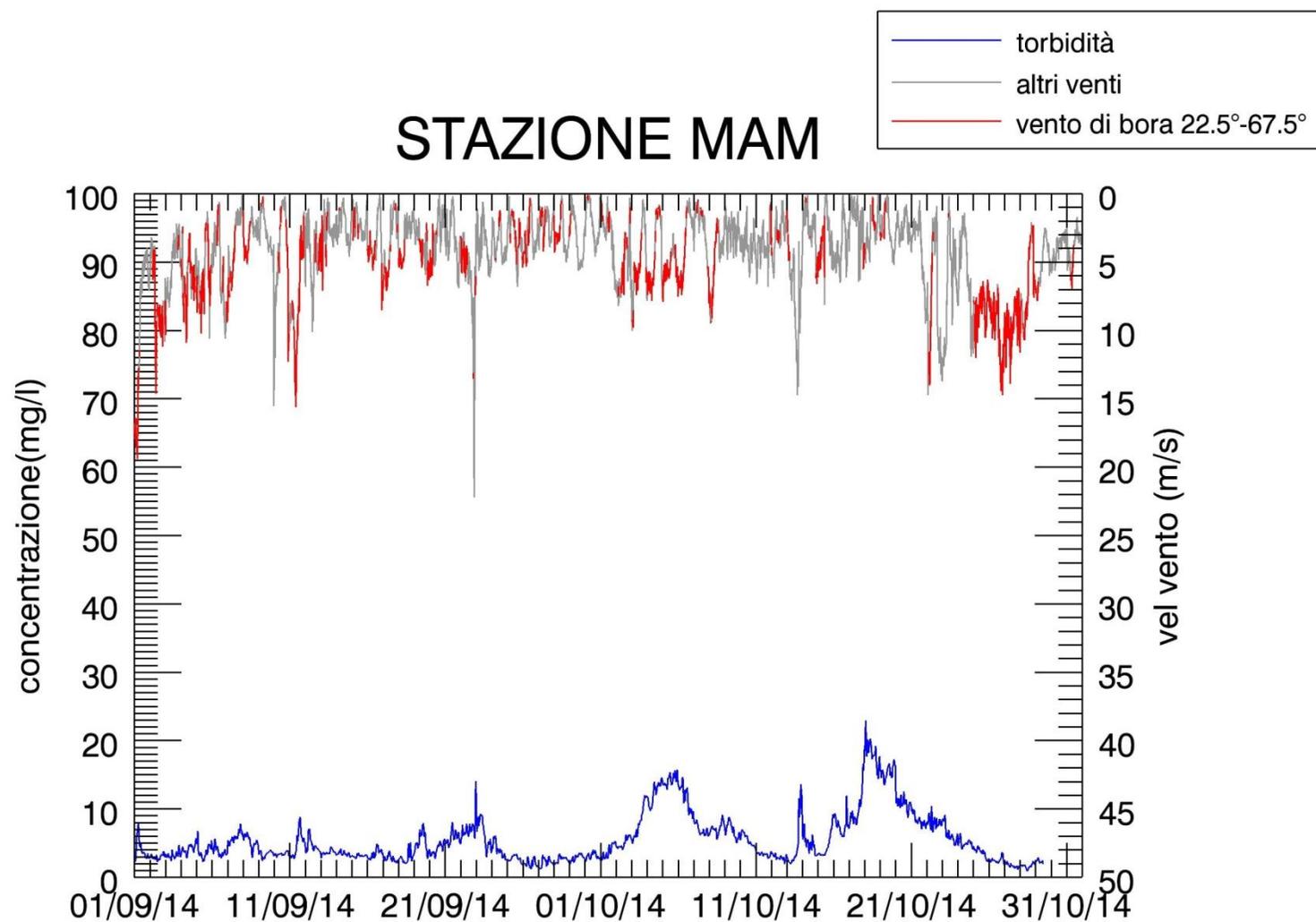


(b)

Figura 5.21. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAM nel periodo luglio -agosto 2014

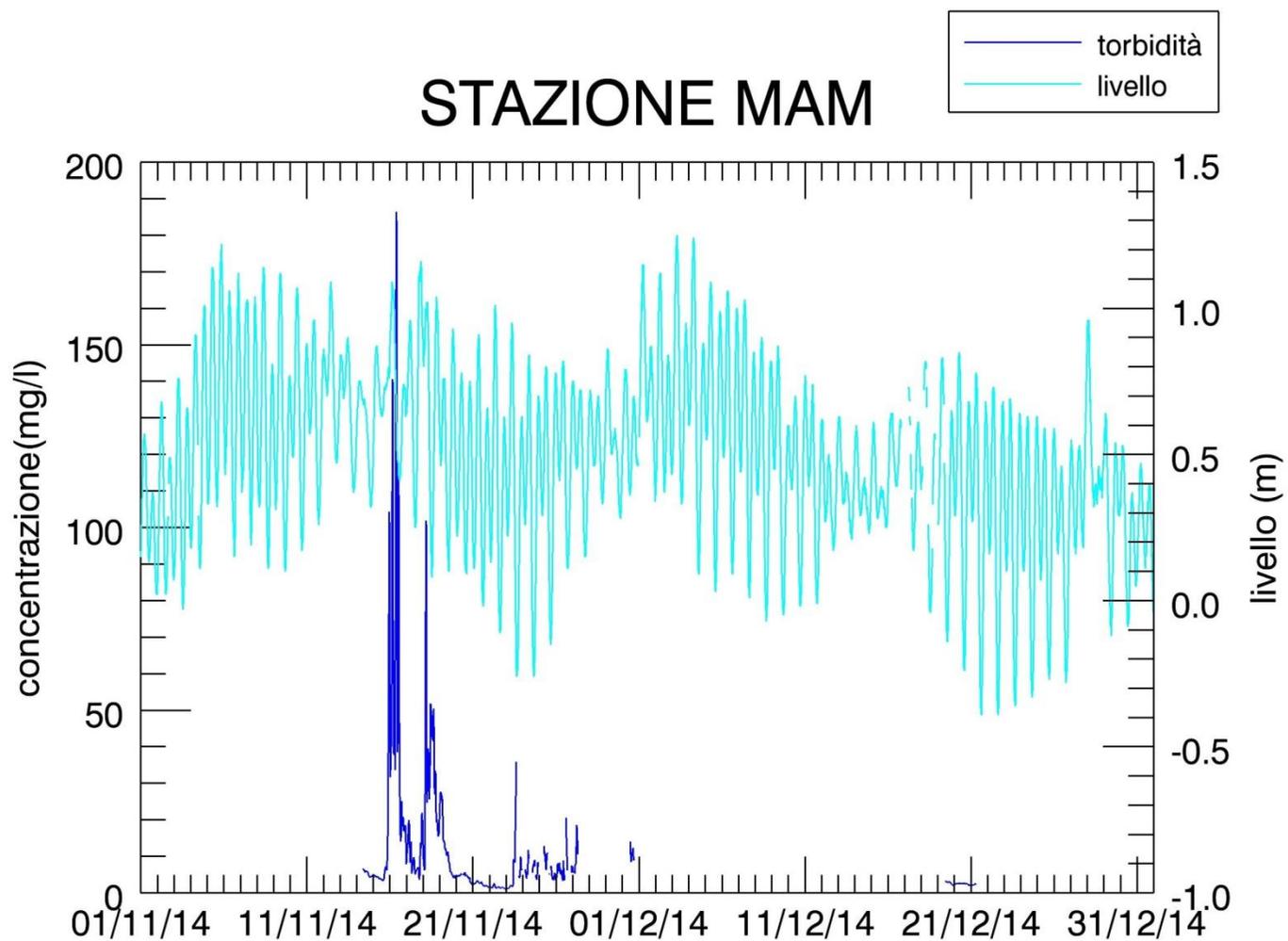


(a)

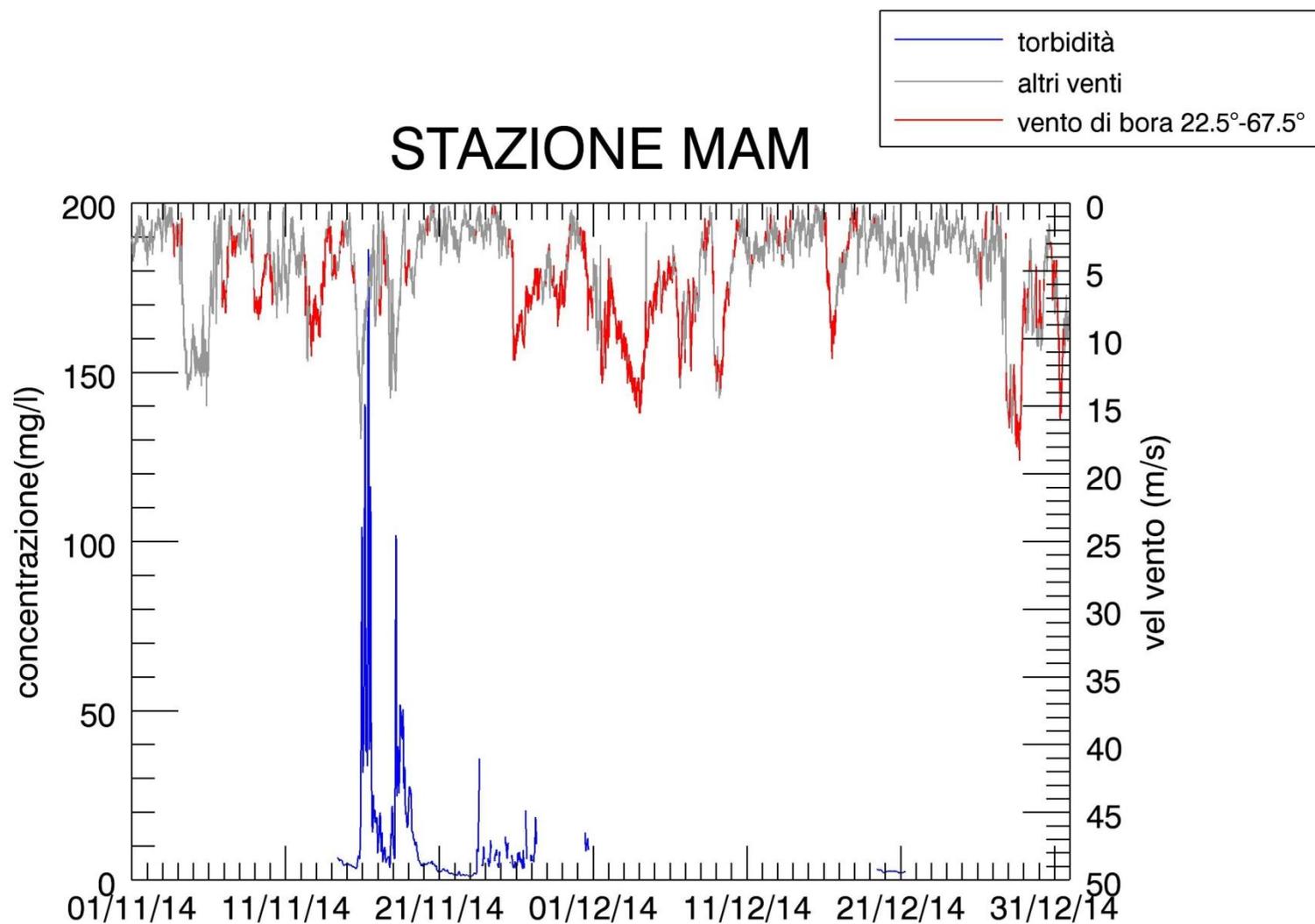


(b)

Figura 5.22. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAM nel periodo settembre-ottobre 2014.

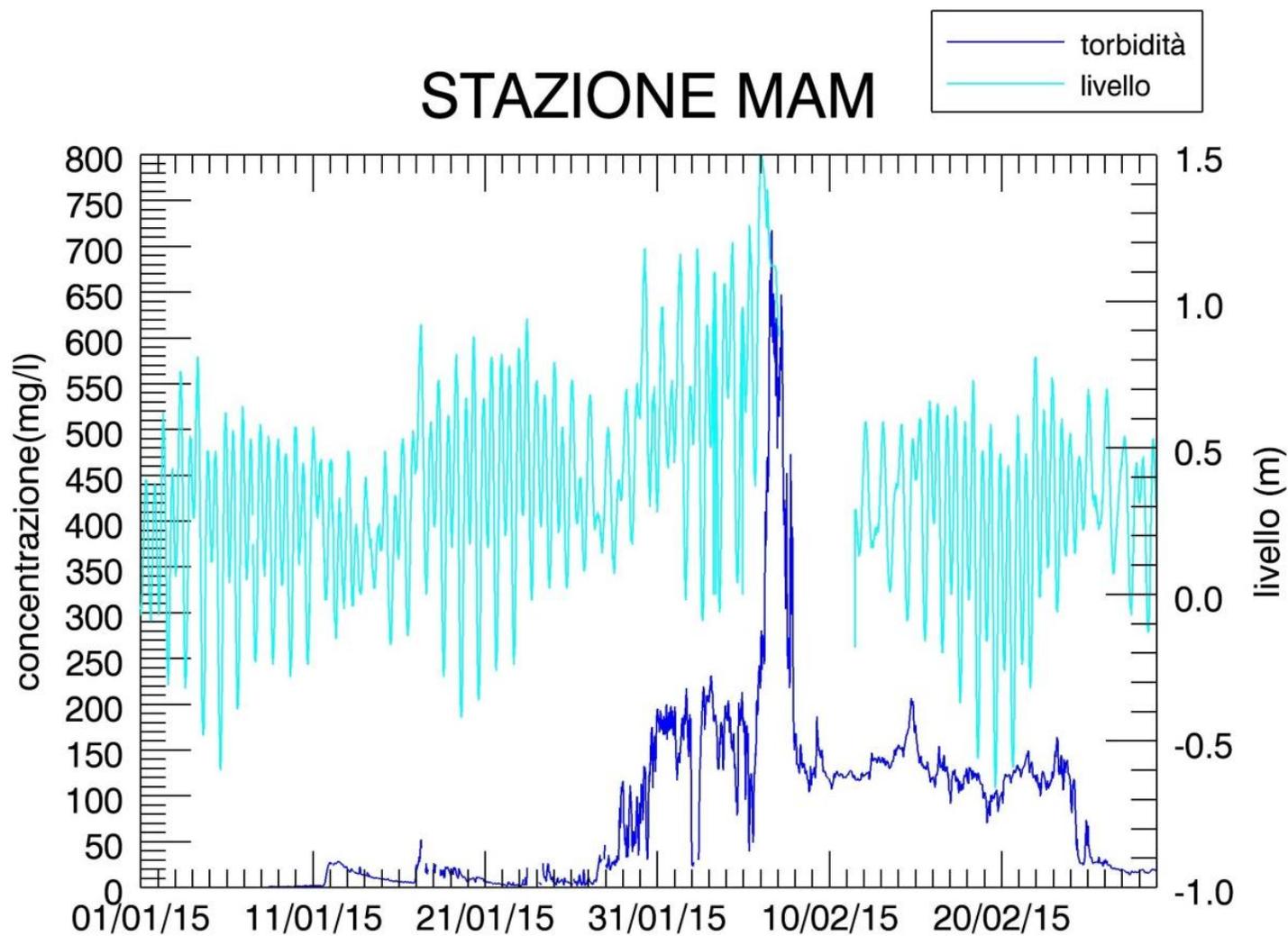


(a)

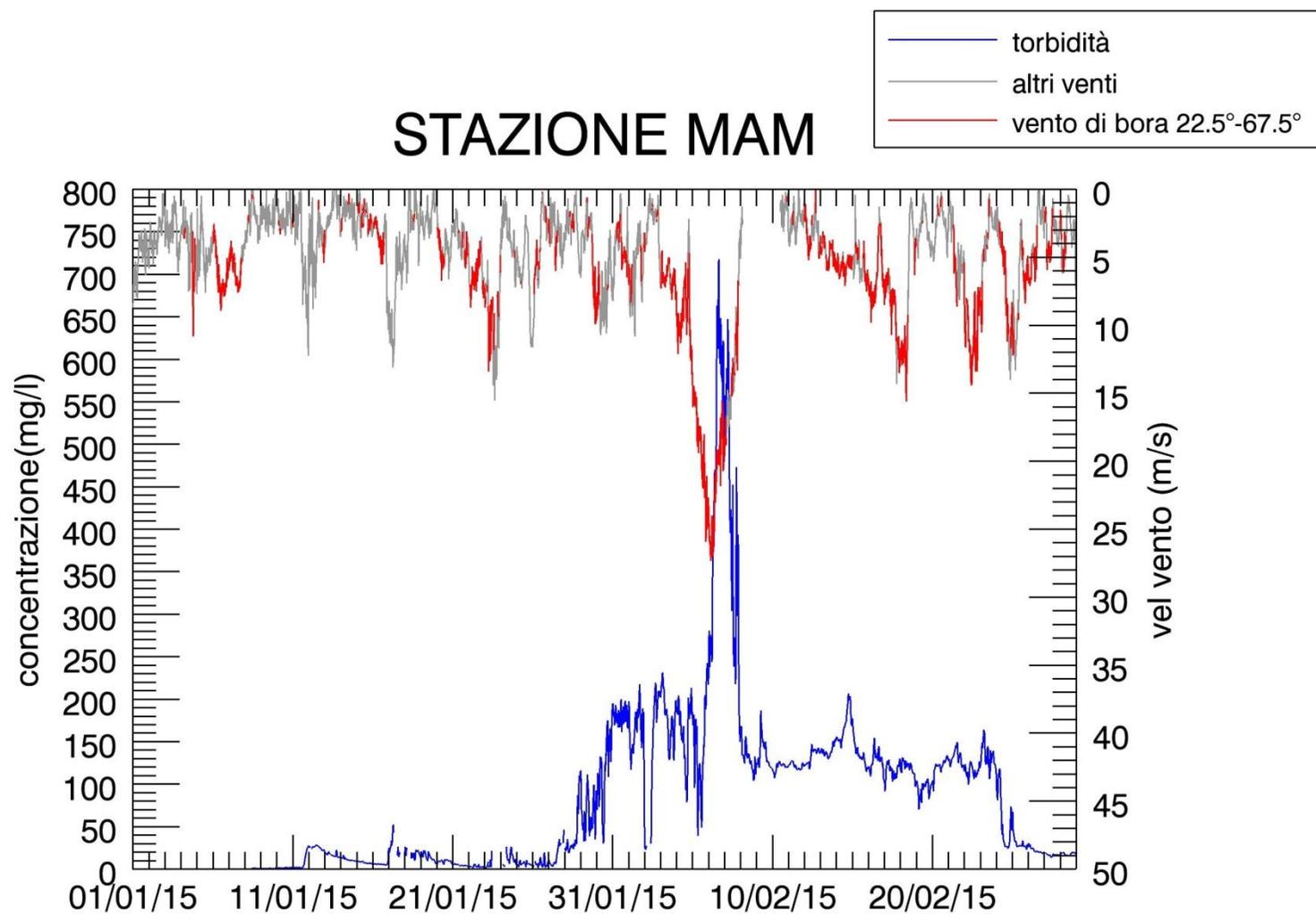


(b)

Figura 5.23. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAM nel periodo novembre-dicembre 2014.

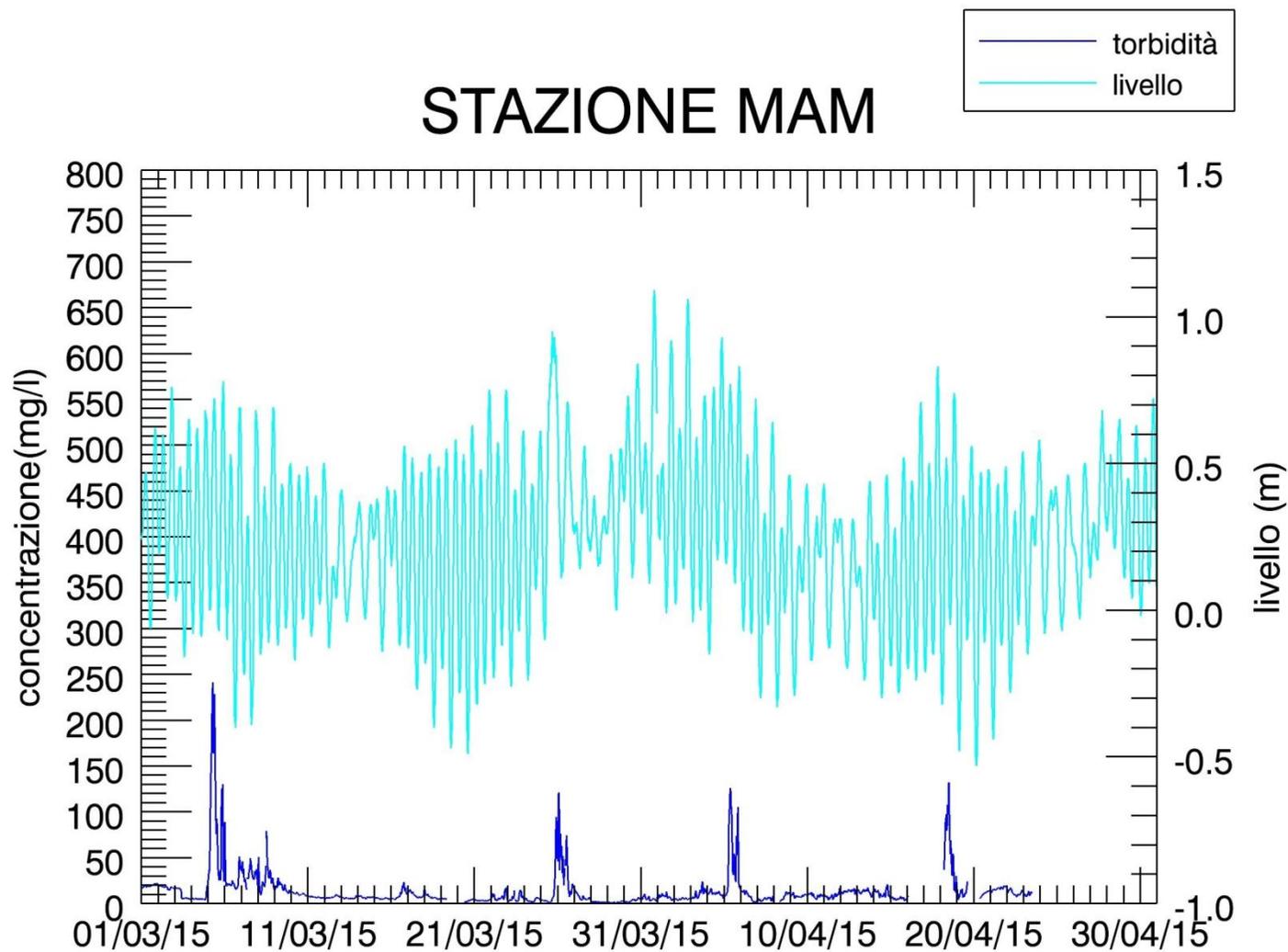


(a)

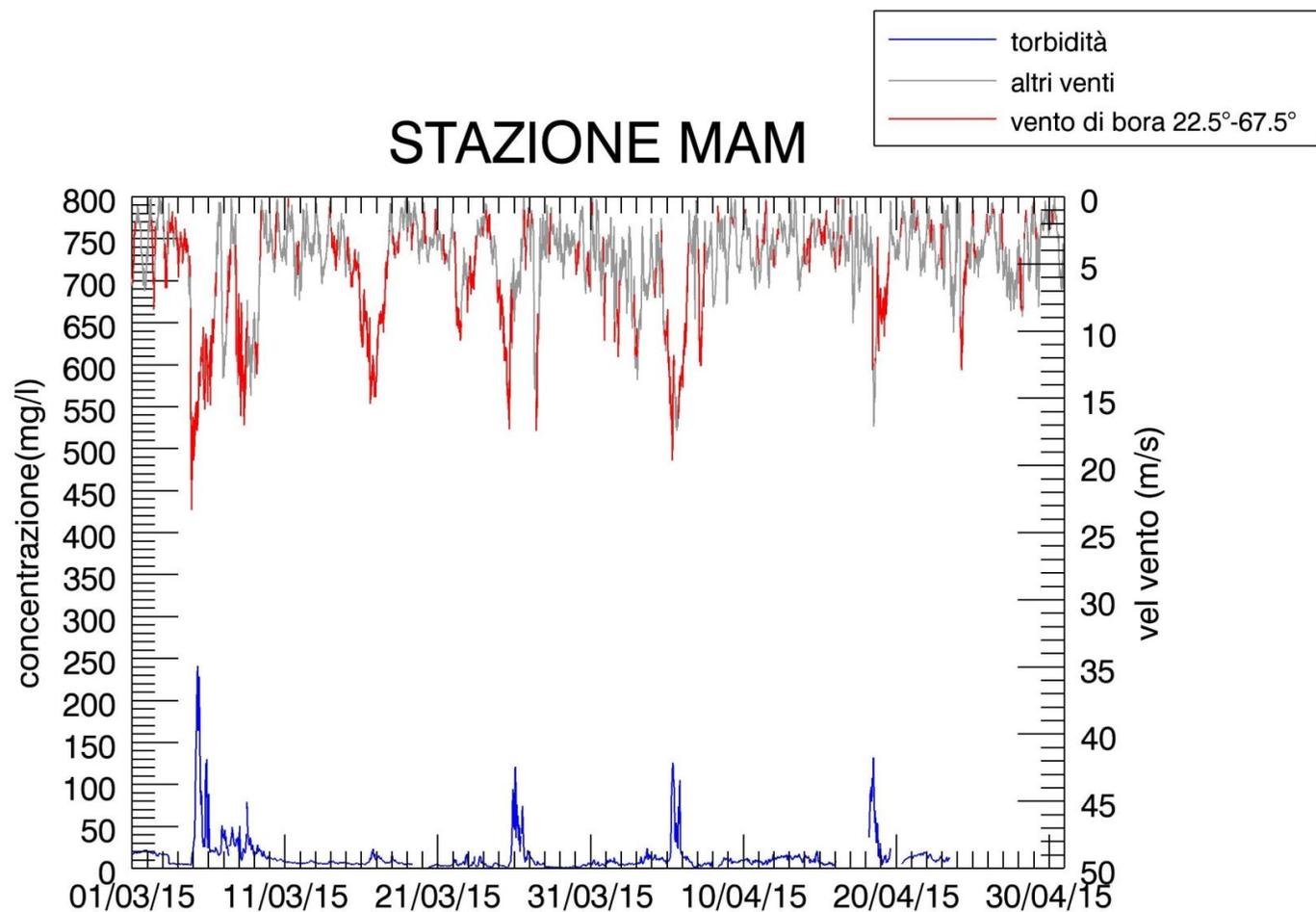


(b)

Figura 5.24. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAM nel periodo gennaio-febbraio 2015.

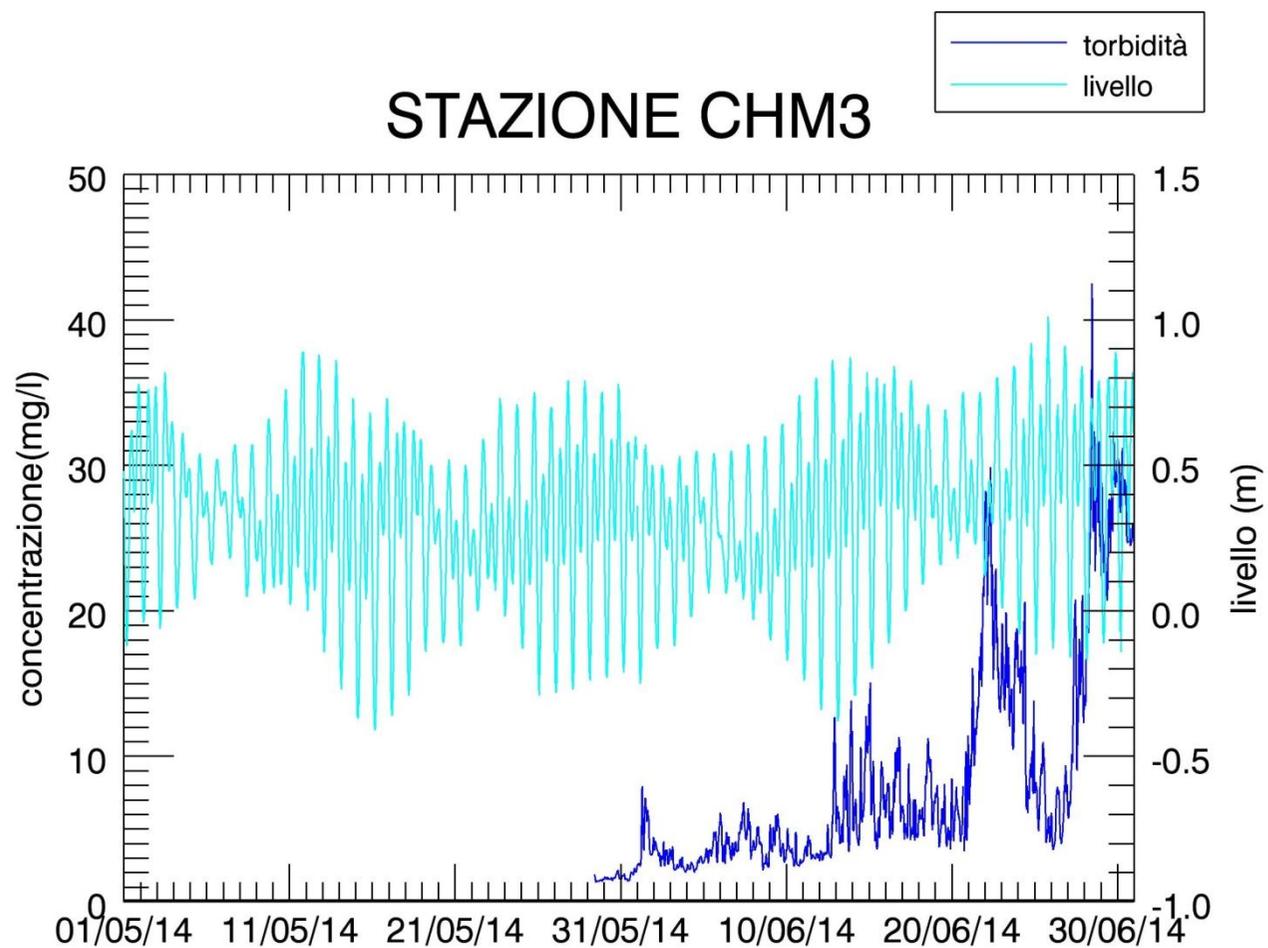


(a)

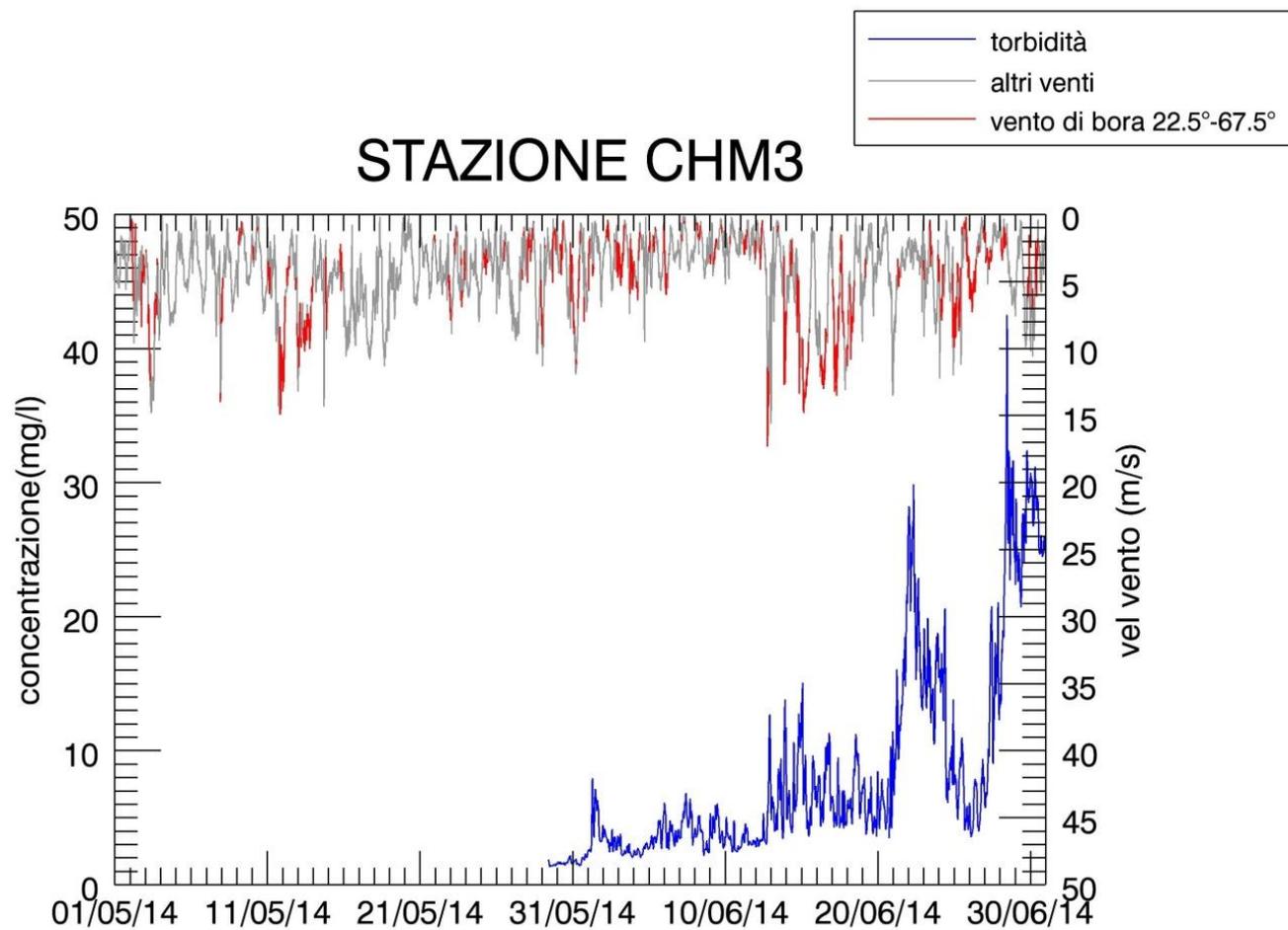


(b)

Figura 5.25. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione MAM nel periodo marzo-aprile 2015

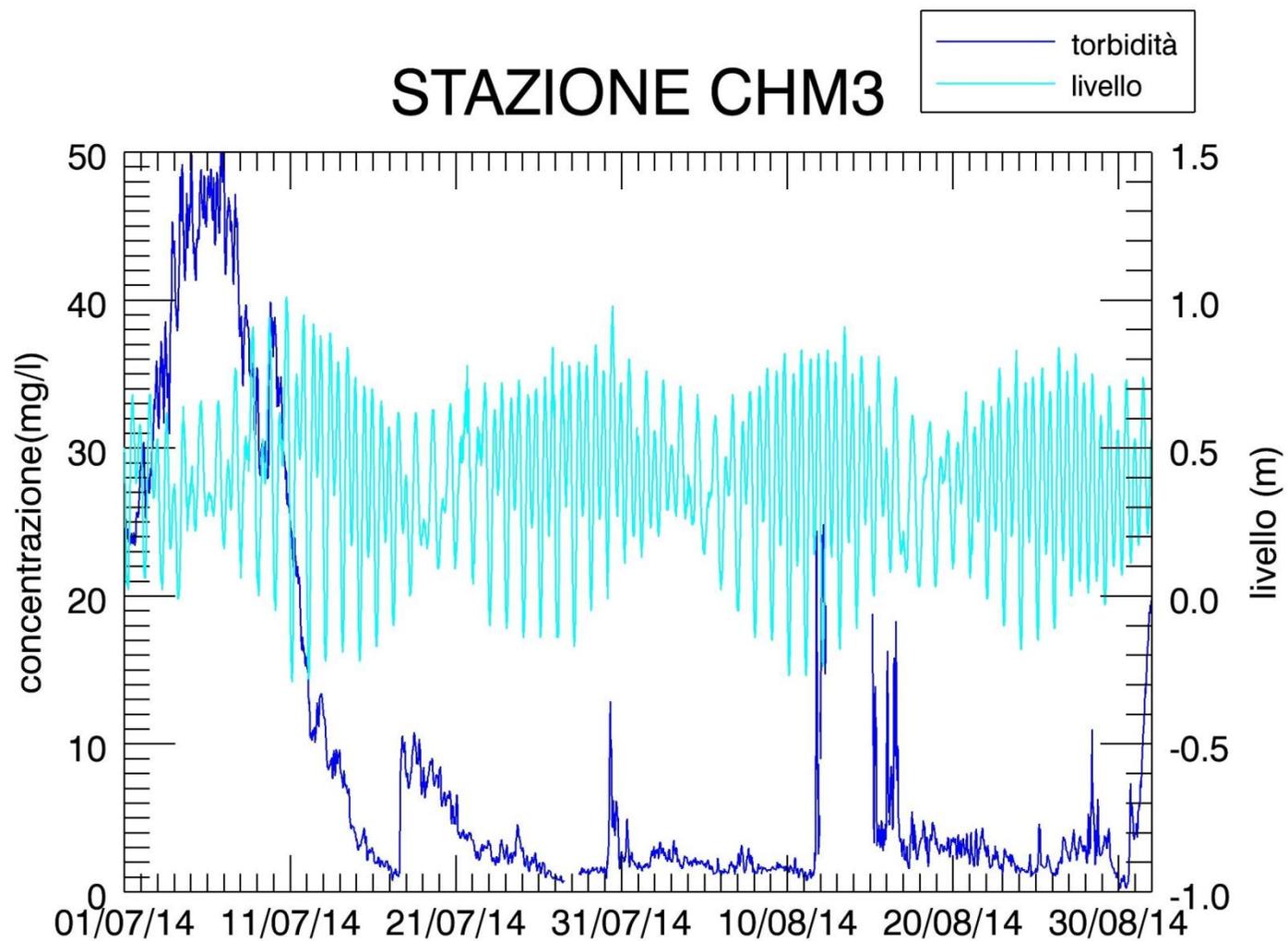


(a)

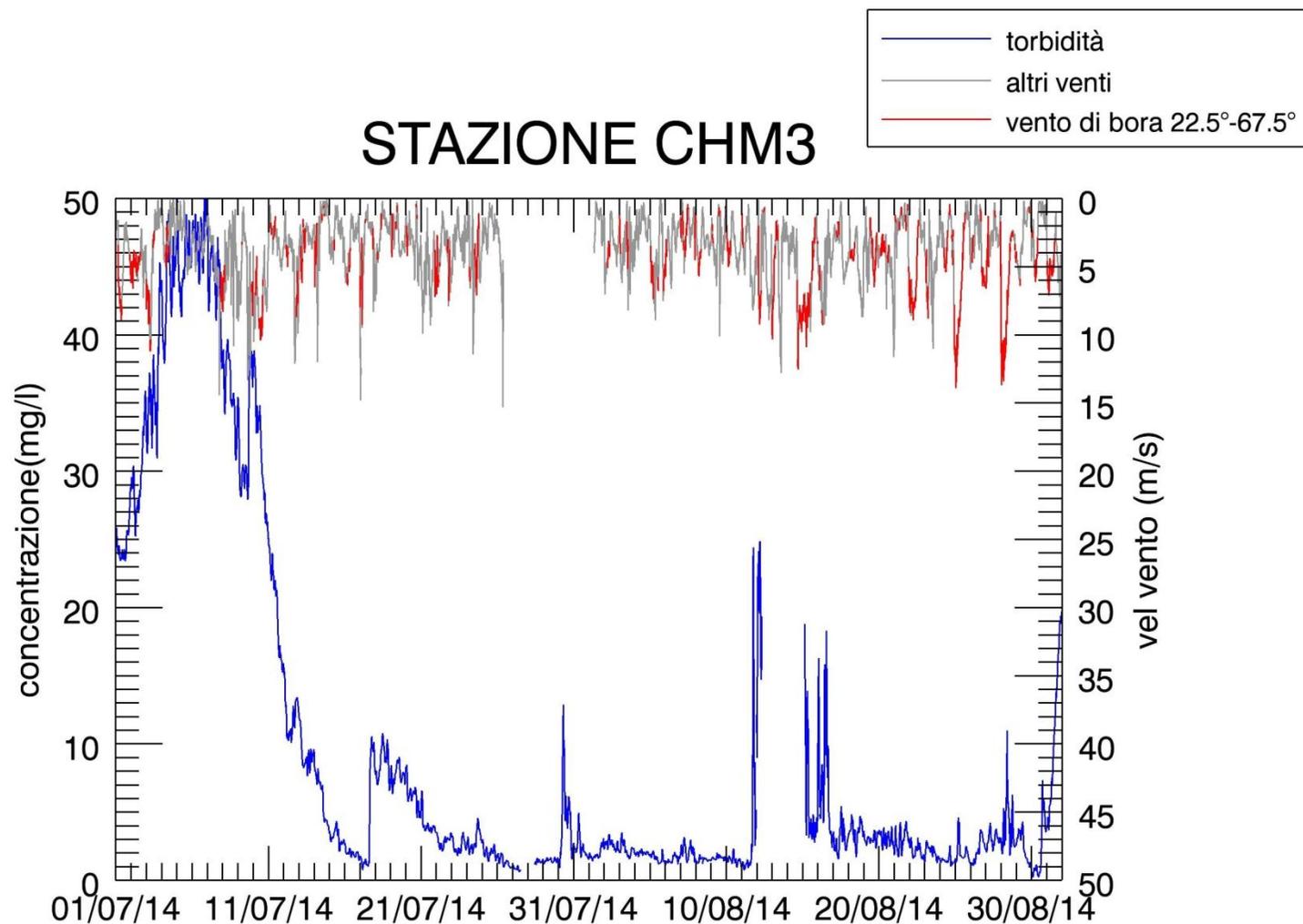


(b)

Figura 5.26. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHM3 nel periodo maggio-giugno 2014.

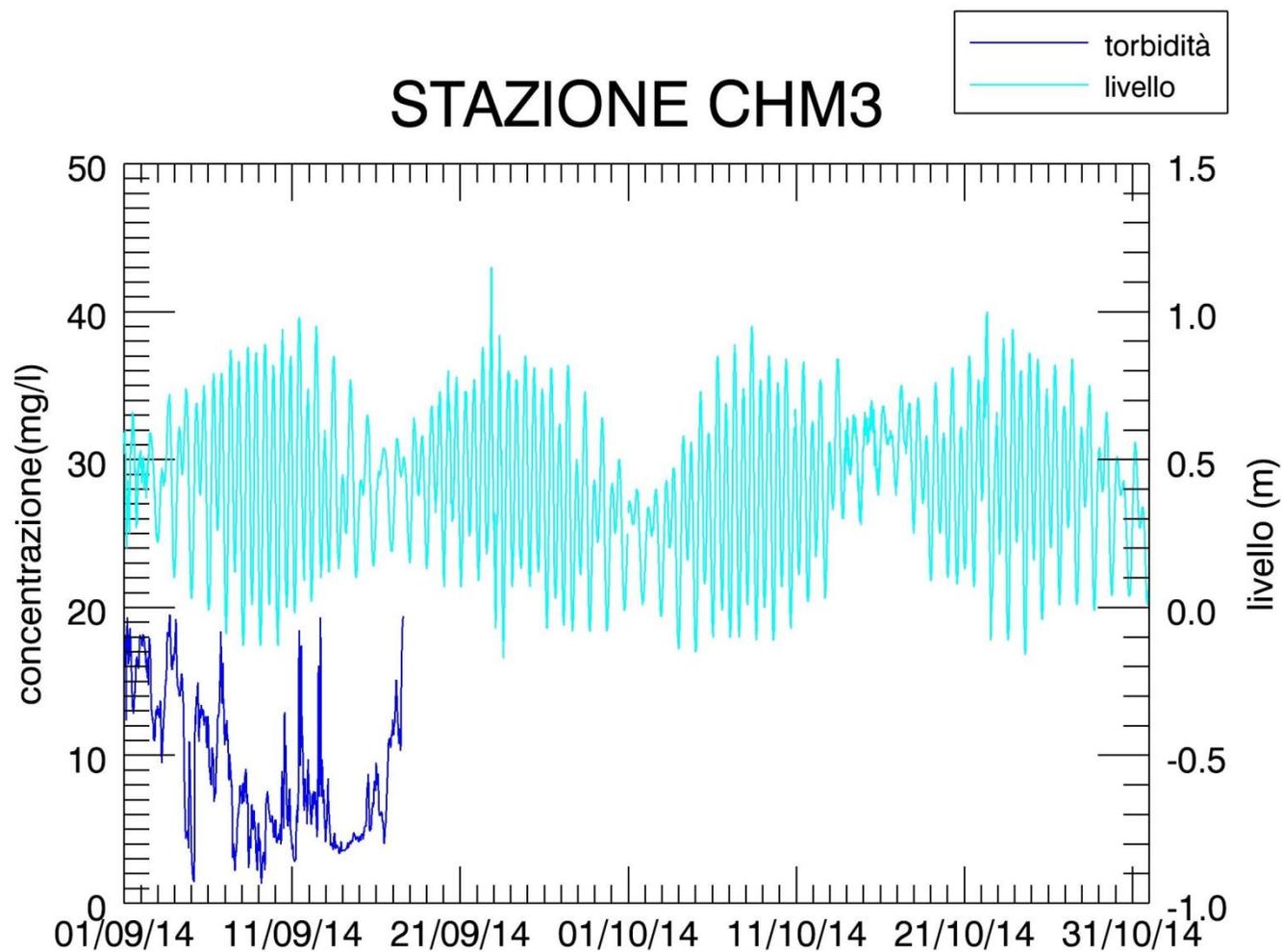


(a)

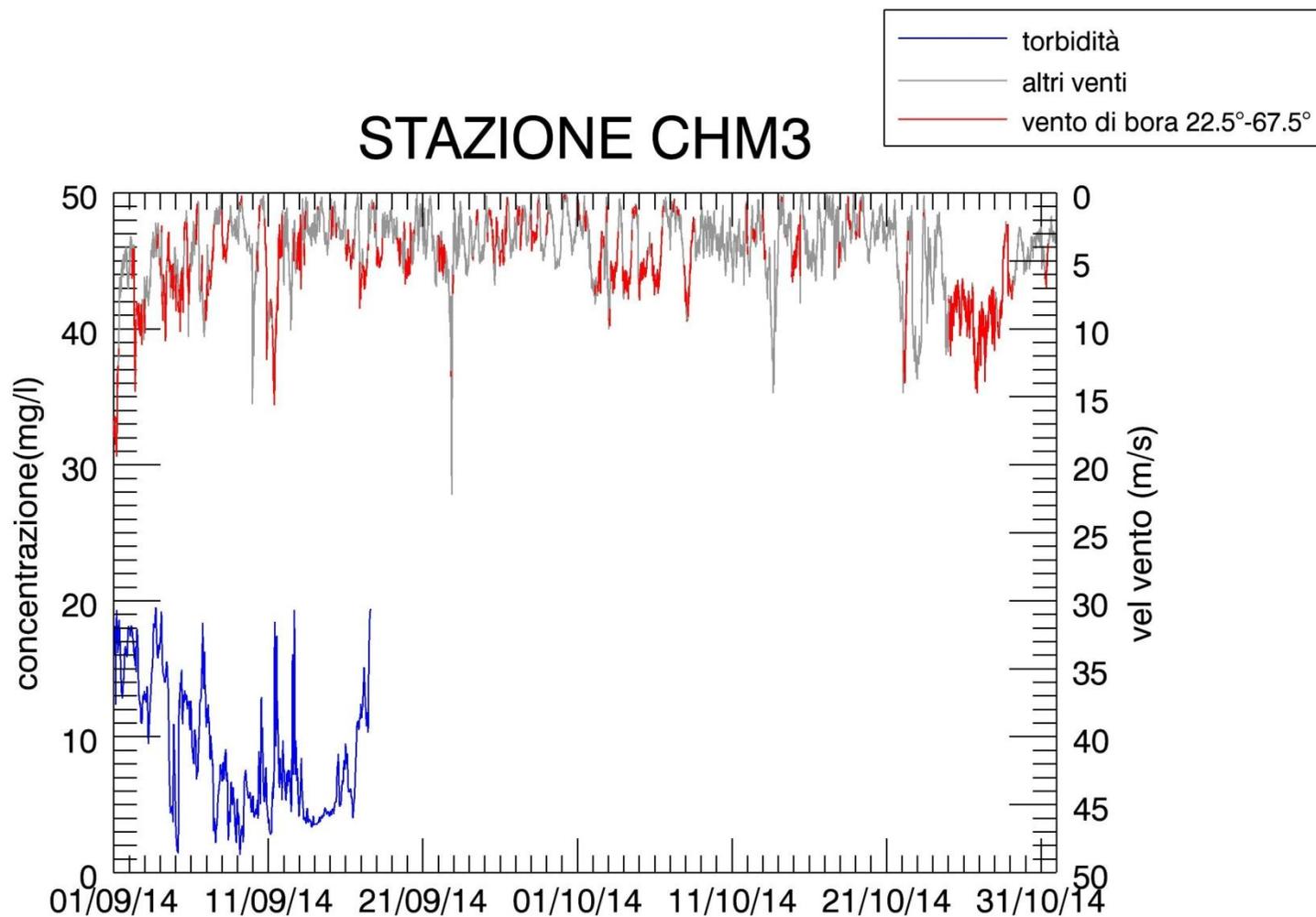


(b)

Figura 5.27. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHM3 nel periodo luglio-agosto 2014.

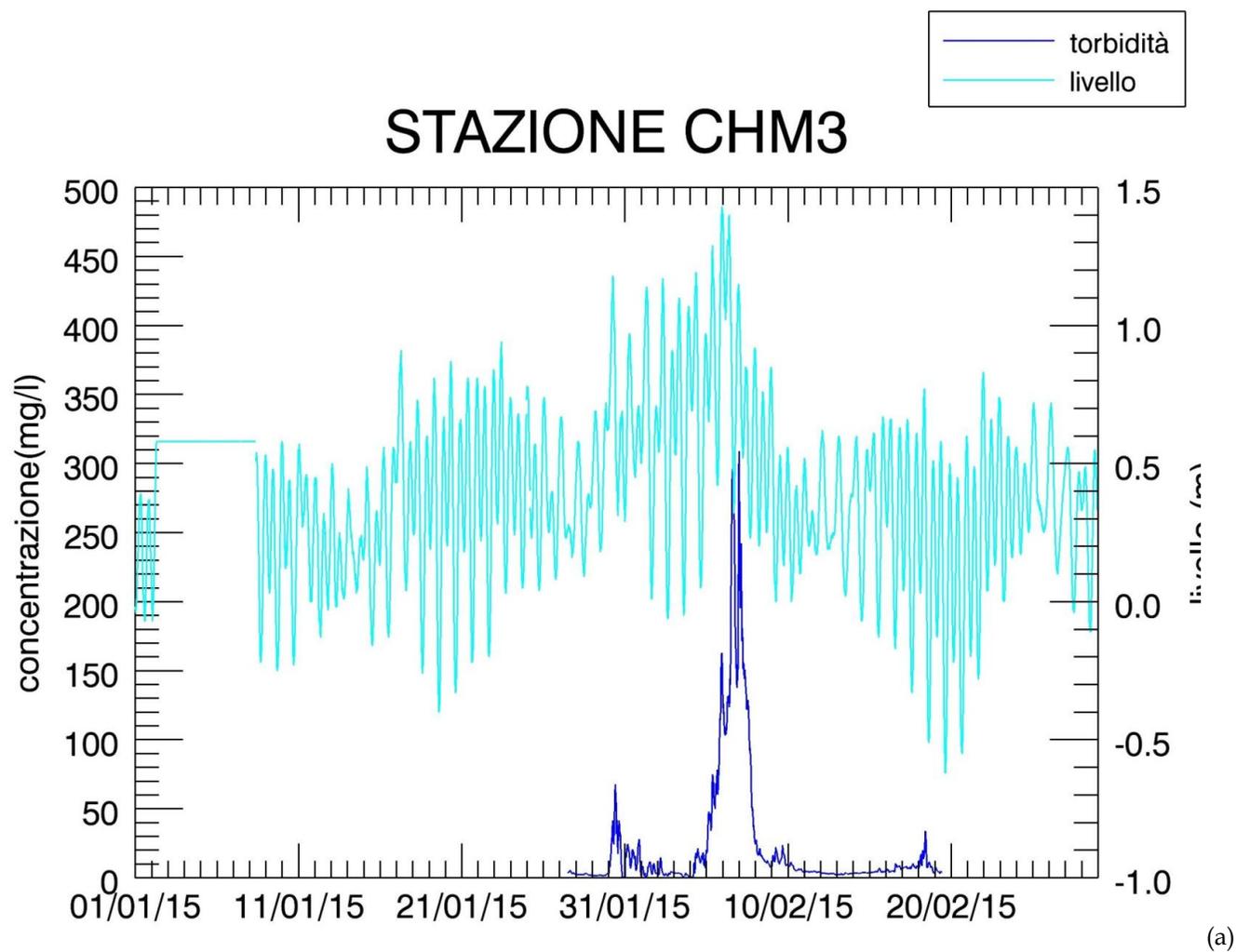


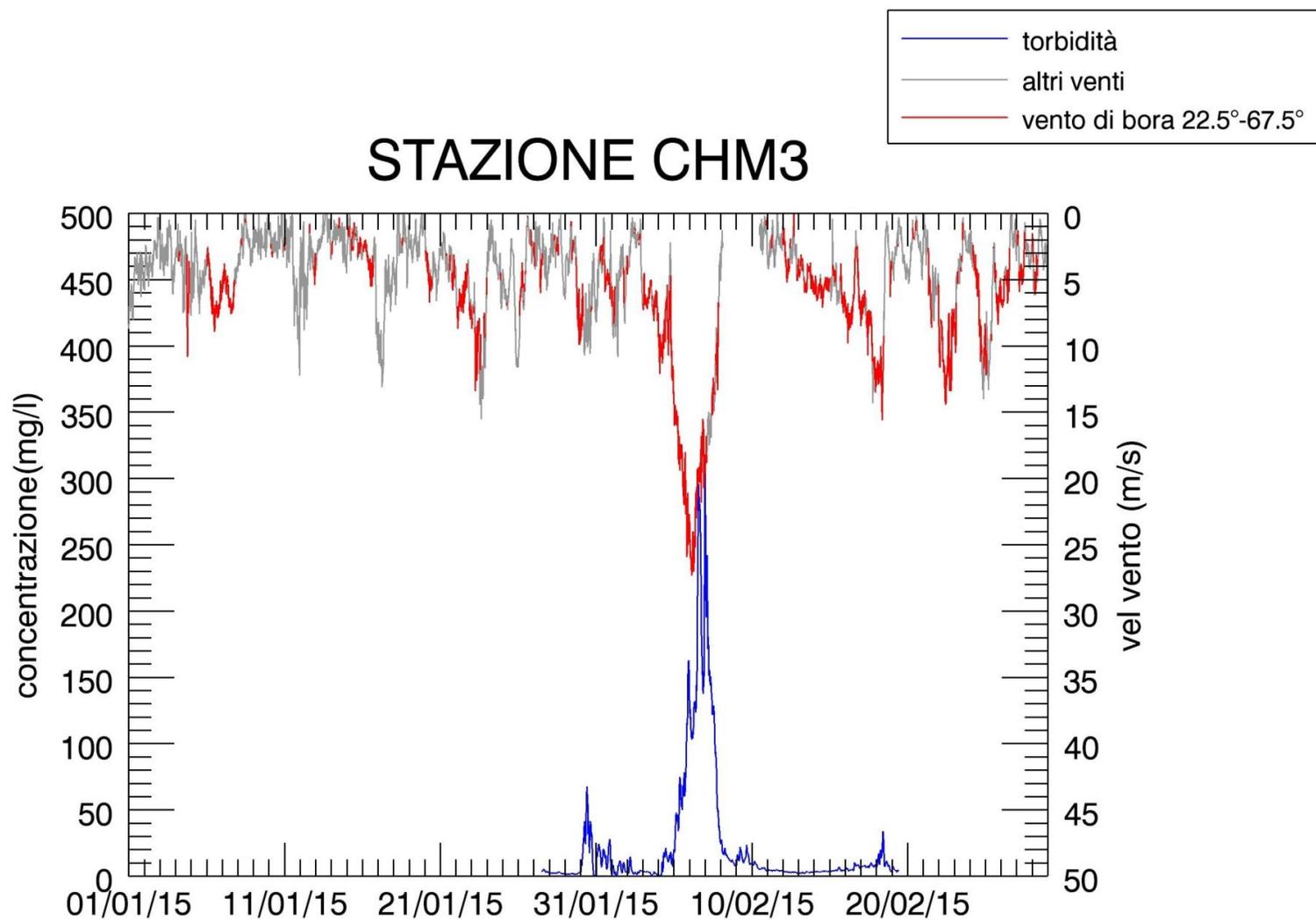
(a)



(b)

Figura 5.28. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHM3 nel periodo settembre-ottobre 2014.





(b)

Figura 5.29. Serie temporale della concentrazione di SPM e del livello idrico (a) e della velocità del vento (b) alla stazione CHM3 nel periodo gennaio-febbraio 2015

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Sulle serie temporali convertite in mg/l è stata svolta un'elaborazione statistica i cui risultati sono riportati nella Tabella seguente.

Tabella 5.4. Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nelle stazioni di misura della torbidità nel periodo maggio 2014-aprile 2015. N_{tot} è il numero totale di dati validati sui quali è stata fatta l'elaborazione. Le concentrazioni sono in mg/l.

PARAMETRI	Stazioni in laguna		Stazioni a mare	
	MAP	CHP	MAM	CHM3
Ntot	27115	32492	24959	12510
Media	7.2	18.5	22.6	11.5
Dev. Std.	10.2	42.7	55.5	22.6
Max.	299.0	539.9	717.3	308.7
Min.	0.2	0.4	0.2	0.2
25° percentile	3.5	4.6	2.5	2.6
50° percentile	5.3	7.5	4.8	4.5
75° percentile	8.3	14.6	11.5	11.3
95° percentile	16.8	61.4	131.0	41.7
Media interquartile	5.9	9.6	7.0	6.9

Per quanto riguarda la stazione CHM3, si hanno a disposizione solo i dati fino al 19 febbraio 2015; data l'esiguità delle informazioni, i risultati dell'analisi statistica eseguita sui dati di tale stazione non sono confrontabili con quelli delle altre stazioni.

Per quanto riguarda la stazione CHP, come già spiegato nel paragrafo 5.3 durante l'evento meteo dei giorni 6-10 febbraio il torbidimetro ha raggiunto il fondo scala: pertanto i valori di concentrazione massimi in quei giorni sono sottostimati.

Valori medi, massimi e minimi di torbidità

Per quanto riguarda le medie semplici, si hanno valori abbastanza diversi tra le varie stazioni, variabili tra 7.2 mg/l (MAP) e 22.6 mg/l (MAM).

La deviazione standard assume valori superiori alla media per tutte le stazioni. Essendo il rapporto deviazione standard/media maggiore dell'unità, questo implica una notevole dispersione dei dati.

È utile utilizzare pertanto come indicatore la media interquartile (media tra il 25° e il 75° percentile), che rappresenta il valore medio non influenzato dagli outlier cioè dagli eventi estremi. Le stazioni presentano valori tra loro simili compresi tra 5.9 mg/l (MAP) e 9.6 mg/l (CHP).

Per quanto riguarda i valori di torbidità massimi sono stati raggiunti durante diversi eventi meteo: 6 febbraio 2015 per le stazioni in bocca di Malamocco (MAP e MAM) e 5 aprile 2015 per CHP.

I periodi di mare calmo e corrente di marea debole possono essere caratterizzati da acque eccezionalmente limpide; infatti i valori minimi di torbidità scendono fino a 0.2 mg/l nella bocca di porto di Malamocco.

Percentili

Per quanto riguarda i valori del 25° percentile, che rappresentano con una buona approssimazione le condizioni ordinarie in assenza di perturbazioni (trascurabile moto ondoso e velocità della corrente di marea inferiore a qualche cm/s), le stazioni presentano valori bassi abbastanza simili tra loro variabili tra 2.5 mg/l (MAM) e 4.6 mg/l (CHP).

Per il 50° percentile, che rappresenta le condizioni più probabili, si hanno valori molto simili tra loro per le stazioni MAM (4.8 mg/l) e MAP (5.3 mg/l). Per CHP si ha un valore leggermente più elevato (7.5 mg/l).

Per 75% percentile si hanno i valori tra 8.3 (MAP) e 14.6 mg/l (CHP). Tale parametro si può considerare come indice dei valori di torbidità relativamente elevati, dovuti sia al carico organico (particolarmente cospicuo nei mesi estivi, specialmente nelle stazioni più interne), sia ad eventi meteomarini di moderata intensità.

Infine, la distribuzione del 95° percentile è rappresentativa dei valori estremi legati al verificarsi di eventi meteomarini intensi, che possono provocare un apprezzabile innalzamento della concentrazione del materiale solido sospeso in laguna, ma soprattutto il risollevarsi di sedimenti lungo costa con aumenti del carico rilevabili anche nei giorni successivi all'evento. Valori più bassi si hanno per MAP (16.8 mg/l) mentre il valore massimo si ha per MAM (131.0 mg/l).

Si nota come i valori dei percentili (25°, 50°) per la stazione CHP siano superiori a quelli delle altre stazioni. Questo significa che i valori di torbidità di questa stazione durante quest'anno di monitoraggio sono risultati particolarmente elevati, probabilmente a causa della sua posizione: si trova infatti lungo un canale interno alla laguna dove è più frequente il passaggio di imbarcazioni pertanto è più esposta a fenomeni di risospensione per il moto ondoso e anche ad apporti condizionati dalla presenza dei bassi fondali adiacenti.

5.4 Analisi degli eventi meteo e dei picchi di torbidità

Nei precedenti Studi (MAG. ACQUE - CORILA, 2005; 2006a; 2006b) si è stabilito, per le attività di cantiere, il valore di soglia della concentrazione del materiale solido sospeso pari a 30 mg/l, confermato anche dalle recenti elaborazioni riportate nel Rapporto Finale, Studio B.6.72 B/6 (MAG. ACQUE - CORILA, 2011).

Tale valore di soglia, come è ovvio, può venire superato anche per eventi naturali, segnatamente (ma non esclusivamente) in corrispondenza a forte vento. Questi ultimi eventi, definiti da una velocità superiore a 10 m/s, sono elencati nella Tabella 5.5 nella quale vengono riportati i valori massimi della concentrazione di solidi sospesi in tutte le stazioni durante ciascun evento ed evidenziati in rosso quelli che superano il valore soglia di 30 mg/l.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 5.5. Eventi meteo significativi (velocità del vento superiori a 10 m/s) registrati nel periodo maggio 2014 - aprile 2015. Si evidenziano in rosso i superamenti della soglia di 30 mg/l. Le celle restano vuote in corrispondenza di dati cancellati durante la procedura di filtrazione e correzione del fouling

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione max (mg/l)			
				Stazioni in laguna		Stazioni a mare	
				MAP	CHP	MAM	CHM3
3 maggio 2014	6:15-7:00	10.7-12.4	63° bora	19.31		7.50	
3 maggio	7:15-14:00	10.0-14.8	87° levante	21.32		7.05	
7 maggio	21:30-22:30	11.7-14.0	39° bora	3.03	16.46	2.51	
7 maggio	22:45-23:15	10.3-12.7	73° levante	3.10	9.07	2.20	
11 maggio	17:15-18:30	12.8-14.3	217° libeccio	4.11		2.53	
11 maggio	18:45-19:15	10.7-14.9	343° tramontana	2.49		2.50	
11 maggio	19:45-21:45	11.4-14.9	61° bora	2.79		2.44	
11 -12 maggio	22:15-2:45	10.2-13.2	61° bora	5.22		3.48	
12 -13 maggio	23:15-1:30	10.4-13.2	15° tramontana	6.30		2.43	
13 maggio	10:45	10.2	62° bora	5.38		2.23	
14 maggio	16:45-17:15	13.1-14.3	86° levante	3.72			
16 maggio	3:30-5:45	8.4-10.6	325° maestrale	6.92			
17 maggio	14:30-18:45	9.4-10.8	165° mezzogiorno	15.68			
18 maggio	14:30-17:30	9.6-11.3	148° scirocco	10.37			
28 maggio	15:15-16:45	10.0-10.4	175° mezzogiorno	6.54	13.67		
29 maggio	00:30-1:00	10.10-11.3	110° levante				
31 maggio	2:45	10.2	85° levante	1.08		1.87	1.80
31 maggio	4:00-7:00	9.1-11.9	71° levante	5.78	5.56	2.51	1.95
12 giugno	18:00-20:00	11.4-17.3	56° bora		5.47	8.43	7.23
12 giugno	20:15-20:45	12.0-14.1	10° tramontana		6.17	8.58	9.70
12 giugno	22:15-22:45	12.3-13.4	345° tramontana		12.28	8.67	11.93
12 - 13 giugno	23:45-00:30	12.2-15.6	337° maestrale		10.27	8.60	6.32
13 giugno	20:30-22:30	10.1-12.7	48° bora		5.60	6.84	13.83
14 giugno	20:15-20:30	12.6-13.4	39° bora		4.87	5.84	11.85
14 giugno	22:00-23:15	9.5-11.4	8° tramontana		6.04	10.23	12.32
15 giugno	00:45-1:00	10.2-10.6	9° tramontana		5.55	11.42	13.17
15 giugno	1:30	10.3	42° bora		5.52	32.20	15.05

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione max (mg/l)			
				Stazioni in laguna		Stazioni a mare	
				MAP	CHP	MAM	CHM3
15 giugno	2:15-4:00	10.9-14.8	56° bora		11.09	45.55	9.77
15 giugno	5:45-10:15	10.8-13.7	56° bora		12.87	12.23	9.67
16 giugno	1:30-1:45	10.2-10.5	80° levante		5.58	32.67	7.07
16 giugno	5:00-13:00	10.5-13.00	60° levante		9.49	12.98	8.42
17 giugno	3:30-4:30	11.1-13.2	59° bora		5.77	12.09	5.31
17 giugno	5:15-9:00	9.7-13.5	59° bora		11.62	23.12	8.84
17 giugno	19:15-22:45	10.0-13.1	76° levante		6.35	32.07	7.01
17-18 giugno	23:15-00:15	10.0-11.30	57° bora		4.78	10.53	6.00
18 giugno	5:30	10.8	57° bora		4.23	6.65	6.10
20-21 giugno	22:45-00:30	10.3-13.3	77° levante		8.74	21.09	11.42
24 giugno	1:30	12.2	354° tramontana		3.84	1.50	15.85
24 giugno	22:30-23:30	10.4-12.0	16° tramontana		3.50	1.64	13.82
25 giugno	10:30-10:45	10.0-11.2	335° tramontana		3.58	1.82	9.03
30 giugno	00:00	10.2	232° ponente		2.72	1.83	30.55
30 giugno	3:45	10.6	35° bora		2.86	1.93	27.35
3 luglio	5:30-7:00	10.3-11.2	35° bora		9.74		36.95
3 luglio	7:30	10.7	72° levante		7.81		35.59
7 luglio	19:00-19:30	10.4-14.4	324° maestrale		3.77		45.53
7 luglio	19:45	10.9	344° tramontana		3.80		43.62
8 luglio	17:15	10.1	288° ponente		3.49		35.72
8 luglio	17:30	10.8	309° maestrale		3.45		35.53
9 luglio	15:00-16:30	10.2-13.3	191° mezzogiorno		3.60		29.37
9 luglio	17:30	11.5	339° tramontana		3.49		35.39
9 luglio	19:30-19:45	10.4-12.6	339° tramontana		2.54		39.88
10 luglio	1:00-1:15	10.1-10.5	311° maestrale		2.30		38.53
10 luglio	11:30-12:15	9.6-10.4	52° bora		2.90		33.89
10 luglio	14:15	10.1	53° bora		3.78		29.86
12 luglio	17:15-18:00	10.7-12.1	314° maestrale		3.99		12.19
12 luglio	18:30	10.5	5° tramontana		3.41		13.05
14 luglio	4:45	11.3	263° ponente		3.37		7.10

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione max (mg/l)			
				Stazioni in laguna		Stazioni a mare	
				MAP	CHP	MAM	CHM3
14 luglio	5:00-5:15	10.3-12.0	314° maestrale		4.26		7.66
17 luglio	00:30-1:45	10.2-14.8	0° tramontana		8.41	1.59	1.76
24 luglio	9:45-10:30	10.0-11.4	319° maestrale		16.25	1.60	2.46
26 luglio	8:45-9:00	12.1-15.3	303° maestrale		12.51	1.49	1.44
9 agosto	13:45	10.1	259° ponente	1.73	9.26	4.25	1.71
13 agosto	00:15	10.3	31° bora	2.63	10.06	3.16	
13 agosto	12:45-14:30	10.4-12.8	164° mezzogiorno	3.48	11.65	3.07	
14 agosto	16:15-17:00	11.8-12.5	31° bora	12.64	8.44	17.24	
15 agosto	5:30	10.9	28° bora	16.58	7.90	5.85	3.29
20 agosto	23:00-23:30	10.4-11.6	336° maestrale	7.34	10.50	1.44	2.60
21 agosto	00:00-00:15	10.7-11.1	334° maestrale	7.82	9.87	1.34	2.06
23 agosto	12:45-13:00	10.1-11.00	248° ponente	13.87	11.18	2.09	2.04
24 agosto	22:45-4:30	10.0-13.9	45° bora	5.31	11.39	2.68	4.09
28 agosto	00:30-7:45	10.2-13.7	57° bora	5.07	11.34	7.98	5.50
31 agosto	22:15-23:00	13.6-18.8	330° tramontana	3.32	9.08	3.43	19.13
1 settembre	0:00-0:15	17,1-17,9	23° bora	2.45	9.46	2.73	
1 settembre	0:30-0:45	16,8-17,0	14° tramontana	2.48	10.09	2.31	
1 settembre	1:00-2:30	16,4-18,5	38° bora	3.54	18.82	4.23	
1 settembre	2:45-8:00	10,8-19,4	29° bora	13.83	25.47	7.83	
2 settembre	8:00-10:00	10,7-14,6	59° bora	8.24	11.47	3.31	
2 settembre	14:30	10,7	57° bora	4.37	8.53	2.58	
2 settembre	16:15-17:00	10.1-10,5	55 ° bora	8.11	11.72	3.34	
2 settembre	19:30-19:45	10,7-11,2	31 ° bora	6.89	11.68	3.29	
2 settembre	20:30	10,2	15° tramontana	7.73	10.74	3.75	
2 settembre	22:15-22:30	10,1-10,8	24° bora	5.69	9.87	3.03	
3 settembre	00:15	10,3	36° bora	6.91	8.12	3.46	
4 settembre	7:45-8:45	10,0-10,9	55° bora		8.16	3.39	
5 settembre	7:00-7:15	10,0-10,2	55° bora		6.64	3.56	
5 settembre	19:45	10,6	73° levante	8.31	6.66	4.66	
6 settembre	19:45-20:45	10,0-10,6	76° levante	5.82	8.17	4.08	

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione max (mg/l)			
				Stazioni in laguna		Stazioni a mare	
				MAP	CHP	MAM	CHM3
9 settembre	23:15	12,9-13,2	283° ponente	5.12	5.87	3.15	
9 settembre	23:30-23:45	15,5	332° maestrale	5.83	6.24	3.31	
10 settembre	00:45-1:15	11,0-12,0	340° tramontana	7.06	7.89	3.50	
10 settembre	21:30-22:15	10,5-12,3	27° bora	5.49	6.01	3.73	
10 settembre	23:15	10,8	12° tramontana	4.49	5.82	3.05	
11 settembre	6:30-12:30	9,0-15,6	50° bora	6.41	6.90	6.19	
12 settembre	11:00	10,1	343° tramontana	5.88	5.84	4.57	
22 settembre	19:00-19:15	13,1-13,5	54° bora	3.99	5.20	7.66	
22 settembre	19:45-21:45	10,1-22,2	79° levante	4.60	8.96	7.39	
13 ottobre	13:15-17:45	10.0-14.7	133° scirocco		7.90	9.31	
13 ottobre	19:45	10.2	178° mezzogiorno		6.32	9.52	
22 ottobre	1:45-2:30	10.2-14.7	343° tramontana		28.01	8.77	
22 ottobre	2:45-5:45	10.2-14.0	52° bora		30.41	9.45	
22-23 ottobre	16:30-6:00	9.8-13.7	305° maestrale		27.96	9.14	
24 ottobre	19:45-23:45	8.9-11.9	88° levante		6.36	5.28	
25 ottobre	2:15-3:15	9.9-12.0	54° bora		7.73	4.08	
25 ottobre	4:15-6:00	9.3-10.9	57° bora		6.76	4.33	
25 ottobre	17:45	10.5	54° bora		4.42	3.49	
25 ottobre	18:30-19:45	9.9-10.5	57° bora		4.88	2.87	
26 ottobre	4:45-5:45	9.1-10.6	34° bora		4.48	2.78	
26 ottobre	8:45	10.7	60° bora		4.60	2.37	
26 ottobre	14:45-23:30	9.9-14.7	60° bora		5.34	3.65	
27 ottobre	00:45	10.2	39° bora		4.88	2.07	
27 ottobre	1:45-2:45	10.5-12.7	58° bora		4.86	2.20	
27 ottobre	4:30	10.6	50° bora		4.46	2.17	
27 ottobre	4:45	10.4	17° tramontana		4.42	2.09	
27 ottobre	7:00-9:15	10.1-13.9	54° bora		3.89	1.87	
27 ottobre	10:15-13:45	9.0-12.1	51° bora		4.35	1.85	
27 ottobre	20:00-21:15	10.1-11.1	57° bora		3.70	1.41	
27 ottobre	22:45-00:15	9.8-11.6	55° bora		3.99	1.81	

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione max (mg/l)			
				Stazioni in laguna		Stazioni a mare	
				MAP	CHP	MAM	CHM3
28 ottobre	5:00-5:15	10.0-10.3	17		3.84	1.78	
28 ottobre	5:30-7:15	9.9-10.7	38° bora		3.80	1.84	
4 novembre	9:30-10:00	10.1-10.9	155° scirocco	2.58	6.16		
4 novembre	10:15-12:30	10.0-12.6	161° mezzogiorno	6.19	4.95		
4 -5 novembre	12:45-14:15	8.9-13.8	140° scirocco	14.40	133.09		
5 novembre	15:45-22.30	9.8-15.0	136° scirocco	31.23	111.89		
5-6 novembre	22:45-00:00	10.5-12.8	164° mezzogiorno	32.12	90.41		
12 novembre	9:00-9:45	10.6-11.5	124° scirocco	8.76	28.24		
12 novembre	10:00-11:00	10.5-11.7	106° levante	10.57	29.17		
12 novembre	15:15-17:00	9.3-11.3	43° bora	26.38	136.62		
12 novembre	19:00	10.2	57° bora	22.19	101.19		
15 novembre	15:30-21:30	10.2-17.4	135° scirocco	10.17	8.77	34.13	
15 -16 novembre	21:45-2:30	8.9-16.8	180° mezzogiorno	9.77	9.39	104.19	
17 novembre	17:30-18:15	11.9-13.5	96° levante	12.71	37.81	6.81	
17 novembre	18:30	10.1	177° mezzogiorno	13.82	34.89	3.94	
17 novembre	18:45-19:30	10.3-14.4	150° scirocco	15.15	34.04	9.06	
17 novembre	21:15-22:30	10.6-13.8	165° mezzogiorno	10.06	32.64	21.88	
18 novembre	1:15-3:30	10.0-13.5	232° libeccio	10.41	26.22	66.78	
18 novembre	3:45-4:45	10.0-13.9	251° ponente	7.03	21.80	101.77	
25 -26 novembre	19:30-00:15	9.8-11.6	55° bora	5.15	6.35	5.47	
26 novembre	2:00	10.2	57° bora	6.88	7.40	6.72	
26 novembre	10:00-12:30	9.9-10.7	32° bora	8.28	6.06	8.75	
1 dicembre	6:15-6:45	10.0-10.9	140° scirocco	6.74	12.04		
1 dicembre	8:00-8:30	9.5-10.4	127° scirocco	9.00	26.08		
1 dicembre	9:15	10.1	124° scirocco	12.45	39.58		
1 dicembre	12:00-16:00	8.7-13.3	53° bora	6.64	22.38		
1 dicembre	19:00-20:30	10.2-12.2	41° bora	8.96	32.68		
1 dicembre	23:00	10.7	55° bora	10.51			
2 dicembre	13:00-13:30	10.0-10.4	50° bora	4.87	29.62		
2 dicembre	14:45-15:15	10.0-10.1	53° bora	4.89	28.42		

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione max (mg/l)			
				Stazioni in laguna		Stazioni a mare	
				MAP	CHP	MAM	CHM3
2-4 dicembre	20:15-9:15	9.6-15.5	50° bora	9.35	320.96		
4 dicembre	11:30-13:45	9.4-10.7	40° bora	15.31	150.19		
6 dicembre	13:30-15:00	10.9-12.9	56° bora	4.60	49.16		
6 dicembre	15:15-16:15	12.1-13.7	70° bora	5.52	52.31		
6 dicembre	16:30-18:15	10.3-12.7	61° bora	5.56	48.25		
6 dicembre	22:00	10.1	70° levante	4.70	43.16		
6 dicembre	22:30-23:30	10.4-11.8	60° bora	3.97	42.30		
7 dicembre	7:45-9:45	10.1-12.4	58° bora	5.12	46.82		
8-9 dicembre	20:30-6:45	10.3-14.4	70° levante	4.46	13.09		
9 dicembre	7:00-11:00	10.0-13.7	59° bora	2.27	12.49		
16 dicembre	12:15-14:00	8.7-11.5	35° bora	2.53	8.53		
16 dicembre	15:30	10.4	38° bora	3.57	7.59		
27 dicembre	20:30-21:00	12.5-14.6	23° bora	4.19	20.74		
27-28 dicembre	21:15-00:30	13.5-15.7	18° tramontana	7.06	29.36		
28 dicembre	00:45-3:00	13.7-16.6	29° bora	9.28	38.40		
28 dicembre	3:15-8:30	11.9-17.0	0° tramontana	12.79	93.79		
28 dicembre	8:45-22:30	10.0-19.0	55° bora	10.50	169.57		
29 dicembre	20:45-21:30	9.7-10.6	73° levante	9.20	46.45		
29 dicembre	22:45-23:30	9.2-10.6	78° levante	9.72	53.95		
30 dicembre	2:45	10.9	73° levante	7.53	73.27		
30 dicembre	4:45	10.5	92° levante	8.87	73.89		
31 dicembre	6:30-14:15	9.3-16.0	57° bora	14.61	165.89		
31 dicembre	15:45-17:15	8.2-11.1	10° tramontana	15.80	86.98		
31 dicembre	21:00	10.2	2° tramontana	13.57	109.50		
4 gennaio 2015	18:30-19:15	9.1-10.8	66° bora	7.0	25.1		
11 gennaio	22:15-23:00	9.5-12.2	352° tramontana	3.2	17.4	26.9	
16 gennaio	23:30	10.3	148° scirocco	7.5	2.1	20.0	
17 gennaio	1:00-8:30	8.8-13.1	150° scirocco	7.6	5.1	52.1	
23 gennaio	5:45-9:15	8.5-13.4	55° bora	7.3	3.9	11.3	
23 gennaio	12:15-18:30	9.1-15.5	84° levante	15.8	16.3		

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione max (mg/l)			
				Stazioni in laguna		Stazioni a mare	
				MAP	CHP	MAM	CHM3
23 gennaio	20:30-21:30	10.3-11.7	73° levante	24.8	9.3		
25-26 gennaio	20:15-1:30	10.0-11.6	83°levante	6.9	14.6	5.7	
30 gennaio	5:15-6:30	10.0-10.7	0° tramontana	4.5	9.4	132.5	41.5
30 gennaio	10:30	10.1	250°ponente	9.8	24.0	33.6	61.9
30 gennaio	14:45	10.6	343°meastrale	4.7	11.7	153.3	36.6
1 febbraio	8:30-9:15	10.1-10.8	295° maestrale	4.7	5.3	168.4	4.6
4 febbraio	00:15-8:00	9.1-12.1	44° bora	6.0	51.5	204.3	16.6
4 febbraio	15:15-15:30	10.3-10.7	56° bora	6.5	21.8	95.3	11.4
4-7 febbraio	19:45-2:30	10.1-27.3	54° bora	299.0	403.3	717.3	308.7
7 febbraio	2:30-5:15	15.0-18.8	82° levante	131.4	403.3	646.9	242.0
7 febbraio	5:30-9:45	14.8-17.5	145° scirocco	91.2	403.3	634.4	167.1
7 febbraio	10:00-10:30	13.5-14.0	80°levante	76.5	403.3	372.0	134.9
7 febbraio	10:45-13:30	12.4-15.2	59° bora	84.9	402.6	452.0	128.6
7 febbraio	13:45-14:00	14.9	140° scirocco	28.1	267.7	247.7	122.3
7 febbraio	14:15-16:45	10.6-14.2	73° levante	26.2	276.8	272.6	117.9
7 febbraio	17:15-19:30	8.7-13.3	54° bora	27.3	207.2	472.6	85.5
17 febbraio	10:15-10:30	10.2-10.7	56° bora	9.9	6.7	118.0	6.9
17-18 febbraio	17:00-10:45	9.8-15.6	58° bora	23.0	19.8	131.3	33.8
22 febbraio	00:30-2:15	9.8-11.6	56° bora	10.8	69.9	123.4	
22 febbraio	6:00-14:00	10.4-14.4	40° bora	15.4	72.0	126.8	
22 febbraio	16:00-19:30	10.0-13.4	56° bora	12.2	177.5	116.5	
23 febbraio	2:00-2:15	10.4-10.5	57°bora	10.8	81.5	144.9	
24 febbraio	16:15-16:30	10.8-11.2	53° bora	11.9	36.1	26.1	
24 febbraio	17:15-19:00	9.9-12.2	62° bora	12.3	41.7	27.8	
24 febbraio	19:15-21:15	10.8-14.0	69°levante	9.5	34.0	58.7	
24 febbraio	21:30-22:00	10.1-11.7	64° bora	8.0	39.5	73.8	
24 febbraio	22:15	11.4	70°levante	7.6	41.9	70.7	
24 febbraio	23:00	10.2	56° bora	7.5	38.9	56.5	
25 febbraio	00:00	10.3	36° bora	8.3	38.3	59.7	
25 febbraio	00:30-1:30	10.3-12.2	52°bora	8.8	40.4	66.8	

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione max (mg/l)			
				Stazioni in laguna		Stazioni a mare	
				MAP	CHP	MAM	CHM3
25 febbraio	2:15-7:00	9.4-13.3	7° tramontana	11.0	108.2	41.0	
4-6 marzo	19:45-7:15	9.1-23.3	59° bora	42.9	364.8	240.76	
6-7 marzo	21:15-3:45	9.9-13.5	81° levante	28.1	133.0	50.89	
7 marzo	19:30-22:30	10.4-14.0	72° levante	20.1	66.8	37.04	
8 marzo	00:15-12:15	7.9-17.0	59° bora	38.5	103.2	78.76	
8 -9 marzo	13:00-1:00	8.6-14.8	81° levante	19.0	61.8	60.70	
9 marzo	1:15-5:30	10.1-13.2	63° bora	15.7	77.4	27.96	
15-16 marzo	23:15-2:45	9.5-11.2	56° bora	9.5	24.7	5.79	
16-17 marzo	9:30-2:30	9.0-15.4	47° bora	7.3	30.1	23.07	
17 marzo	10:30	10.1	55° bora	4.3	9.2	8.67	
22 marzo	9:30	10.1	53° bora	4.8	16.4	4.8	
22 marzo	11:30-12:30	10.0-10.7	40° bora	4.7	35.4	5.2	
25 marzo	6:45-17:30	8.9-17.3	49° bora	7.4	65.9	7.0	
25 marzo	19:45-20:30	10.0-11.3	34° bora	12.5	94.7	42.1	
27 marzo	7:15-10:00	10.7-14.4	9° tramontana	5.9	25.4	8.0	
27 marzo	10:15-12:30	11.8-17.4	35° bora	9.7	22.2	7.7	
27 marzo	13:45-14:45	10.2-11.0	87° levante	10.0	37.9	7.1	
31 marzo	21:45	10.7	57° bora	5.1	63.8	2.71	
1 aprile	13:45	10.8	55° bora	2.6	16.2	10.3	
1 aprile	14:15	10.4	70° bora	2.5	17.0	5.58	
1 aprile	19:00-19:45	10.5-11.9	59° bora	10.1	77.7	5.46	
2-3 aprile	21:30-3:30	9.8-13.6	73° levante	6.4	201.6	7.07	
4 aprile	18:30	10.3	71° levante	6.1	31.9	9.73	
4 aprile	20:00-23.45	9.3-11.5	63° bora	8.2	150.9	10.40	
5 aprile	1:30-11:00	11.2-19.6	58° bora	20.7	295.7	125.49	
5 aprile	11:15-17:30	12.5-17.4	73° levante	24.3	539.9	93.41	
5-6 aprile	17:45-6:00	9.4-16.5	61° levante	22.0	430.4	105.5	
7 aprile	2:15-6:45	9.7-12.6	42° bora	12.9	97.0	4.64	
18 aprile	11:00-16:45	11.1-17.1	75° levante	17.9	14.3	131.9	
18 aprile	19:45-20:30	10.2-11.5	55° bora	11.8	9.5	18.2	

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Giorno	Orario	Velocità del vento (m/s)	Direzione media (°) e tipo di vento	Concentrazione max (mg/l)			
				Stazioni in laguna		Stazioni a mare	
				MAP	CHP	MAM	CHM3
19 aprile	5:15-5:30	10.0-10.4	55° bora	10.9	12.0	14.5	
23 aprile	18:00	10.1	158° mezzogiorno	4.5			
24 aprile	5:00-8:00	9.7-12.9	52° bora	7.8	16.2		

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Dalla Tabella 5.5 si vede come l'evento meteo intenso e prolungato dei giorni 4-7 febbraio 2015 si verifichi una notevole risospensione di sedimenti ed il superamento del valore di soglia in tutte le stazioni della rete.

Per quanto riguarda gli altri eventi di minore intensità, dall'analisi della tabella si vede che le varie stazioni rispondono in maniera diversa, mettendo in evidenza così la variabilità spaziale della torbidità e dei meccanismi che la determinano.

In condizioni generali, i superamenti del valore di soglia pari a 30 mg/l sono legati a numerose e differenti cause, valide solamente per alcune stazioni e per particolari tipologie e durate di eventi:

- eventi di risospensione riconducibili al vento locale, soprattutto bora, tanto in mare quanto specialmente all'interno della laguna;
- aumento della risospensione e del trasporto litoraneo, e quindi del carico, rilevabile anche nei giorni successivi all'evento scatenante di vento sostenuto, o addirittura in assenza di vento (moto ondoso creato a distanza);
- eventi di breve o brevissima durata (nell'arco di 1 ora circa) rilevati nelle stazioni all'interno delle bocche di porto ed in laguna possono essere dovuti al passaggio di imbarcazioni di grandi dimensioni (porta-container o navi cisterna nella bocca di Malamocco) che sono caratterizzate da un pescaggio elevato (superiore ai 9 m.);
- attività di dragaggio dei canali alle bocche di porto.

Poiché l'obiettivo del monitoraggio è sia quello di acquisire i valori di torbidità di fondo ai fini della tutela degli ecosistemi di pregio sia quello di verificare la dispersione della torbidità generata dalle draghe, è stata comunque effettuata per ogni stazione un'analisi dei superamenti della soglia di 30 mg/l rilevati nel periodo maggio 2014 - aprile 2015.

Nella Tabella 5.6 si riporta per ogni stazione il numero totale di superamenti della soglia di 30 mg/l rilevati nel periodo maggio 2014 - aprile 2015, mentre nella Tabella 5.7 si individuano quelli che avvengono o meno in presenza di vento.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 5.6. Numero totale di superamenti della soglia di 30 mg/l e percentuale rispetto al numero totale dei dati validati nel periodo maggio 2014 - aprile 2015

STAZIONI	Stazioni in laguna				Stazioni a mare			
	MAP		CHP		MAM		CHM3	
Dati totali	27115		32492		24959		12510	
Condizioni eccezionali con C>30 mg/l	306	1.13%	3834	11.80%	3119	12.50%	1091	8.72%

Tabella 5.7. Numero totale di superamenti della soglia di 30 mg/l, numero dei superamenti dovuti e non dovuti al vento e relative percentuali rispetto al totale dei superamenti nel periodo maggio 2014 - aprile 2015.

STAZIONI	Stazioni in laguna				Stazioni a mare			
	MAP		CHP		MAM		CHM3	
Eventi eccezionali con C>30 mg/l	306		3834		3119		1091	
Superamenti CERTAMENTE dovuti a risospensione da vento (v >10 m/s)	296	96.73%	2780	72.51%	1108	35.52%	321	41.69%
Superamenti la cui causa NON È CERTAMENTE legata alla risospensione da vento (v<10 m/s)	10	3.27%	1054	27.49%	2011	64.48%	770	70.58%

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Si ricorda che i risultati dell'analisi relativi alla stazione CHM3 non sono confrontabili con quelli delle altre stazioni

Dalla Tabella 5.6 appare evidente che nel periodo maggio 2013 - aprile 2014 la percentuale dei superamenti della soglia di concentrazione pari a 30 mg/l rispetto al numero totale dei dati validati per ogni stazione è molto bassa e va da 1.13% (MAP) a 12.50% (MAM).

Si osserva a tal proposito che la tabella 3.6 indica per la stazione MAM una percentuale singolarmente elevata (circa 2/3) di eventi eccezionali (cioè con C superiore al valore di soglia di 30 mg/l) non legati alla presenza diretta del vento. Tale percentuale è decisamente superiore a quella registrata nell'altra stazione a mare CHP (circa 1/3) e ancor di più a quella registrata nelle stazioni in laguna. Questa circostanza potrebbe appunto essere legata al fatto che le stazioni MAM e CHM3 sono molto più esposte al "mare lungo" di Scirocco e Bora delle stazioni lagunari interne MAP e CHP, ed anche della stazione a mare LIM in vicinanza di Lido che (quando era in funzione negli anni scorsi) aveva generalmente evidenziato percentuali piuttosto basse di superamenti in assenza di forte vento.

In Figura 5.31 si riporta l'andamento della concentrazione rilevata alla stazione MAM nel periodo gennaio-febbraio 2015 insieme alla misura dell'altezza d'onda (significativa e massima), misurata alla piattaforma oceanografica del CNR-ISMAR.

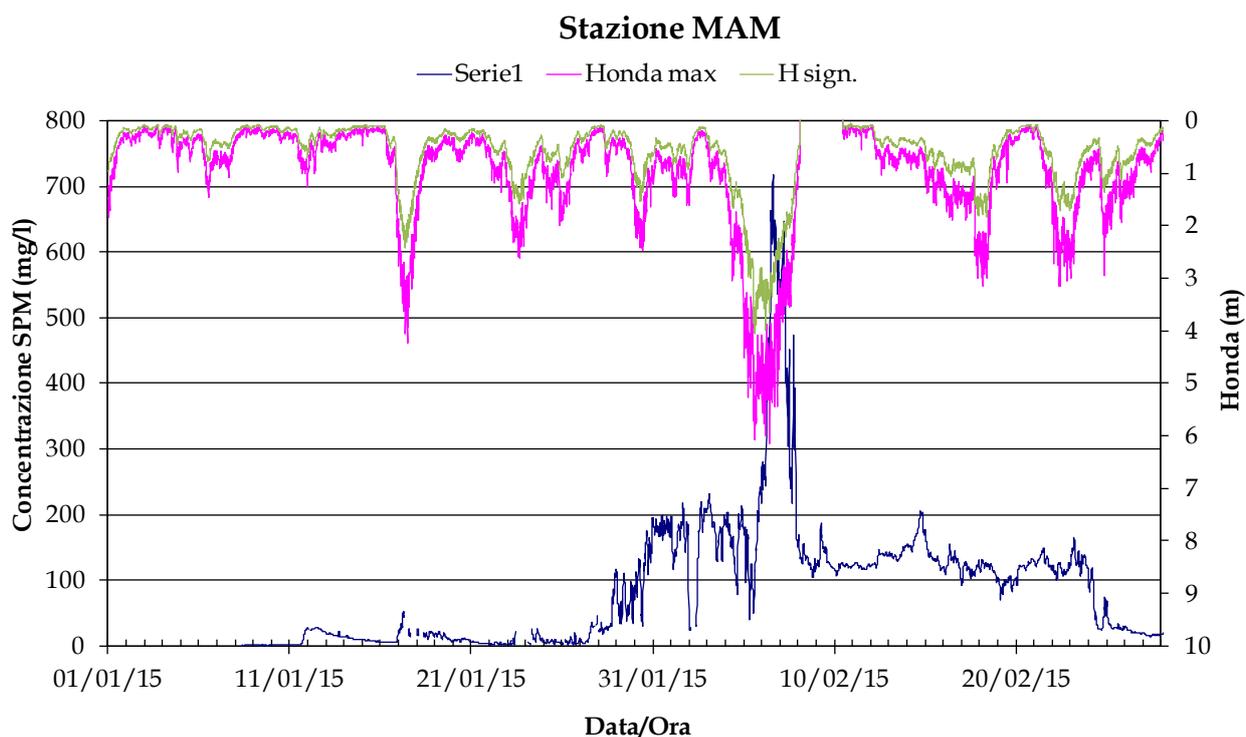


Figura 5.30 Serie temporale della concentrazione di SPM e dell'altezza d'onda significativa (verde) e massima (rosa) alla stazione MAM nel periodo gennaio-febbraio 2015.

Sembra ragionevole affermare che un'onda significativa di 4 m (e massima di oltre 6 m) giustifichi ampiamente i valori del 7 febbraio, peraltro già spiegati dal vento. Onde superiori a 1-2 m giustificano invece i superamenti nei giorni precedenti, avvenuti anche con vento inferiore a 10 m/s. Nelle stazioni a mare la concentrazione viene notevolmente influenzata dalle onde in mare (e solo indirettamente dal vento come generatore, in funzione del lungo fetch e della lunga durata, delle onde in mare), mentre nelle stazioni interne perlopiù dal vento locale (come generatore immediato delle onde in laguna).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Vale la pena osservare, comunque, che da un lato il quadrimestre di cui qui si rende conto è stato caratterizzato da valori statisticamente più elevati di torbidità; dall'altro lato, la serie torbiometrica registrata nella stazione CHP durante l'evento del 4-7 febbraio non contiene i valori superiori al fondo scala pari a 491 FTU.

Da un'analisi dettagliata dei superamenti del valore soglia riportata nei singoli rapporti di valutazione (PROVV.OO.PP. - CORILA 2014b, 2015c, 2015d) non risultano comunque superamenti dovuti alle attività di scavo indicate nel paragrafo 5.5.

5.5 Attività di scavo nel periodo considerato

Per il periodo corrispondente all'intervallo maggio2014 - aprile 2015 sono state rese disponibili dalla Direzione Lavori, per ogni opera di dragaggio, alcune informazioni relative alle attività di dragaggio alla bocca di porto di Chioggia che sono state svolte nel solo periodo 5-31 maggio 2014, e alla bocca di porto di Malamocco, che sono state svolte nel solo periodo 1-24 ottobre 2014. Nel periodo gennaio-aprile 2015 invece la Direzione Lavori comunica che non sono state effettuate operazioni di dragaggio.

Le informazioni forniteci (periodo dell'attività, effettivi giorni di scavo e volumi scavati) sono riportate nella Tabella 5.8 e sono limitate seguenti attività:

Bocca di Malamocco

- OP/413-10: conca dragaggio canaletta di accesso

Bocca di Chioggia

- OP/542-2: porto rifugio lato mare - ripristino opere 2^a fase

Per le stazioni MAP, MAM e CHP, non risultano superamenti in assenza di eventi meteo. Pertanto si può affermare che, anche se ci fossero state attività di scavo, il pennacchio (*plume*) di materiale risospeso dai mezzi operanti nelle aree di cantiere nel periodo di misura non ha presentato un'estensione tale da interessare significativamente le stazioni fisse per la registrazione della torbidità.

Per quanto riguarda la stazione CHM3, risultano dei superamenti non dovuti ad eventi meteo nel periodo 28 giugno - 10 luglio 2014 ma non ci sono state attività di scavo in questo periodo. Stesso discorso vale per i superamenti avvenuti in tutte le stazioni nel terzo quadrimestre gennaio-aprile 2015. Nel periodo 5-29 maggio 2014, inoltre, la sonda non era presente; pertanto non è possibile rilevare eventuali effetti sulla torbidità indotti dalle attività di scavo di quel periodo.

Tabella 5.8. Localizzazione attività di dragaggio, denominazione dell'opera, inizio e fine del periodo di scavo, numero effettivo di giornate e metri cubi di materiale.

	Opera	Periodo	gg scavo	mc
Bocca di Malamocco	OP/413-10	Dal 1/10/2014 al 24/10/2014	8	13952
Bocca di Chioggia	OP/542-2	Dal 5/5/2014 al 31/05/2014	18	13200

5.6 Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite negli anni di monitoraggio

Nella Tabella 5.9 si ripetono, per ogni periodo di monitoraggio, le date di inizio e fine; nella Tabella 5.10 invece si riportano le stazioni di misura attive ad ogni anno di monitoraggio.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 5.9. Periodi di monitoraggio: date di inizio e fine.

Periodo di monitoraggio	Inizio	Fine
B/1	1-4-2005	31-05-2006
B/2	1-6-2006	30-04-2007
B/3	1-5-2007	30-04-2008
B/4	1-5-2008	30-04-2009
B/5	1-5-2009	30-04-2010
B/6	1-5-2010	30-04-2011
B/7	1-5-2011	30-04-2012
B/8	1-5-2012	30-04-2013
B/9	1-5-2013	30-04-2014
B/10	1-05-2014	30-05-2015

Tabella 5.10. Periodi di monitoraggio: con il simbolo X si indica la presenza della stazione per ogni singolo anno.

	B/1	B/2	B/3	B/4	B/5	B/6	B/7	B/8	B/9	B/10
<i>Stazioni lagunari</i>										
MAP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CHP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stazioni a mare</i>										
MAM	X		X	X	X	X	X	X	X	X
CHM	X							X	X	X

NB Si ricorda che la posizione della stazione CHM è cambiata nel corso degli anni (Figura 5.1).

Per ciascuna stazione l'analisi è stata svolta per la serie relativa al periodo complessivo delle misure di torbidità degli Studi B/1-B/10, ma anche considerando le serie temporali relative ai singoli anni di misura.

I risultati sono presentati in forma tabellare (Tabella 5.11).

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 5.11. Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nella stazione di misura della torbidità MAP in tutto il periodo di monitoraggio (B/1-B/10), e nei singoli anni. Le concentrazioni sono in mg/l. Ntot è il numero totale di dati validati sui quali è stata fatta l'elaborazione, NaN (Not a Number) indica la mancanza di dati.

MAP	B/1-B/10	B/1	B/2	B/3	B/4	B/5	B/6	B/7	B/8	B/9	B/10
Ntot	305074	24968	31092	33311	25920	33366	32609	31452	31576	33665	27115
Media	9.20	9.01	6.69	11.92	16.22	10.57	9.29	7.15	7.28	7.41	7.25
Dev. Standard	10.67	6.70	5.41	12.12	17.44	13.53	7.64	11.11	7.27	6.28	10.17
Max.	299.90	91.10	107.30	158.90	230.70	299.90	141.65	153.36	195.05	86.30	299.00
Min.	0.20	2.00	1.10	0.30	0.70	1.30	1.78	0.29	0.48	0.25	0.20
10°percentile	3.05	4.50	3.30	3.70	6.70	4.70	4.24	1.98	2.40	2.16	2.40
25°percentile	4.54	5.50	4.20	6.20	8.80	5.70	5.48	3.21	3.36	3.55	3.50
50°percentile	6.70	7.00	5.50	9.30	12.10	7.50	7.53	4.79	5.14	5.80	5.30
75°percentile	10.40	9.80	7.50	13.20	17.30	10.70	10.74	6.93	8.25	8.98	8.30
90°percentile	16.20	15.30	10.30	20.30	25.80	17.20	14.58	10.59	14.46	14.83	12.60
95°percentile	22.20	21.30	13.80	28.70	38.20	24.90	18.76	17.69	19.94	18.67	16.80
Media interquartile	7.47	7.65	5.85	9.70	13.05	8.20	8.11	5.07	5.80	6.26	5.90

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 5.12 Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nella stazione di misura della torbidità CHP in tutto il periodo di monitoraggio (B/1-B/10) e nei singoli anni. Le concentrazioni sono in mg/l. Ntot è il numero totale di dati validati sui quali è stata fatta l'elaborazione. NaN (Not a Number) indica la mancanza di dati

CHP	B/1-B/10	B/1	B/2	B/3	B/4	B/5	B/6	B/7	B/8	B/9	B/10
Ntot	285171	22510	NaN	32524	33120	32205	30975	33672	33447	34226	32492
Media	10.01	10.87	NaN	6.85	10.70	10.31	9.46	8.84	7.76	7.36	18.46
Dev. Standard	18.43	11.59	NaN	8.93	16.99	13.10	12.36	11.05	9.01	7.73	42.75
Max.	539.93	194.20	NaN	169.80	309.00	215.60	206.88	130.40	274.73	122.49	539.93
Min.	0.30	0.50	NaN	0.30	0.30	1.50	1.07	1.13	1.52	0.64	0.36
10°percentile	2.95	4.00	NaN	2.80	3.00	3.50	3.26	2.88	2.80	2.25	3.14
25°percentile	4.10	5.20	NaN	3.50	4.20	4.90	4.38	4.13	3.77	3.32	4.59
50°percentile	6.00	7.10	NaN	4.70	6.10	7.00	6.25	5.75	5.40	5.09	7.47
75°percentile	9.47	11.10	NaN	6.80	10.10	10.80	9.67	8.32	8.44	8.34	14.60
90°percentile	18.08	21.00	NaN	11.30	20.20	18.50	16.08	16.20	14.23	14.21	34.50
95°percentile	28.48	33.20	NaN	16.50	32.40	26.00	25.04	27.55	20.44	20.73	61.40
Media interquartile	6.78	8.15	NaN	5.15	7.15	7.85	7.03	6.22	6.10	5.83	9.60

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 5.13. Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nella stazione di misura della torbidità MAM in tutto il periodo di monitoraggio (B/1-B/10), e nei singoli anni. Le concentrazioni sono in mg/l. Ntot è il numero totale di dati sui quali è stata fatta l'elaborazione. NaN (Not a Number) indica la mancanza di dati

MAM	B/1-B/10	B/1	B/2	B/3	B/4	B/5	B/6	B/7	B/8	B/9	B/10
Ntot	220217	29119	NaN	24400	26189	20701	13127	24966	27210	29546	24959
Media	14.49	14.63	NaN	6.92	12.25	13.93	3.47	30.57	10.29	11.34	22.59
Dev. Standard	38.68	24.41	NaN	10.39	17.98	20.31	2.99	80.35	30.10	24.47	55.47
Max.	745.97	140.40	NaN	133.50	239.50	381.60	25.24	745.97	620.22	492.97	717.30
Min.	0.10	0.10	NaN	0.60	1.10	1.30	0.22	0.30	0.17	0.14	0.22
10°percentile	1.80	1.90	NaN	1.60	3.40	3.70	0.72	1.26	1.98	2.06	1.78
25°percentile	2.88	3.30	NaN	2.30	4.80	5.30	1.35	2.31	2.80	2.92	2.53
50°percentile	5.10	5.80	NaN	3.60	7.10	8.80	2.54	3.89	4.43	4.72	4.78
75°percentile	10.40	12.60	NaN	7.10	11.40	16.40	4.75	8.87	9.45	11.09	11.55
90°percentile	23.70	37.40	NaN	13.80	23.10	24.90	7.32	124.91	16.74	23.57	85.00
95°percentile	47.40	61.20	NaN	22.80	40.20	35.40	8.96	208.67	24.05	33.20	131.20
Media interquartile	6.64	7.95	NaN	4.70	8.10	10.85	3.05	5.59	6.13	7.01	7.04

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 5.14. Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nella stazione di misura della torbidità CHM in tutto il periodo di monitoraggio (B/1-B/10), e nei singoli anni. Le concentrazioni sono in mg/l. Ntot è il numero totale di dati sui quali è stata fatta l'elaborazione. NaN (Not a Number) indica la mancanza di dati

CHM	B/1-B/10	B/1	B/2	B/3	B/4	B/5	B/6	B/7	B/8	B/9	B/10
Ntot	65346	16016	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	11867	24953	12510
Media	17.21	32.32	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	19.16	9.46	11.51
Dev. Standard	46.10	83.77	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	30.70	11.49	22.61
Max.	641.70	641.70	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	364.69	163.36	308.70
Min.	0.22	0.40	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0.39	0.32	0.22
10°percentile	2.04	1.80	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	2.48	2.21	1.61
25°percentile	2.96	3.20	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	3.68	2.78	2.57
50°percentile	5.87	7.30	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	7.90	5.28	4.52
75°percentile	13.90	17.50	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	19.68	10.76	11.29
90°percentile	32.60	62.60	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	49.62	23.72	28.01
95°percentile	54.51	179.80	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	77.27	33.16	41.70
Media interquartile	8.43	10.35	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	11.68	6.77	6.93

Le Tabella 5.11. -Tabella 5.14 mettono in evidenza la variabilità temporale interannuale dei parametri statistici della concentrazione rilevata nelle varie stazioni di misura. Tale variabilità è notevole per tutti i parametri, ma non è evidente alcuna loro sistematica tendenza ad una crescita o decrescita in funzione del tempo. Si riportano infatti come esempio, nelle figure seguenti (Figura 5.31, Figura 5.32, Figura 5.33), l'andamento della media interquartile, dei valori minimi e dei valori massimi di concentrazione per ogni stazione e per i singoli anni di monitoraggio. Nei grafici non si considera la stazione CHM3 poichè è presente solo per quattro anni.

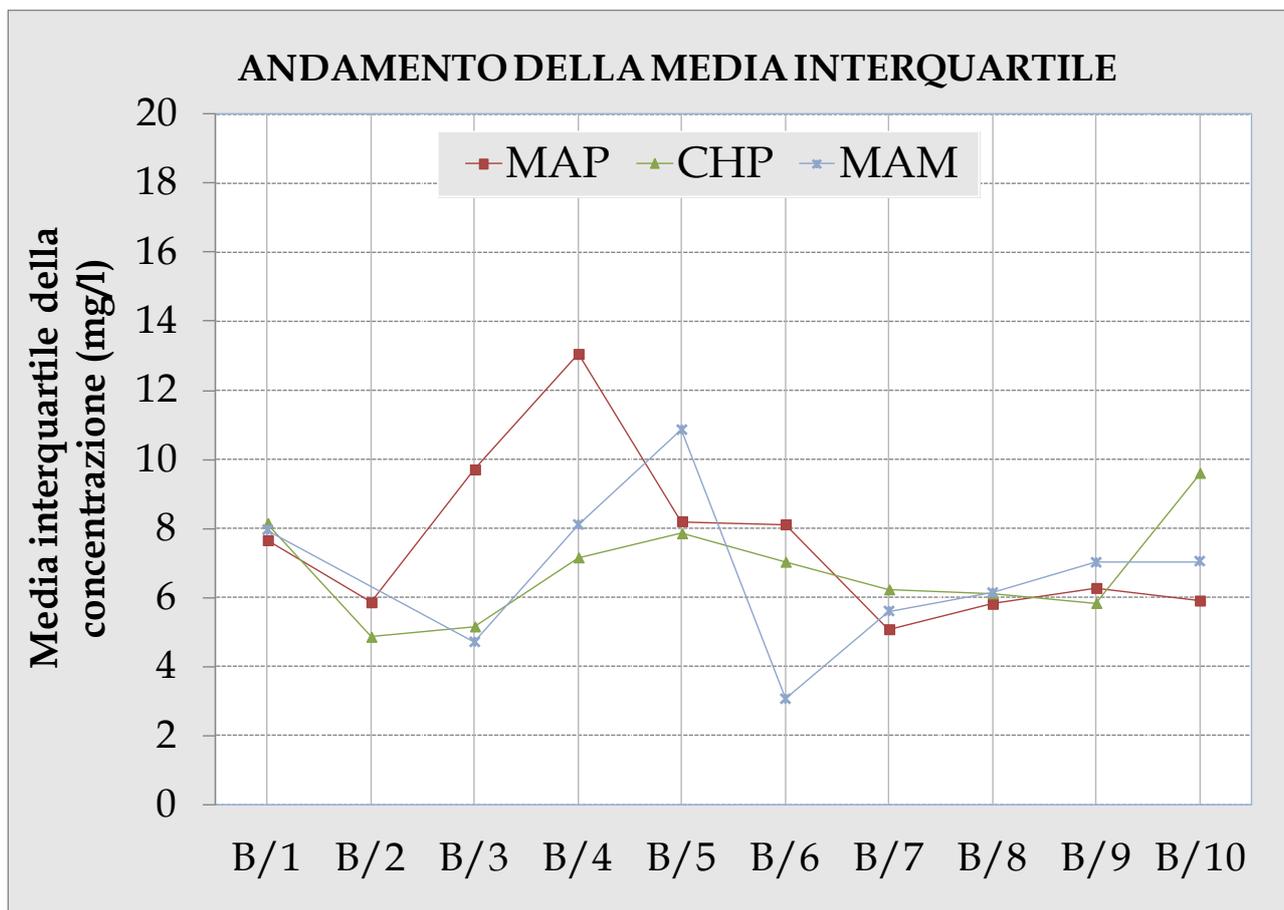


Figura 5.31. Andamento della media interquartile della concentrazione misurata nelle stazioni fisse durante i singoli anni di monitoraggio.

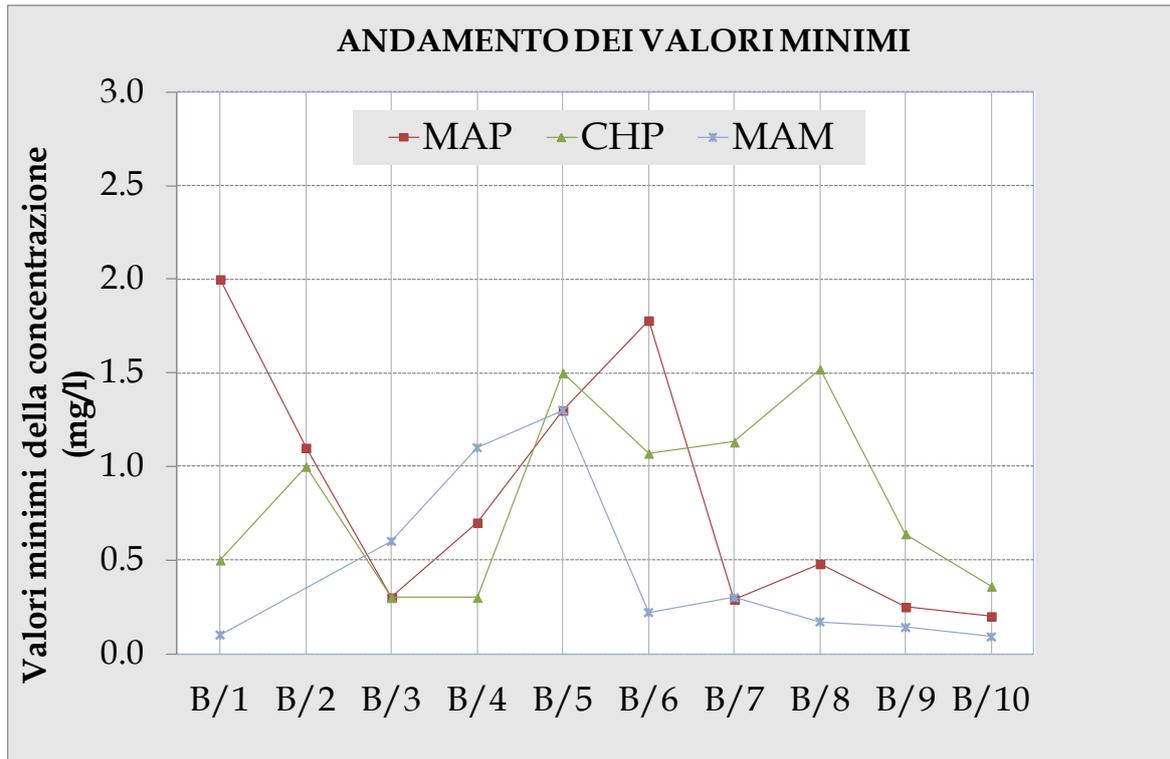


Figura 5.32. Andamento dei valori minimi della concentrazione misurata nelle stazioni fisse durante i singoli anni di monitoraggio.

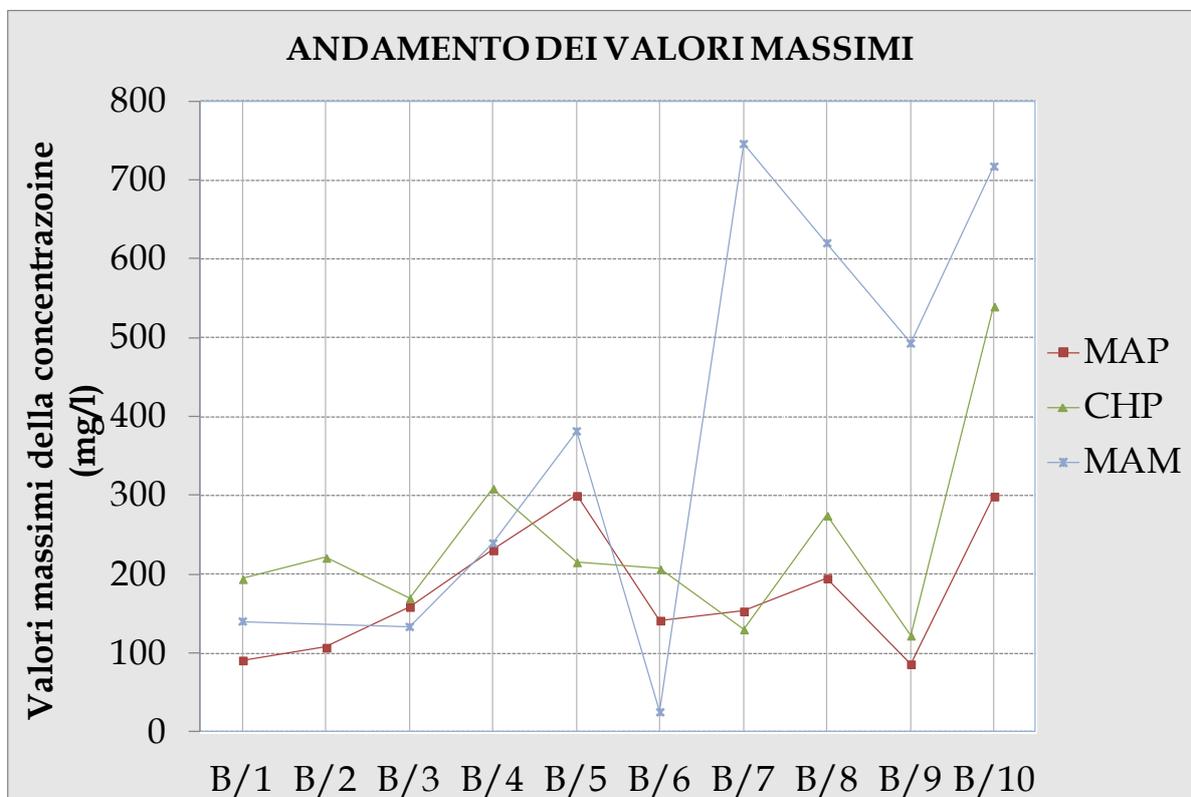


Figura 5.33. Andamento dei valori massimi della concentrazione misurata nelle stazioni fisse durante i singoli anni di monitoraggio.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Nella Tabella 5.15 per ogni stazione si riportano le prime colonne delle Tabella 5.11. ,Tabella 5.12,Tabella 5.13,Tabella 5.14: si riassumono così i risultati dell'analisi statistica effettuata su tutti i dati relativi a tutti gli anni di monitoraggio (B/1-B/10) con lo scopo di mettere in evidenza la variabilità spaziale delle misure.

Tabella 5.15. Parametri statistici rappresentativi delle serie temporali acquisite nelle stazioni di misura della torbidità in tutto il periodo di monitoraggio. Le concentrazioni sono in mg/l. Ntot è il numero totale di dati validati sui quali è stata fatta l'elaborazione.

	<i>Stazioni lagunari</i>		<i>Stazioni a mare</i>
	MAP	CHP	MAM
Ntot	305074	285171	220217
Media	9.20	10.01	14.49
Dev. Standard	10.67	18.43	38.68
Max.	299.90	539.93	745.97
Min.	0.20	0.30	0.10
10°percentile	3.05	2.95	1.80
25°percentile	4.54	4.10	2.88
50°percentile	6.70	6.00	5.10
75°percentile	10.40	9.47	10.40
90°percentile	16.20	18.08	23.70
95°percentile	22.20	28.48	47.40
Media interquartile	7.47	6.78	6.64

Nella Figura 5.34 si riporta l'andamento dei percentili. Si nota come la stazione a mare MAM abbia il 95° percentile molto più elevato di quella in laguna, a conferma del fatto che risente maggiormente degli eventi estremi.

Dalla Tabella 5.15 si osserva che la deviazione standard assume valori superiori alla media: questo indica che si ha una notevole dispersione dei dati attorno al valore medio, cioè una variabilità temporale dovuta alle presenza di eventi meteo marini particolarmente intensi, come pure ad altre occasionali circostanze, come il passaggio di grosse imbarcazioni. In Figura 5.35 è rappresentata per ogni stazione la dispersione dei dati espressa mediante il parametro media più o meno la deviazione standard: si nota che la dispersione maggiore dei dati si ha per la stazione a mare MAM.

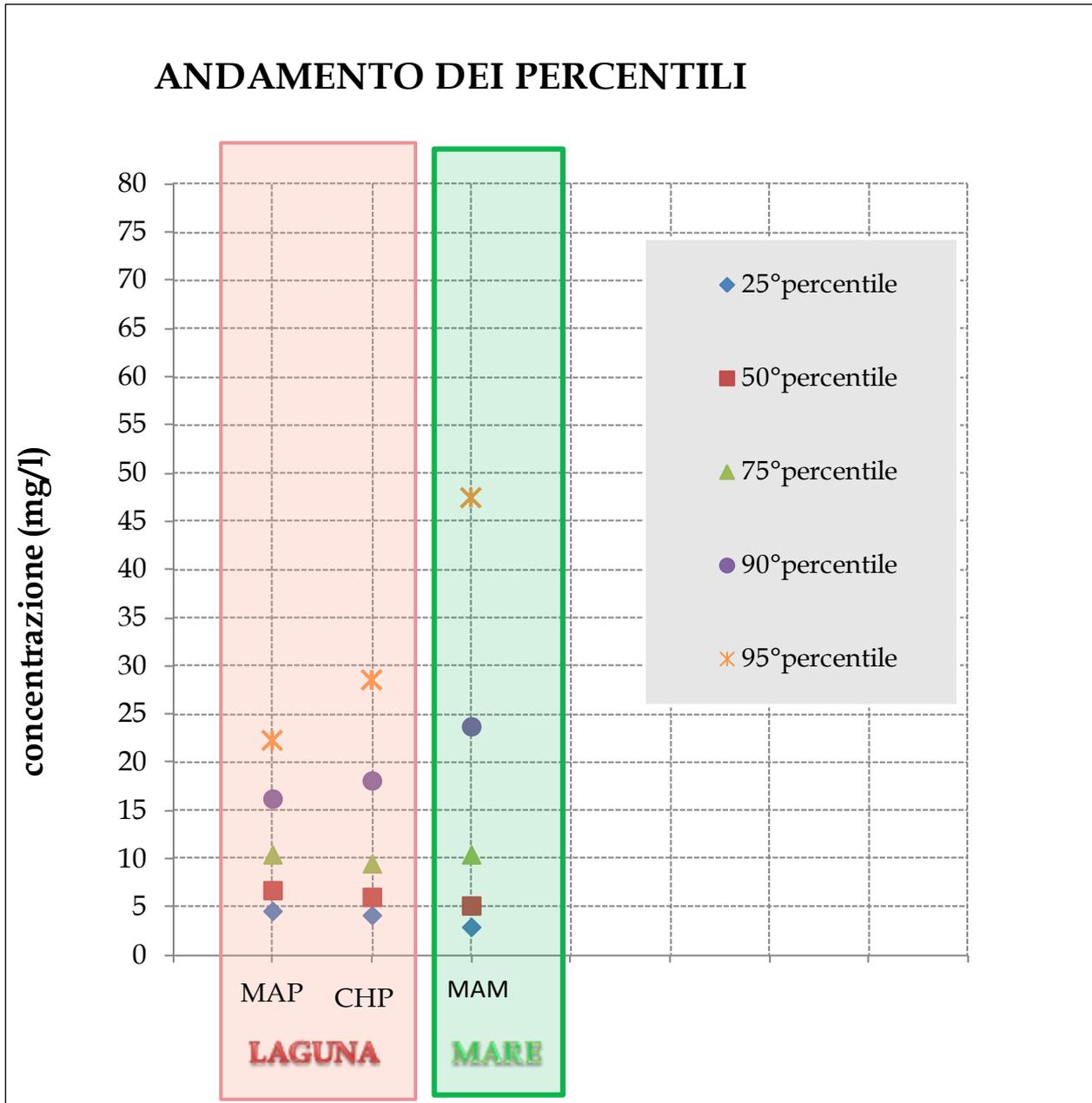


Figura 5.34. Andamento dei percentili della concentrazione misurata nelle stazioni fisse durante gli anni di monitoraggio nel periodo B/1-B/10.

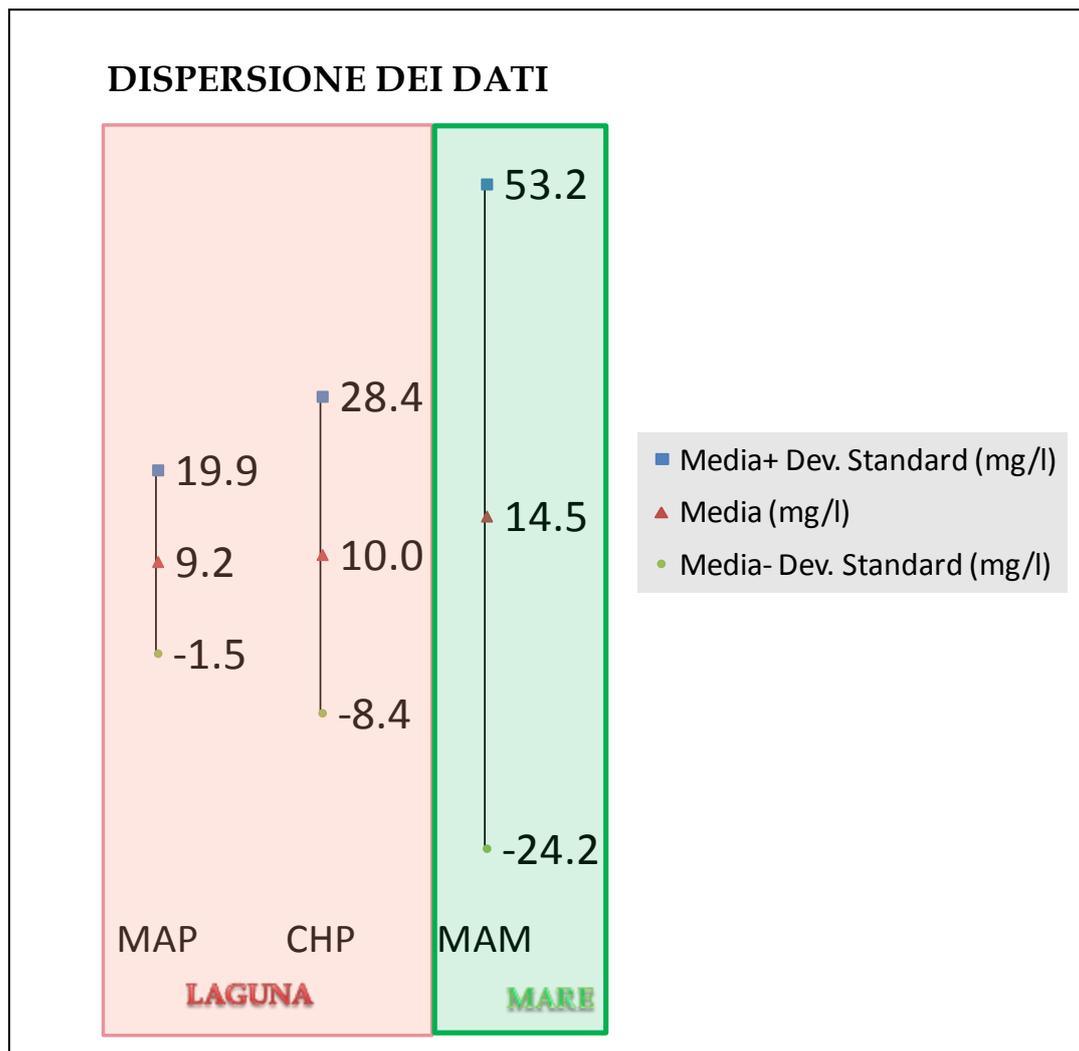


Figura 5.35. Media e deviazione standard della concentrazione misurata nelle stazioni fisse durante gli anni di monitoraggio nel periodo B/1-B/10.

5.7 Struttura dell'archivio dei dati

L'archivio dei dati, allegato al presente Rapporto, raggruppa le serie temporali di ciascuna delle otto stazioni. Le serie temporali sono organizzate in file, ciascuno dei quali contiene le acquisizioni di una singola stazione ed è identificato con la sigla della stazione stessa secondo lo schema della Tabella 5.1.

Ogni cartella, in formato Microsoft Excel comprende una serie di fogli che contengono:

- foglio di lavoro contenente tutti i dati in successione temporale (foglio identificato con la sigla della stazione p.e. "CHP - tutti").
- un grafico di regressione della torbidità (FTU) in funzione della concentrazione di SPM (mg/l) nei campioni prelevati per la calibrazione del sensore ottico e la corrispondente equazione della retta di regressione (foglio identificato con la dicitura Calibrazione);
- un foglio di lavoro contenente l'intero insieme di dati utilizzati per la calibrazioni e la costruzione del grafico di regressione della torbidità (FTU) in funzione della concentrazione di SPM (mg/l) (foglio identificato con la dicitura Dati-Calibrazione).

6 ANALISI INTEGRATA PLURIANNUALE

Per l'analisi integrata pluriennale è in atto una complessa attività avente come scopo sia l'interpretazione delle serie temporali dei dati raccolti dalla rete torbiometrica (4 stazioni), sia lo studio della correlazione spaziale esistente fra questi dati e le misure effettuate attraverso le tre bocche di porto nel corso di ripetute campagne. Tale attività, già iniziata Studio B.6.72 B/8 è stata conclusa nell'anno corrente.

6.1 Analisi della concentrazione rilevata dai torbidimetri

Già nel precedente rapporto dello Studio B.6.72 B/9 era stata sviluppata una relazione fra la concentrazione (mg/l) rilevata in una data stazione torbidimetrica ed i corrispondenti valori della velocità del vento v (m/s) e dell'altezza H (m) (rilevati alla Piattaforma oceanografica del CNR-ISMAR):

$$C = C_{base} + \alpha_H(H^4 - H50^4) + \alpha_v(v^2 - v50^2) \quad (1)$$

in cui C_{base} (mg/l) è una costante che include le altre possibili forzanti (principalmente le correnti di marea); $v50$ e $H50$ sono le velocità del vento e l'altezza d'onda aventi una frequenza di superamento del 50% (valori mediani della distribuzione statistica); mentre α_v e α_H sono due opportuni coefficienti dimensionali dipendenti dalla stazione torbiometrica e dall'anno considerati.

Nel presente rapporto sono state sviluppate due analoghe relazioni:

$$C = C_{basee} + \alpha_{He}(H^4 - H50^4) + \alpha_{ve}(v^2 - v50^2) \quad (2)$$

$$C = C_{baseu} + \alpha_{Hu}(H^4 - H50^4) + \alpha_{vu}(v^2 - v50^2) \quad (3)$$

che distinguono la concentrazione rilevata nel corso della fase di flusso e riflusso (marea entrante, eq.2) e della fase di riflusso (marea uscente, eq.3).

I valori numerici dimensionali delle grandezze C_{base} , C_{basee} , C_{baseu} , α_v , α_{ve} , α_{vu} , α_H , α_{He} , α_{Hu} sono riportati nelle Tabelle 6.1-Tabella 6.7 distinti per stazione torbidimetrica e per anno considerati.

Nelle tabelle vengono altresì forniti i coefficienti di determinazione R^2 (%) nonché i valori medi di ciascuna serie annuale e la deviazione standard della serie stessa.

Nell'ultima riga vengono inoltre indicati i "valori medi depurati" cioè i valori medi ottenuti eliminando i valori (indicati in rosso) ritenuti poco attendibili perché caratterizzati da un valore troppo basso del coefficiente di determinazione R^2 o coefficienti negativi.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 6.1. Stazione LTP. Valori del 50° percentile della velocità del vento (V50), dell'altezza d'onda (H50). Valori ottenuti mediante la regressione multipla per ogni anno di monitoraggio. In rosso gli anni in cui si hanno i coefficienti negativi o i valori di R2 inferiori al 30%.

LTP	H50	V50	COMPLESSIVO				ENTRANTE				USCENTE			
			cbase	α_H	α_v	R ² %	cbase_e	α_{He}	α_{ve}	R ² _e %	cbase_u	α_{hu}	α_{vu}	R ² _u %
B1 2005/2006	0.52	3.90	21.87	0.19	0.04	76.92	23.59	0.19	0.05	73.26	19.43	0.28	0.01	70.79
B2 2006/2007	0.44	3.40	13.36	0.18	0.03	51.06	14.73	0.20	0.20	42.64	11.83	0.29	0.04	58.15
B3 2007/2008	0.54	4.20	25.09	0.19	-0.01	18.52	23.18	0.30	-0.01	14.17	18.76	0.41	-0.03	78.05
B4 2008/2009	0.52	4.20	35.43	0.09	0.04	22.96	33.05	0.44	0.05	51.02	25.61	0.24	0.04	44.47
B5 2009/2010	0.49	3.90												
B6 2010/2011	0.56	4.10												
B7 2011/2012	0.42	3.60	15.80	0.33	0.17	67.69	19.15	0.85	0.14	80.81	13.84	0.24	0.15	76.68
B8 2012/2013	0.50	3.90	20.71	0.18	0.04	70.63	25.14	0.21	0.04	69.23	19.20	0.09	-0.02	11.24
B9 2013/2014	0.54	3.90	25.62	0.22	-0.06	35.86	24.72	0.83	-0.10	76.74	19.20	0.14	-0.05	51.04
MEDIA	0.50	3.90	22.56	0.20	0.04	49.09	23.37	0.43	0.05	58.27	18.27	0.24	0.02	55.77
Dev. Std.	0.05	0.26	7.25	0.07	0.07	23.74	5.65	0.29	0.10	23.93	4.44	0.11	0.07	23.44
MEDIA DEPUR	0.50	3.55	17.94	0.22	0.07	66.58	23.13	0.38	0.10	63.39	17.68	0.26	0.06	62.52

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 6.2. Stazione MAP. Valori del 50° percentile della velocità del vento (V50), dell'altezza d'onda (H50). Valori ottenuti mediante la regressione multipla per ogni anno di monitoraggio. In rosso gli anni in cui si hanno i coefficienti negativi o i valori di R2 inferiori al 30%.

MAP	H50	V50	COMPLESSIVO				ENTRANTE				USCENTE			
			cbase	α_H	α_v	R ² %	cbase_e	α_{He}	α_{ve}	R ² _e %	cbase_u	α_{hu}	α_{vu}	R ² _u %
B1 2005/2006	0.52	3.90	9.54	0.04	0.05	84.90	10.62	0.06	0.03	71.36	9.22	0.03	0.07	84.72
B2 2006/2007	0.44	3.40	5.66	0.12	0.05	68.83	8.50	-1.27	0.00	28.01	7.58	0.46	-0.01	19.53
B3 2007/2008	0.54	4.20	14.43	0.21	0.07	65.49	11.95	0.47	0.04	61.33	10.84	0.48	0.06	83.52
B4 2008/2009	0.52	4.20	19.13	0.04	0.14	37.27	12.77	0.29	0.15	64.45	13.47	0.55	0.11	44.77
B5 2009/2010	0.49	3.90	3.74	-0.02	0.19	54.48	7.17	0.00	0.12	48.89	6.18	0.53	0.10	88.10
B6 2010/2011	0.56	4.10	4.60	0.13	0.11	80.06	6.13	0.20	0.07	74.41	7.78	0.28	0.06	85.81
B7 2011/2012	0.42	3.60	1.74	0.13	0.14	73.16	3.24	0.30	0.08	79.86	2.22	0.17	0.14	85.19
B8 2012/2013	0.50	3.90	11.05	0.03	0.02	58.33	9.85	0.03	0.01	53.67	8.94	0.13	0.03	73.55
B9 2013/2014	0.54	3.90	9.87	0.13	0.00	88.57	10.81	0.14	-0.01	66.11	9.33	0.14	0.02	86.07
MEDIA	0.50	3.90	8.86	0.09	0.09	67.90	9.01	0.02	0.05	60.90	8.40	0.31	0.06	72.36
Dev. Std.	0.05	0.28	5.57	0.07	0.06	16.23	3.05	0.51	0.05	15.69	3.12	0.20	0.05	24.01
MEDIA DEPUR	0.50	3.55	9.50	0.10	0.07	69.58	8.82	0.19	0.07	64.85	8.50	0.29	0.07	78.97

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 6.3. Stazione CHP. Valori del 50° percentile della velocità del vento (V50), dell'altezza d'onda (H50). Valori ottenuti mediante la regressione multipla per ogni anno di monitoraggio. In rosso gli anni in cui si hanno i coefficienti negativi o i valori di R2 inferiori al 30%.

			COMPLESSIVO				ENTRANTE				USCENTE			
CHP	H50	V50	cbase	α_H	α_v	R ² %	cbase_e	α_{He}	α_{ve}	R ² _e %	cbase_u	α_{hu}	α_{vu}	R ² _u %
B1 2005/2006	0.52	3.90	10.88	0.04	0.11	88.27	7.98	0.16	0.04	72.07	8.66	0.13	0.10	79.49
B2 2006/2007	0.44	3.40	1.53	0.34	0.14	77.38	-1.32	0.49	0.17	81.74	1.05	0.72	0.15	82.21
B3 2007/2008	0.54	4.20	4.84	0.16	0.08	76.25	7.60	0.50	0.00	64.93	6.84	0.29	0.04	76.81
B4 2008/2009	0.52	4.20	14.35	0.04	0.15	41.33	9.72	0.32	0.11	59.97	12.62	0.39	0.10	58.56
B5 2009/2010	0.49	3.90	7.58	0.00	0.16	57.15	9.70	0.38	0.05	68.90	5.78	0.62	0.12	83.59
B6 2010/2011	0.56	4.10	4.02	0.19	0.18	81.44	5.35	0.30	0.10	79.03	7.18	0.49	0.14	91.46
B7 2011/2012	0.42	3.60	5.47	0.14	0.11	80.27	4.32	0.22	0.08	81.45	4.99	0.21	0.14	88.00
B8 2012/2013	0.50	3.90	10.86	0.06	0.05	70.13	9.77	0.03	0.04	64.79	8.62	0.23	0.07	84.40
B9 2013/2014	0.54	3.90	9.62	0.09	0.03	64.23	9.26	0.14	0.01	59.43	9.34	0.07	0.07	58.34
MEDIA	0.50	3.90	7.68	0.12	0.11	70.72	6.93	0.28	0.07	70.26	7.23	0.35	0.10	78.10
Dev. Std.	0.05	0.28	4.08	0.10	0.05	14.49	3.67	0.16	0.05	8.81	3.22	0.22	0.04	11.93
MEDIA DEPUR	0.50	3.55	7.42	0.14	0.12	73.58	6.64	0.30	0.07	70.26	6.73	0.42	0.11	80.72

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 6.4. Stazione LMR. Valori del 50° percentile della velocità del vento (V50), dell'altezza d'onda (H50). Valori ottenuti mediante la regressione per ogni anno di monitoraggio. In rosso gli anni in cui si hanno i coefficienti negativi o i valori di R2 inferiori al 30%.

LMR	H50	V50	COMPLESSIVO				ENTRANTE				USCENTE			
			cbase	α_H	α_v	R ² %	cbase_e	α_{He}	α_{ve}	R ² _e %	cbase_u	α_{hu}	α_{vu}	R ² _u %
B1 2005/2006	0.52	3.90	3.80	0.11	0.12	73.37	4.61	0.17	0.17	79.60	10.13	0.10	0.04	41.56
B2 2006/2007	0.44	3.40	4.60	0.24	0.06	70.46	4.17	0.26	0.07	77.55	8.93	0.08	0.03	61.49
B3 2007/2008	0.54	4.20	10.34	0.10	0.04	61.60	8.56	0.19	0.06	74.31	8.93	0.08	0.03	61.43
B4 2008/2009	0.52	4.20	15.87	0.05	0.03	26.15	13.93	0.13	0.04	50.69	13.39	0.19	0.00	51.63
B5 2009/2010	0.49	3.90												
B6 2010/2011	0.56	4.10												
B7 2011/2012	0.42	3.60	9.79	0.55	0.26	70.41	-2.73	1.17	0.42	86.23	10.16	0.33	0.21	77.80
B8 2012/2013	0.50	3.90	28.92	0.10	-0.01	31.74	16.96	0.10	0.11	55.70	18.68	0.23	-0.03	27.25
B9 2013/2014	0.54	3.90	34.19	0.39	-0.16	40.80	28.15	0.96	-0.13	59.43	17.69	0.57	-0.07	87.02
MEDIA	0.50	3.90	15.36	0.22	0.05	53.50	10.52	0.43	0.10	69.07	12.56	0.23	0.03	58.31
Dev. Std.	0.05	0.28	11.86	0.18	0.13	20.07	10.16	0.44	0.17	13.63	4.13	0.18	0.09	20.47
MEDIA DEPUR	0.50	3.55	7.14	0.25	0.12	68.96	7.58	0.34	0.14	70.68	10.31	0.16	0.06	58.78

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 6.5. Stazione LMR-2. Valori del 50° percentile della velocità del vento (V50), dell'altezza d'onda (H50). Valori ottenuti mediante la regressione multipla di per ogni anno di monitoraggio. In rosso gli anni in cui si hanno i coefficienti negativi o i valori di R2 inferiori al 30%.

LMR-2	H50	V50	COMPLESSIVO				ENTRANTE				USCENTE			
			cbase	α_H	α_v	R ² %	cbase_e	α_{He}	α_{ve}	R ² _e %	cbase_u	α_{hu}	α_{vu}	R ² _u %
B1 2005/2006	0.52	3.90												
B2 2006/2007	0.44	3.40	4.73	0.29	0.09	65.66	2.73	0.43	0.13	79.14	6.12	0.21	0.05	74.40
B3 2007/2008	0.54	4.20	9.94	0.14	0.05	66.46	7.09	0.40	0.06	71.91	8.79	0.19	0.02	80.07
B4 2008/2009	0.52	4.20	10.17	0.22	0.08	55.86	9.31	0.37	0.10	64.47	11.14	0.31	0.02	64.84
B5 2009/2010	0.49	3.90												
B6 2010/2011	0.56	4.10												
B7 2011/2012	0.42	3.60	9.43	0.31	0.15	72.27	5.17	0.74	0.19	87.34	10.34	0.23	0.10	79.73
B8 2012/2013	0.50	3.90	27.39	0.10	-0.04	41.10	16.05	0.09	0.06	70.18	20.76	0.12	-0.04	11.69
B9 2013/2014	0.54	3.90	18.07	0.26	-0.04	51.13	13.23	0.72	-0.05	82.59	15.42	0.17	-0.05	67.73
MEDIA	0.50	3.90	13.29	0.22	0.05	58.75	8.93	0.46	0.08	75.94	12.09	0.21	0.02	63.08
Dev. Std.	0.05	0.28	8.13	0.08	0.08	11.56	5.01	0.24	0.08	8.55	5.23	0.07	0.06	25.92
MEDIA DEPUR	0.50	3.90	8.57	0.24	0.09	65.06	8.07	0.41	0.11	74.61	9.10	0.24	0.05	74.76

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 6.6. Stazione LIM. Valori del 50° percentile della velocità del vento (V50), dell'altezza d'onda (H50). Valori ottenuti mediante la regressione multipla per ogni anno di monitoraggio. In rosso gli anni in cui si hanno i coefficienti negativi o i valori di R2 inferiori al 30%.

LIM	H50	V50	COMPLESSIVO				ENTRANTE				USCENTE			
			cbase	α_H	α_v	R ² %	cbase_e	α_{He}	α_{ve}	R ² _e %	cbase_u	α_{hu}	α_{vu}	R ² _u %
B1 2005/2006	0.52	3.90	22.01	0.35	0.10	69.44	22.35	0.30	0.13	73.02	22.10	0.48	0.06	73.16
B2 2006/2007	0.44	3.40	48.74	1.19	0.22	45.50	40.85	0.43	0.55	72.84	40.16	3.65	0.12	78.05
B3 2007/2008	0.54	4.20	36.48	0.39	0.03	35.88	33.70	0.52	-0.02	23.02	21.83	0.82	0.01	45.22
B4 2008/2009	0.52	4.20	18.57	0.62	0.04	59.72	17.98	0.63	0.01	55.87	6.49	1.13	0.15	80.88
B5 2009/2010	0.49	3.90												
B6 2010/2011	0.56	4.10												
B7 2011/2012	0.42	3.60	4.38	0.70	0.22	87.05	5.18	0.78	0.19	86.11	5.73	1.00	0.19	89.63
B8 2012/2013	0.50	3.90	22.83	0.14	0.02	27.36	19.11	0.19	0.06	46.30	16.22	0.43	0.00	64.52
B9 2013/2014	0.54	3.90	39.31	0.96	-0.13	84.65	36.29	1.36	-0.12	78.18	32.24	0.95	-0.12	86.29
MEDIA	0.50	3.90	27.47	0.62	0.07	58.51	25.06	0.60	0.11	62.19	20.68	1.21	0.06	73.96
Dev. Std.	0.05	0.28	14.93	0.37	0.12	23.35	12.51	0.39	0.22	21.93	12.66	1.11	0.11	15.15
MEDIA DEPUR	0.50	3.55	26.04	0.65	0.12	59.52	21.09	0.46	0.19	66.83	18.75	1.25	0.09	71.91

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 6.7. Stazione MAM. Valori del 50° percentile della velocità del vento (V50), dell'altezza d'onda (H50). Valori ottenuti mediante la regressione multipla per ogni anno di monitoraggio. In rosso gli anni in cui si hanno i coefficienti negativi o i valori di R2 inferiori al 30%.

MAM	H50	V50	COMPLESSIVO				ENTRANTE				USCENTE			
			cbase	α_H	α_v	R ² %	cbase_e	α_{He}	α_{ve}	R ² _e %	cbase_u	α_{hu}	α_{vu}	R ² _u %
B1 2005/2006	0.52	3.90	18.25	0.35	0.16	78.48	21.97	0.30	0.16	72.88	13.05	0.51	0.18	81.34
B2 2006/2007	0.44	3.40												
B3 2007/2008	0.54	4.20	7.68	0.17	0.06	71.97	6.57	0.35	0.05	63.02	5.09	0.33	0.03	83.09
B4 2008/2009	0.52	4.20	23.13	0.21	0.03	37.04	15.70	0.40	0.08	64.50	15.84	0.44	0.05	55.72
B5 2009/2010	0.49	3.90	5.15	0.04	0.24	50.45	8.09	0.66	0.09	58.08	12.55	0.69	0.02	81.05
B6 2010/2011	0.56	4.10	3.81	0.06	0.00	55.54	3.30	0.08	0.00	61.49	3.94	0.05	0.00	11.20
B7 2011/2012	0.42	3.60	-9.82	0.99	0.86	84.08	5.18	0.78	0.19	86.11	-4.67	1.80	0.71	88.41
B8 2012/2013	0.50	3.90	33.07	0.24	-0.10	21.47	26.94	0.26	-0.07	18.11	23.94	0.42	-0.07	29.80
B9 2013/2014	0.54	3.90	14.23	0.61	0.01	84.65	15.47	0.53	0.01	41.68	9.54	0.54	0.03	92.15
MEDIA	0.50	3.90	11.94	0.33	0.16	60.46	12.90	0.42	0.06	58.23	9.91	0.60	0.12	65.35
Dev. Std.	0.05	0.28	13.20	0.32	0.30	23.28	8.53	0.22	0.09	20.52	8.62	0.52	0.25	30.13
MEDIA DEPUR	0.50	3.55	11.60	0.17	0.10	58.70	10.13	0.43	0.09	67.68	11.21	0.50	0.06	78.67

I “valori medi depurati” forniscono, per ciascuna stazione, una prima indicazione sulla differenza di concentrazione in condizione di flusso e riflusso e si osserva subito come tale differenza si presenti sistematicamente con segno diverso nelle tre bocche della laguna.

Nelle stazioni della bocca di Lido, infatti, la concentrazione di base C_{base} , i coefficienti α_v e α_v risultano nella maggior parte dei casi più elevati con la marea entrante che con la marea uscente; accade invece il contrario per le bocche di Malamocco e Chioggia.

Tale differenza di segno (ritenendo sostanzialmente uguali i due volumi nelle due fasi di marea) induce a ritenere che attraverso queste ultime due bocche prevalga un flusso netto di sedimenti uscente dalla laguna, mentre attraverso la bocca di Lido il flusso netto appare diretto dal mare verso l'interno. Circostanza questa confermata da una situazione erosiva oggi concentrata nella parte centrale della laguna, fra le bocche di Malamocco e Chioggia. I dati della tabella permettono inoltre di valutare l'importanza relativa, per ciascun torbidometro e periodo annuale considerato, della concentrazione di sedimenti rispettivamente generatosi dalle correnti di marea (inclusa nel termine C_{basee} e C_{baseu}) dal vento locale (proporzionale ai coefficienti α_{ve} e α_{vu}) e dal moto ondoso in mare (proporzionale al coefficiente α_{He} e α_{Hu}). Per tale valutazione è necessario considerare nelle (eq.2) e (eq.3) anche la durata relativa (o frequenza di superamento) τ sia del vento $v(\tau)$ sia del moto ondoso $H(\tau)$. Così facendo è possibile mettere in evidenza che il moto ondoso in mare appare prevalente per frequenze di superamento molto piccole (eventi rari); il vento locale è prevalente per frequenze di superamento intermedie (eventi poco frequenti); mentre le correnti di marea (eq.2) (eq.3) sono responsabili per la concentrazione creata dagli eventi più frequenti, cioè per valori della velocità del vento v e dell'altezza d'onda H inferiori ai rispettivi valori mediani $V50$ e $H50$.

6.2 Analisi della correlazione spaziale fra le misure di torbidità

Per indagare in quale misura i valori registrati nelle stazioni torbidimetriche sono indicativi della distribuzione spaziale della concentrazione dei sedimenti sospesi, sono state intraprese le analisi di correlazione sia fra le misure registrate nelle diverse stazioni, sia fra queste e le misure effettuate con ADCP nel corso di diverse campagne, in corrispondenza ad un punto fisso (indicato con ADCPm e ADCPch nelle Figura 6.1 e Figura 6.2) delle bocche di Porto di Chioggia e Malamocco. Lo Studio B.6.72 B/10 non ha previsto l'attivazione della rete di monitoraggio in continuo della torbidità a Lido, pertanto non sono presentati i dati relativi a questa bocca di porto.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

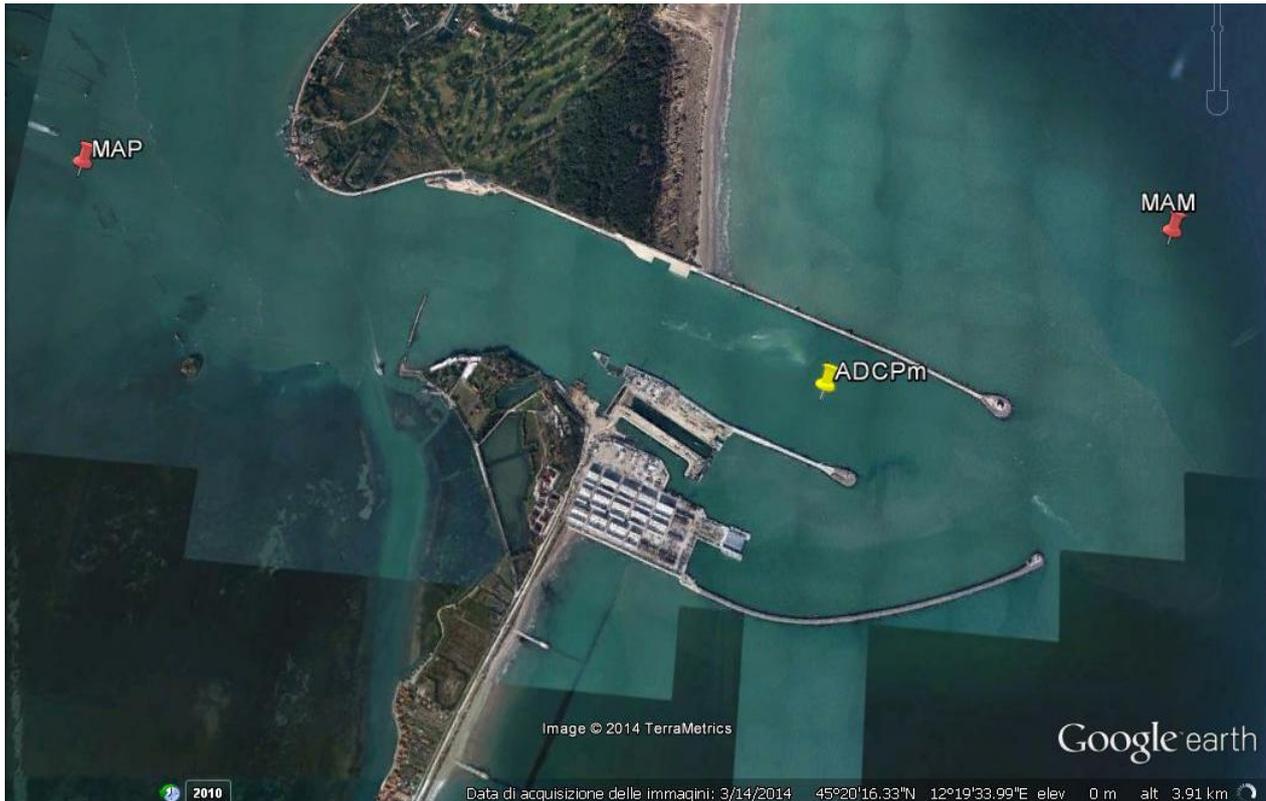


Figura 6.1. Bocca di porto di Malamocco: ADCP fisso (in giallo) e stazioni torbidimetriche (in rosso).



Figura 6.2. Bocca di porto di Chioggia: ADCP fisso (in giallo) e stazioni torbidimetriche (in rosso).

Nelle seguenti tabelle (Tabella 6.8-6.17) si riportano, assieme ai valori della concentrazione mediata sulla verticale e alla portata di marea Q che fluisce attraverso la sezione della bocca di porto misurate con l'ADCP nelle varie campagne, anche i contemporanei valori della velocità del vento V , del moto ondoso H misurati alla Piattaforma (Figura 5.2) i gradienti del livello misurati presso i mareografi alle bocche di porto (Figura 5.2) nonché i contemporanei valori della torbidità registrata dai torbidimetri installati nella stessa bocca (Figura 5.1). Le tabelle, già presentate nel

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Rapporto Finale dello Studio B.6.72 B/9 sono state aggiornate con i dati dell'ultimo anno di monitoraggio appena concluso.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 6.8. Studio B.6.72 B/6, Bocca di Malamocco. Concentrazione, velocità della corrente e portata misurate nel punto fisso ADCP. Velocità del vento e altezza d'onda misurate alla piattaforma. Gradienti dei livelli di marea misurati al mareografo. Concentrazioni misurate alle stazioni torbidimetriche.

Punto	Data	Ora	Profilo CTD Punto	Sezione 80 - 82		Piattaforma		Mareografo	Torbidimetri	
			C _{ADCP}	V _{ADCP}	q _{ADCP}	Vento	Honda	dy/dt	MAM	MAP
ADCPm	02/12/2010	8.01	7	0.09	-97			-0.012		10.87
ADCPm	02/12/2010	9.12	8.1	0.71	4681			0.014		10.55
ADCPm	02/12/2010	10.35	10.1	0.91	6167			0.066		11.48
ADCPm	02/12/2010	12.51	14.8	0.87	5929			0.104		15.51
ADCPm	31/01/2011	09:22	16.5	0.6	3948	8.5	1.05	-0.002		8.60
ADCPm	31/01/2011	10:48	11.8	0.83	5329	6.7	1.48	0.054		8.67
ADCPm	31/01/2011	13:05	10.7	0.74	4616	7.5	1.41	0.094		7.92
ADCPm	01/02/2011	09:39	7.80	0.42	2774	5.1	0.96	-0.004		7.83
ADCPm	01/02/2011	11:13	10.50	0.88	5796	3.3	0.58	0.056		7.73
ADCPm	02/02/2011	09:20	6.10	0.2	-1096	6.9	1	-0.048		6.49
ADCPm	02/02/2010	10:36	6.60	0.8	5083	6	0.88	0.008		6.95
ADCPm	02/02/2010	12:52	10.9	1.2	7678	5.8	0.87	0.11		7.26

Tabella 6.9. Studio B.6.72 B/6, Bocca di Chioggia. Concentrazione, velocità della corrente e portata misurate nel punto fisso ADCP. Velocità del vento e altezza d'onda misurate alla piattaforma. Gradienti dei livelli di marea misurati al mareografo. Concentrazioni misurate alle stazioni torbidimetriche.

Punto	Data	Ora	Profilo CTD Punto	Sezione 80 - 82		Piattaforma		Mareografo	Torbidimetri
			C _{ADCP}	V _{ADCP}	q _{ADCP}	Vento	Honda	dy/dt	CHP
ADCP_ch	17/01/2011	09:42	5.07	0.8	3517	2	1.07	0.072	1.85
ADCP_ch	17/01/2011	09:45	5.66	0.8	3517	2	1.07	0.072	1.85
ADCP_ch	17/01/2011	13:04	8.13	0.7	3038	2.4	0.04	0.088	3.74
ADCP_ch	18/01/2011	09:04	2.93	0.6	2610	0.8	0.14	0.036	2.33
ADCPch	03/11/2010	08:31	19.4	0.52	2409	5.1	0.62	0.046	14.80
ADCPch	03/11/2010	09:56	18.54	0.93	4367	4.2	0.63	0.1	19.45
ADCPch	03/11/2010	12:01	19.29	0.85	3818	4.9	0.59	0.074	18.00
ADCPch	03/11/2010	13:04	18.4	0.67	2830	4.2	1.09	0.046	18.81
ADCPch	04/11/2010	09:14		0.57	2605	1.9	0.34	0.046	
ADCPch	04/11/2010	09:27	10.40	0.57	2605	2.4	0.26	0.056	

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Punto	Data	Ora	Profilo CTD Punto	Sezione 80 - 82		Piattaforma		Mareografo	Torbidimetri
			C _{ADCP}	v _{ADCP}	q _{ADCP}	Vento	Honda	dy/dt	CHP
ADCPch	04/11/2010	12:27	17.03	0.91	4071	1.8	0.24	0.092	6.88

Tabella 6.10. Studio B.6.72 B/7, Bocca di Malamocco. Concentrazione, velocità della corrente e portata misurate nel punto fisso ADCP. Velocità del vento e altezza d'onda misurate alla piattaforma. Gradienti dei livelli di marea misurati al mareografo. Concentrazioni misurate alle stazioni torbidimetriche.

Punto	Data	Ora	Profilo CTD Punto	Sezione 80 - 82		Piattaforma		Mareografo	Torbidimetri	
			C _{ADCP}	v _{ADCP}	q _{ADCP}	Vento	Honda	dy/dt	MAM	MAP
ADCPm	05/12/2011	8.08	1.73	0.61	3662	2.10	0.62	0.01	0.983	2.31
ADCPm	05/12/2011	10.15	1.99	0.74	4197	0.10	0.92	0.066	0.731	1.64
ADCPm	05/12/2011	12.31	2.44	0.42	2756	2.00	1.14	0.06	1.007	4.82
ADCPm	06/12/2011	8.32	2.45	0.57	3394	8.50	1.29		2.395	2.45
ADCPM	06/12/2011	13.06	7.24	0.56	3762	1.80	1	0.076	1.825	4.58
ADCPm	07/12/2011	9.23	2.31	0.75	4438	2.50	0.15	0.022	1.097	3.99
ADCPm	07/12/2011	10.19	3.06	0.94	5440	2.60	1.04	0.05	1.113	4.41
ADCPm	07/12/2011	10.38	3.64	0.92	5479	1.30	0.98	0.078	0.649	3.05
ADCPm	07/12/2011	12.4	4.48	0.85	4859	1.90	0.17	0.092	0.560	4.08

Tabella 6.11. Studio B.6.72 B/7, Bocca di Chioggia. Concentrazione, velocità della corrente e portata misurate nel punto fisso ADCP. Velocità del vento e altezza d'onda misurate alla piattaforma. Gradienti dei livelli di marea misurati al mareografo. Concentrazioni misurate alle stazioni torbidimetriche.

Punto	Data	Ora	Profilo CTD Punto	Sezione 80 - 82		Piattaforma		Mareografo	Torbidimetri
			C _{ADCP}	v _{ADCP}	q _{ADCP}	Vento	Honda	dy/dt	CHP
ADCPCH	08/03/2012	13.13	10.8	1	3749			0.12667	4.04
ADCPH	08/03/2012	15.15	12.2	0.6	2230			0.05333	5.45

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 6.12. Studio B.6.72 B/8, Bocca di Malamocco. Concentrazione, velocità della corrente e portata misurate nel punto fisso ADCP. Velocità del vento e altezza d'onda misurate alla piattaforma. Gradienti dei livelli di marea misurati al mareografo. Concentrazioni misurate alle stazioni torbidimetriche.

Punto	Data	Ora	Profilo CTD Punto	Sezione 80 - 82		Piattaforma		Mareografo	Torbidimetri	
			C _{ADCP}	v _{ADCP}	q _{ADCP}	Vento	Honda	dy/dt	MAM	MAP
ADCPm	14/01/2013	8.15	2.1	0.75	-4490	12.2	2.18	-0.058	10.70	17.99
ADCPm	14/01/2013	11.24	2.8	0.9	5339	9.1	1.35	-0.044	9.79	14.25
ADCPm	14/01/2013	09:34	28.3	0.89	-5705	10.2	1.49	-0.076	24.29	23.42
ADCPm	14/01/2013	10:43	27.7	0.34	-2113	7.8	2.03	-0.09	12.74	16.47
ADCPm	14/01/2013	13:27	21.9	1.17	6140	6.8	2.32	0.078	5.93	13.10
ADCPm	14/01/2013	14:25	33.6	1.22	6185	5.7	1.88	0.104	4.28	12.40
ADCPm	15/01/2013	12:41	10.5	0.52	3095	3.9	1.01	-0.006	11.17	6.96
ADCPm	15/01/2013	13:45	13.29	0.91	5668	3.9	1	0.03	10.62	9.81
ADCPm	30/08/2012	7.46	2.3	0.96	-5935	4.8	0.28	-0.12	2.50	4.20
ADCPm	30/08/2012	9.1	1.8	0.39	-2444	3.6	0.38	-0.06	3.06	2.20
ADCPm	30/08/2012	10.17	1.80	0.45	2825	3.1	0.32	-0.012	3.55	3.18
ADCPm	30/08/2012	11.57	3.10	0.96	5865	3.1	0.32	0.072	4.01	3.16
ADCPm	30/08/2012	13.04	4.10	0.99	5905	2.5	0.3	0.098	3.84	4.09

Tabella 6.13. Studio B.6.72 B/8, Bocca di Chioggia. Concentrazione, velocità della corrente e portata misurate nel punto fisso ADCP. Velocità del vento e altezza d'onda misurate alla piattaforma. Gradienti dei livelli di marea misurati al mareografo. Concentrazioni misurate alle stazioni torbidimetriche.

Punto	Data	Ora	Profilo CTD Punto	Sezione 80 - 82		Piattaforma		Mareografo	Torbidimetri	
			C _{ADCP}	v _{ADCP}	q _{ADCP}	Vento	Honda	dy/dt	CHP	CHM
ADCPch	31/08/2012	7.28	2.1	0.9	-4027	2.5	0.42	-0.1000	2.97	
ADCPch	31/08/2012	8.43	2	0.66	-2969	7.2	0.48	-0.0567	2.42	
ADCPch	31/08/2012	9.42	1.5	0.39	-1590	7.9	0.76	0.0150	2.09	
ADCPch	31/08/2012	10.59	1.6	0.45	1877	5.9	0.95	0.0567	1.84	
ADCPch	31/08/2012	12.02	3.4	0.79	3436	4.6	0.72	0.0900	1.87	
ADCPch	31/08/2012	13.06	3.8	0.8	3368	2.1	0.76	0.0733	1.82	
ADCPCH CR	16/01/2013	8.18	27	0.07	-120	12.4	1.34	-0.0200	19.31	
ADCPCHCL	28/08/2012	11.51	3.5	0.43	1838	0.8	0.26	0.0400	4.17	
ADCPCHCR	28/08/2012	7.15	3.5	0.53	-2331	3.3	0.28	-0.0500	4.37	

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 6.14. Studio B.6.72 B/9, Bocca di Malamocco. Concentrazione, velocità della corrente e portata misurate nel punto fisso ADCP. Velocità del vento e altezza d'onda misurate alla piattaforma. Gradienti dei livelli di marea misurati al mareografo. Concentrazioni misurate alle stazioni torbidimetriche.

Punto	Data	Ora	Profilo CTD Punto	Sezione 80 - 82		Piattaforma		Mareografo	Torbidimetri	
			C_{ADCP}	V_{ADCP}	q_{ADCP}	Vento	Honda	dy/dt	MAM	MAP
ADCPmCL	02/10/2013	10	3.45	0.73	4165	7.4		0.0200	25.63	
ADCPmCL	02/10/2013	12.3	6.03	0.96	5630	4.4		0.1133	26.61	
ADCPmCL	04/10/2013	10.2	3.76	0.7	4206	5.6		0.0267	17.24	5.27
ADCPmCL	04/10/2013	12.5	6.03	1.18	6233	4		0.0933	10.28	5.04

Tabella 6.15. Studio B.6.72 B/9, Bocca di Chioggia. Concentrazione, velocità della corrente e portata misurate nel punto fisso ADCP. Velocità del vento e altezza d'onda misurate alla piattaforma. Gradienti dei livelli di marea misurati al mareografo. Concentrazioni misurate alle stazioni torbidimetriche.

Stazione	Data	Ora	Profilo CTD Punto	Sezione 80 - 82		Piattaforma		Mareografo	Torbidimetri	
			C_{ADCP}	V_{ADCP}	q_{ADCP}	Vento	Honda	dy/dt	CHP	CHM
ADCPCH CL	26/09/2013	14.04	1.18	0.22	956	5.50		0.01	7.23	4.00
ADCPCH CR	26/09/2013	8.36	1.2	0.25	-1056	4.40		-0.02		2.35
ADCPCH CL	01/10/2013	9.5	2.07	0.66	2712	4.50		0.06	9.46	
ADCPCH CL	03/10/2013	10.2	2.07	0.89	3352	7.00		0.09	9.52	
ADCPCH CL	03/10/2013	13.07	1.97	0.90	3525	4.70		0.11	11.97	
ADCPCH CR	03/10/2013	8.11	2.17	0.44	-1948	6.90		-0.03	15.08	
ADCPCH	24/07/2013	7.57	15.9	0.91	-3741	3.90	0.58	-0.12	2.13	
ADCPCH	24/07/2013	9.45	5.2	0.85	-3593	3.50%	0.65	-7.00%	1.91	

Tabella 6.16. Studio B.6.72 B/10, Bocca di Malamocco. Concentrazione, velocità della corrente e portata misurate nel punto fisso ADCP. Velocità del vento e altezza d'onda misurate alla piattaforma. Gradienti dei livelli di marea misurati al mareografo. Concentrazioni misurate alle stazioni torbidimetriche.

Stazione	Data	Ora	Profilo CTD Punto	Sezione DN - DS		Piattaforma		Mareografo	Torbidimetri	
			C_{ADCP}	V_{ADCP} (m/s)	q_{ADCP} (m ³ /s)	Vento	Onda	dy/dt	MAP	MAM
ADCPmCL	03/03/2015	10:10	4.35	0.56	806	2.4	0.71		3.9	5.5
ADCPmCL	03/03/2015	14:06	5.67	0.57	3158	2.0	0.51		5.2	5.6
ADCPmCL	04/03/2015	10:57	3.66	0.68	4051	2.9	0.32		4.2	4.7
ADCPmCL	04/03/2015	13:28	5.81	0.84	4738	3.5	0.36		6.1	4.8

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Stazione	Data	Ora	Profilo CTD Punto	Sezione DN - DS		Piattaforma		Mareografo dy/dt	Torbidimetri	
				C_{ADCP}	V_{ADCP} (m/s)	q_{ADCP} (m ³ /s)	Vento		Onda	MAP
ADCPmCR	05/03/2015	09:14	100.21	0.41	-2445	13.1	2.68		25.9	227.9

Tabella 6.17. Studio B.6.72 B/10, Bocca di Chioggia. Concentrazione, velocità della corrente e portata misurate nel punto fisso ADCP. Velocità del vento e altezza d'onda misurate alla piattaforma. Gradienti dei livelli di marea misurati al mareografo. Concentrazioni misurate alle stazioni torbidimetriche.

Stazione	Data	Ora	Profilo CTD Punto	Sezione 80 - 82		Piattaforma		Mareografo dy/dt	Torbidimetri	
				C_{ADCP}	V_{ADCP} (m/s)	q_{ADCP} (m ³ /s)	Vento		Onda	CHP
ADCPch	17/02/2015	14:09	22.48	0.65	2381	7.4	1.25		5.7	8.8
ADCPch	18/02/2015	13:33	55.19	1.05	4095	2.0	1.67		6.1	8.5
ADCPch	19/02/2015	09:15	23.29	0.45	-1970	2.3	0.51		8.2	4.6
ADCPch	19/02/2015	12:53	25.35	1.02	3182	1.4	0.30		4.0	
ADCPch	20/03/2015	09:53	3.83			4.1	0.36		32.2	
ADCPch	20/03/2015	13:26	10.63	0.92	3515	3.5	0.33		19.6	

Nei grafici si possono osservare le correlazioni esistenti tra le concentrazioni medie sulla colonna d'acqua misurate nei punti notevoli ADCPm (Malamocco) e ADCPch (Chioggia). Per quanto riguarda i dati relativi alla bocca di porto di Malamocco è facile osservare, nel diagramma di Figura 6.3, la diretta relazione tra i solidi sospesi misurati presso la stazione MAP e le concentrazioni medie sulla colonna d'acqua nel punto ADCPm. La linea di tendenza ottenuta dai dati ha un coefficiente di determinazione R^2 pari a 0.83, pertanto si può affermare con buona approssimazione che vi è una relazione lineare tra le due popolazioni di dati. Nella Figura 6.4 si riporta il diagramma che mette in relazione i dati di concentrazione misurati nella stazione MAM e le concentrazioni medie sulla verticale misurate nel punto ADCPm. Si osserva che la relazione tra le due serie è ancora una volta lineare, ma non è molto significativa poichè vi è un solo dato nel campo dei valori elevati. Ciò potrebbe portare a errate valutazioni del trend effettivo per i valori estremi.

Nei dati relativi alla bocca di porto di Chioggia si osserva una maggiore dispersione, soprattutto per quanto riguarda i valori della stazione CHP confrontata con i profili medi di concentrazione ottenuti nel punto ADCPch (Figura 6.5). Si è provato a discriminare i valori secondo le intensità del vento (Figura 6.6), tuttavia neanche in questo modo si è riusciti ad ottenere un adeguato riscontro. Appare evidente che la stazione CHP si trova in un'area che sembra avere poca correlazione con quanto succede nel canale principale essendo influenzata come già visto da fenomeni locali (par. 5.3). I punti raccolti per la stazione CHM, ubicata a mare in zona antistante la bocca di porto di Chioggia (Figura 6.7), pur avendo un coefficiente di determinazione non molto alto (0.61) sembrano essere maggiormente correlati tra loro di quanto non accada per la stazione precedente. In questo caso, tuttavia, non sono presenti molti dati per cui il risultato non è molto attendibile.

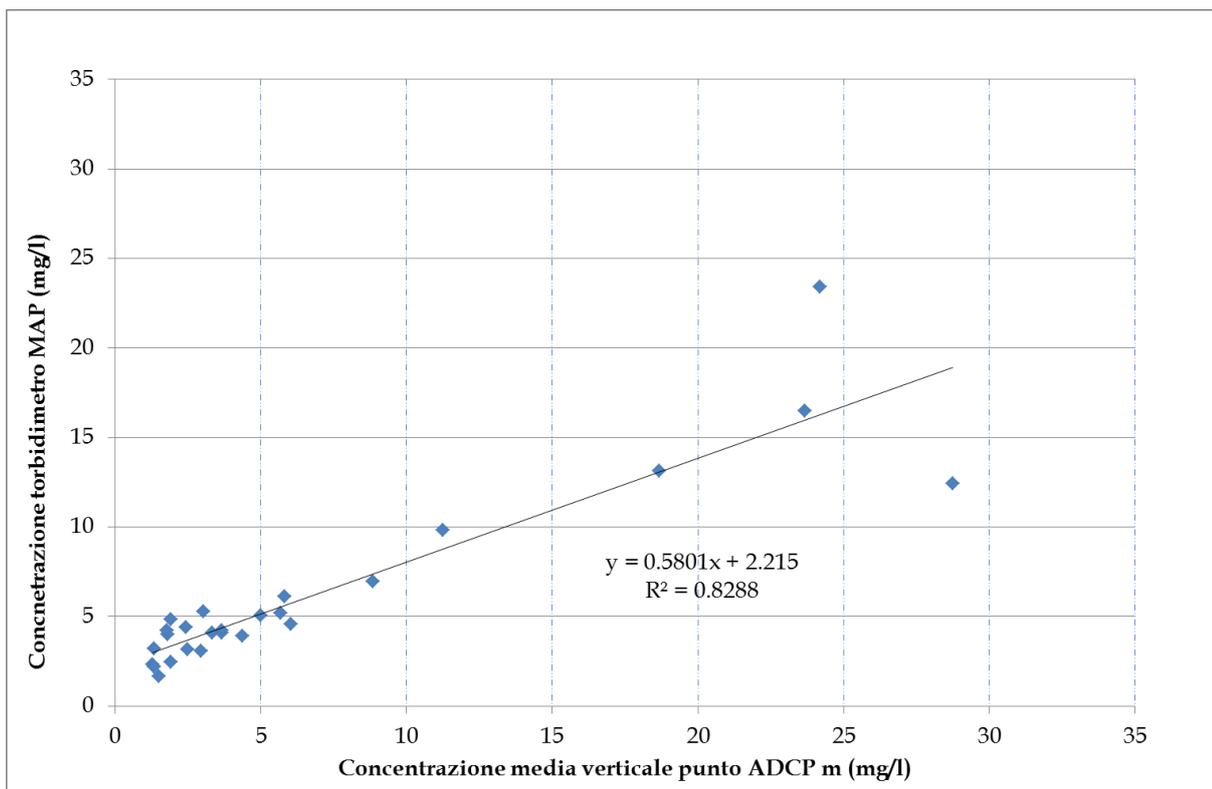


Figura 6.3. Retta di correlazione tra torbidità misurata dal torbidimetro MAP e concentrazione media sulla verticale presso il punto ADCPm (Malamocco). Misure dalle campagne anni di monitoraggio degli Studi B.6.72 B/7-B/10.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

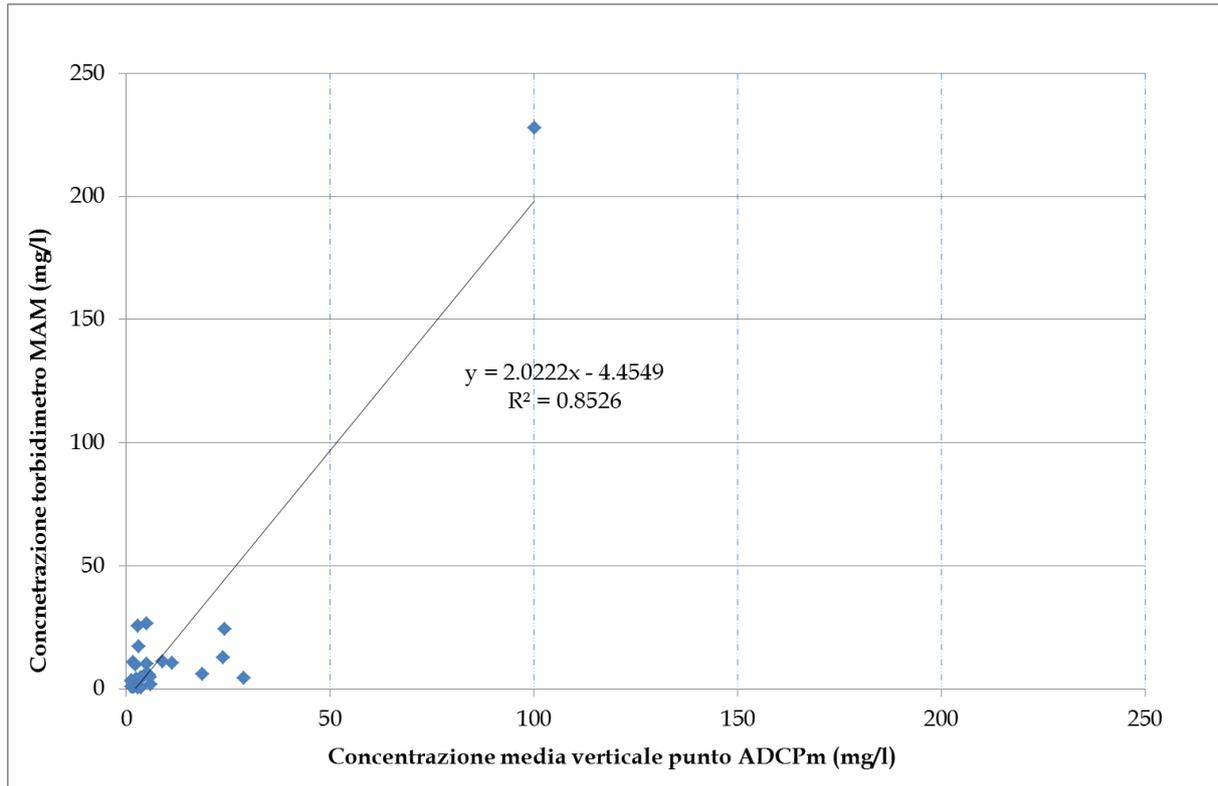


Figura 6.4. Retta di correlazione tra torbidità misurata dal torbidimetro presso il MAM e concentrazione media sulla verticale presso il punto ADCPm (Malamocco). Misure dalle campagne anni di monitoraggio degli Studi B.6.72 B/7-B/10.

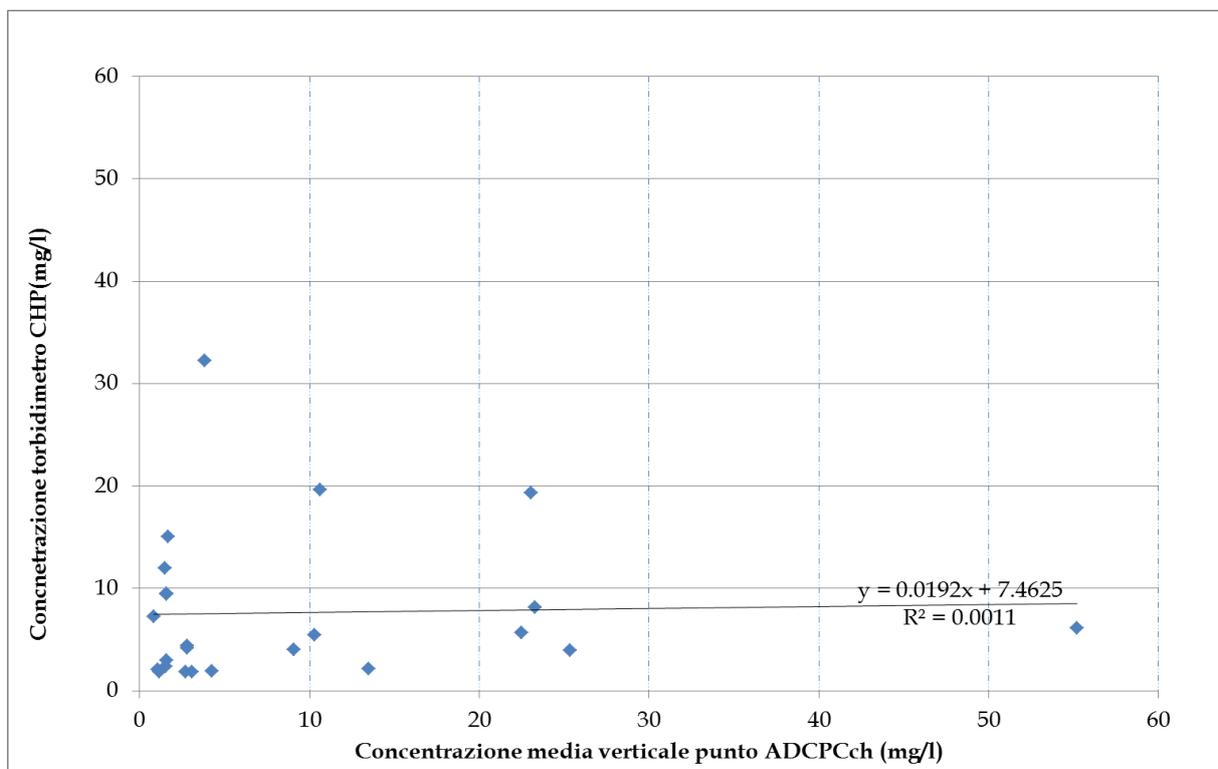


Figura 6.5. Retta di correlazione tra torbidità misurata dal torbidimetro presso il CHP e concentrazione media sulla verticale presso il punto ADCPch (Chioggia). Misure dalle campagne anni di monitoraggio degli Studi B.6.72 B/7-B/10.

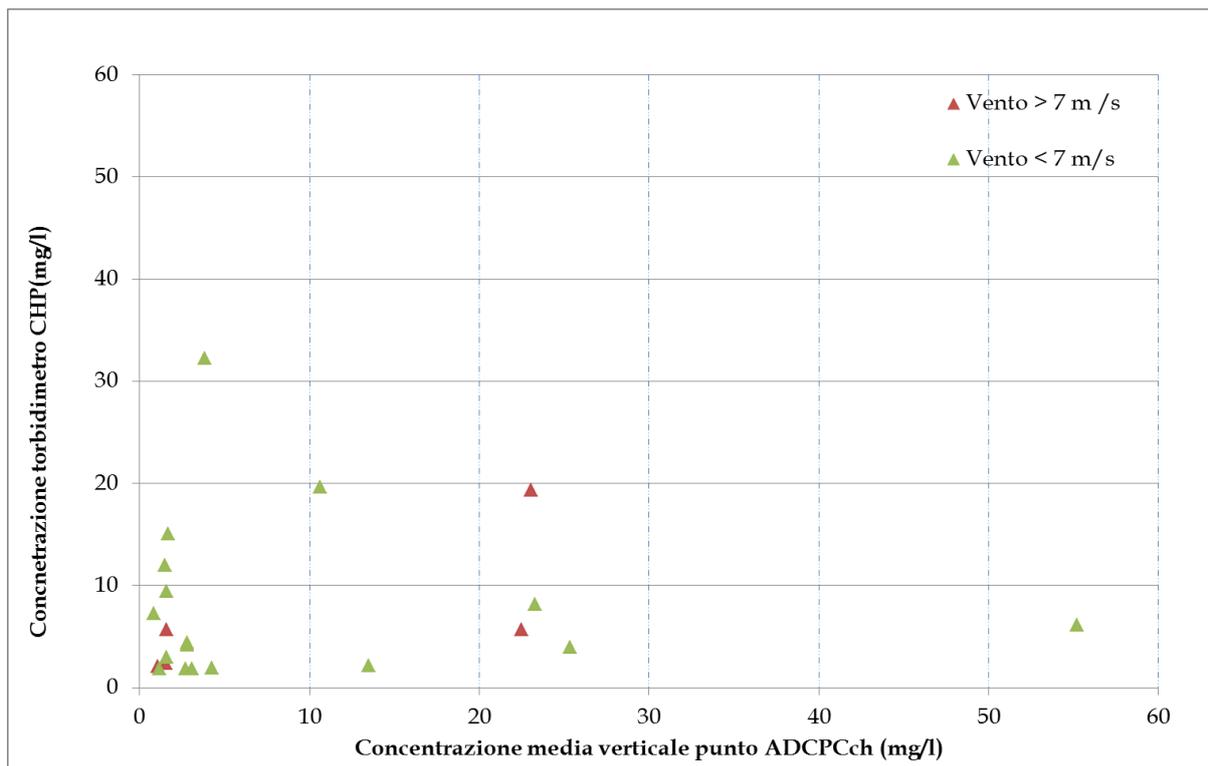


Figura 6.6. Retta di correlazione tra torbidità misurata dal torbidimetro presso il CHP e concentrazione media sulla verticale presso il punto ADCPch (Chioggia). Misure dalle campagne anni di monitoraggio degli Studi B.6.72 B/7-B/10. Discriminazione valori secondo l'intensità del vento.

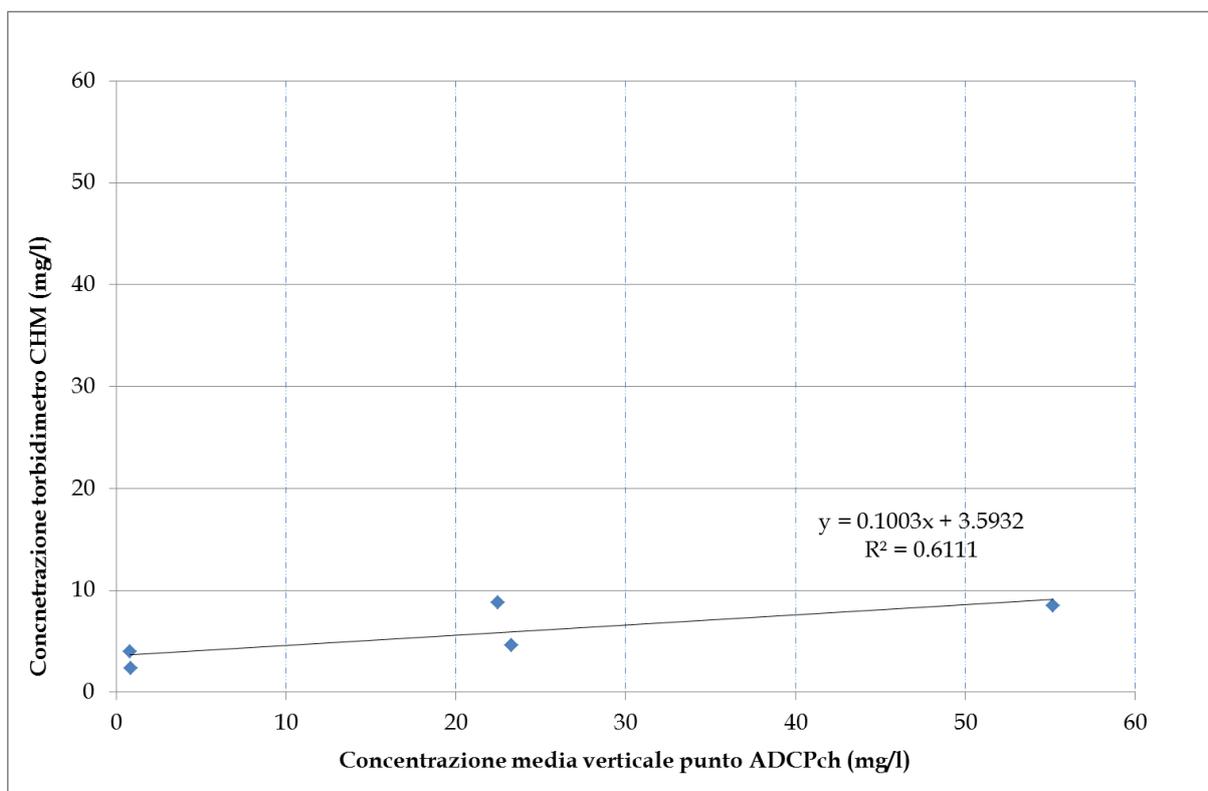


Figura 6.7. Retta di correlazione tra torbidità misurata dal torbidimetro presso il CHM e concentrazione media sulla verticale presso il punto ADCPch (Chioggia). Misure dalle campagne anni di monitoraggio degli Studi B.6.72 B/7-B/10.

7 CONCLUSIONI

Durante lo Studio B.6.72 B/10 sono state condotte nelle tre bocche di porto, nei pressi dei cantieri per la realizzazione delle opere mobili del MoSE, alcune campagne di misura per la valutazione degli impatti derivanti dalle attività in corso e per caratterizzare il sistema dal punto di vista correntometrico e della dinamica dei sedimenti.

Sono stati raccolti numerosi campioni d'acqua sui quali sono state effettuate indagini di laboratorio per ricavare lo spettro granulometrico dei sedimenti trasportati dalle correnti e per quantificarne la concentrazione.

Sono state effettuate indagini in concomitanza ad eventi meteomarinari di particolare intensità (17-18 febbraio 2015 e 5 marzo 2015); sono state così ottenute informazioni sulle matrici acqua e torbidità anche in condizioni estreme sia per quanto riguarda le condizioni idrodinamiche, con elevati gradienti di marea e quindi anche elevati valori di flusso idrico, sia per quanto riguarda la dinamica dei sedimenti con elevate concentrazioni di solidi risospesi nella colonna d'acqua da correnti di marea e dal moto ondoso.

Presso la bocca di porto di lido il giorno 6 e 7 agosto 2014, nelle adiacenze della conca di navigazione lato mare, sono state condotte attività per il monitoraggio dell'imbarcazione LYBRA impegnata nello scavo di materiale dal fondo. Le indagini effettuate non hanno evidenziato alcuna anomalia nelle concentrazioni di materiali sospesi. Le concentrazioni al di fuori della zona di impatto totale risultavano al di sotto dei limiti imposti.

Per quanto riguarda la misurazione della torbidità in continuo mediante stazioni fisse, dall'analisi dei dati validati è risultato che la maggior parte dei superamenti è dovuta alla risospensione determinata da vento-moto ondoso e che non si sono verificati superamenti dovuti alle attività di scavo.

Come negli anni precedenti è emersa una diversa risposta delle varie stazioni alle forzanti meteomarine confermando quindi una variabilità spaziale della distribuzione delle concentrazioni. Per quanto riguarda gli eventi meteo estremi, si nota peraltro come l'evento dei giorni 4-6 febbraio 2015 abbia determinato valori di concentrazione molto alti in tutte le stazioni della rete.

L'analisi di confronto tra le misure di concentrazione effettuate durante le campagne ed i dati rilevati dai torbidimetri indica una buona correlazione tra i dati misurati nel canale principale della bocca di porto di Malamocco (ADCPm) e la stazione fissa MAP. Nel caso della bocca di porto di Chioggia, invece, si osserva una maggiore dispersione, soprattutto per quanto riguarda i valori della stazione CHP, che probabilmente si trova in posizione defilata rispetto ai flussi che governano il trasporto di sedimenti attraverso la bocca.

Per l'analisi integrata pluriennale delle misure torbiometriche è stato ulteriormente sviluppato il procedimento statistico-deterministico inteso ad utilizzare contestualmente la base di dati disponibile. Nel presente rapporto il meccanismo di risollevarimento dei sedimenti legato all'azione diretta del vento (moto ondoso locale particolarmente attivo all'interno della laguna) dal meccanismo di risollevarimento legato al "mare lungo", particolarmente attivo sui litorali esterni anche in assenza di vento è stato più estesamente descritto distinguendo fra la fase di flusso e la fase di riflusso. Le espressioni funzionali trovate per ciascun torbidimetro e per ciascun anno, mettono in evidenza alcune interessanti particolarità, sia per quanto riguarda il flusso netto di sedimenti fra laguna e mare attraverso le tre bocche lagunari, sia per quanto riguarda l'importanza relativa dei diversi meccanismi di risollevarimento considerati. Le espressioni trovate dovranno essere verificate statisticamente e, se del caso, opportunamente integrate utilizzando insieme tutti i dati registrati sull'intero periodo.

BIBLIOGRAFIA

ARPAV, *Dati di portata dei fiumi Bacchiglione, Adige, Brenta, Gorzone, Piave, Livenza*. Dipartimento Regionale Per La Sicurezza Del Territorio, Servizio Idrologico Regionale, Belluno.

D.H. Wilber and D.G. Clarke, *Biological Effects of Suspended Sediments: A review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries*, North American Journal of Fishery Management, 21:855-875, 2001.

Di Silvio G., Nones M., Bisiacco M., 2010. *Predicting the deviations from the curve of sediment transport vs water flow*. Proceedings of the 11th International Symposium on River Sedimentation (ISRS), Stellenbosch, South Africa.

EPA, *Guidelines for Dredging*, 2001.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2005. Studio B.6.72 B/1 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Definizione dei valori soglia della torbidità all'interno delle bocche di porto. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2006a. Studio B.6.72 B/1 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Linee guida speditive. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2006b. Studio B.6.72 B/1 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2007. Studio B.6.72 B/2 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2008. Studio B.6.72 B/3 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2009. Studio B.6.72 B/4 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2010. Studio B.6.72 B/5 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

lagunari. Matrice: Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2011. Studio B.6.72 B/6 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2012. Studio B.6.72 B/7 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2013. Studio B.6.72 B/8 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Praterie a Fanerogame. Modellazione matematica idro-morfodinamica delle praterie a fanerogame marine. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2014a. Studio B.6.72 B/9 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Rilevazione della torbidità in continuo. I Rapporto di Valutazione. Periodo di riferimento: da maggio ad agosto 2014. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2014b. Studio B.6.72 B/10 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Rilevazione della torbidità in continuo. I Rapporto di Valutazione. Periodo di riferimento: da maggio ad agosto 2014. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2014c. Studio B.6.72 B/10 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Monitoraggio della produzione della torbidità nelle aree prossime ai cantieri e del trasporto solido. Rapporto di campagna: Bocca di Lido 5-7 agosto 2014. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2015a. Studio B.6.72 B/10 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Monitoraggio della produzione della torbidità nelle aree prossime ai cantieri e del trasporto solido. Rapporto di campagna: Bocca di Malamocco 3-5 marzo 2015. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2015b. Studio B.6.72 B/10 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Monitoraggio della produzione della torbidità nelle aree prossime ai cantieri e del trasporto solido. Rapporto di campagna: Bocca di Chioggia 17, 18, 19 febbraio e 20 marzo 2015 Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2015c. Studio B.6.72 B/10 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Rilevazione della torbidità in continuo. II Rapporto di Valutazione. Periodo di riferimento: da settembre a dicembre 2014. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2015d. Studio B.6.72 B/10 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Matrice: Acqua. Macroattività: Rilevazione della torbidità in continuo. III Rapporto di Valutazione. Periodo di riferimento: da gennaio ad aprile 2015. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova