



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/12**

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

Documento **MATRICE: ACQUA  
RAPPORTO FINALE**

Versione **1.0**

Emissione **15 Aprile 2019**

Redazione

Dott. Luca Zaggia  
(ISMAR-CNR)

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

## Indice

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. CAMPAGNE DI MISURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Informazioni introduttive sulle campagne di misura.....	4
2.2 Sommario delle campagne di misura effettuate.....	4
<b>3. METODICHE .....</b>	<b>10</b>
<b>4. IDRODINAMICA. MISURE CORRENTOMETRICHE ADCP VESSEL MOUNTED .....</b>	<b>12</b>
<b>5. VARIAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI SOLIDI SOSPESI .....</b>	<b>15</b>
5.1 Distribuzione granulometrica dei sedimenti .....	15
5.2 Classificazione granulometrica del particolato solido in sospensione.....	16
5.3 Concentrazione del particolato solido in sospensione.....	16
5.4 Studio della propagazione della torbidità.....	17
5.5 Studio dell'idrodinamica e del trasporto solido in concomitanza al sollevamento delle paratoie.....	25
<b>6. CONCLUSIONI .....</b>	<b>31</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>32</b>

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

G. Manfè (ISMAR - CNR, Venezia)

G. Lorenzetti (ISMAR - CNR, Venezia)

L. Zaggia (ISMAR - CNR, Venezia)

L. Dametto (ISMAR - CNR, Venezia)

## 1. INTRODUZIONE

Il Disciplinare Tecnico dello Studio B.6.72 B/13, come i precedenti, ha previsto specifiche attività per il monitoraggio dei parametri diretti, cioè di quei parametri per i quali esiste una relazione sufficientemente immediata 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 è stata considerata la torbidità generata dalle operazioni di pulizia delle paratoie posate nei pressi della bocca di porto di Lido e la modificazione del campo idrodinamico e di trasporto solido durante la chiusura parziale delle paratoie presso il canale di Lido Treporti. Di fatto quindi le attività inerenti il Piano di monitoraggio B/13 si sono svolte esclusivamente presso la bocca di porto di Lido, nei pressi della quale erano incentrate le attività potenzialmente impattanti relativamente alle dinamiche acqua-sedimento; le attività svolte nei pressi del canale di Lido Treporti hanno assunto un ruolo centrale in quanto è stato già riconosciuto che il materiale risolleinato in area off-shore viene trasportato all'interno della bocca di porto con successiva deposizione e/o rimobilizzazione di ingenti quantità di sedimenti lungo la linea di trasporto con conseguente interazione con le strutture del MOSE nell'area.

Le attività di monitoraggio oggetto del presente studio sono sostanzialmente la prosecuzione delle attività di monitoraggio degli studi B.6.72 B/1 - B/12.

Per molti dei parametri ambientali considerati nel Monitoraggio è apparso necessario continuare le rilevazioni in maniera del tutto analoga a quella effettuata nei 12 mesi precedenti. Tuttavia, il numero delle campagne per il monitoraggio della produzione della torbidità è stato pari a 6 ed è diminuito quindi rispetto allo studio B.6.72 B/12, per ottimizzare il monitoraggio con le attività previste nei cantieri.

I risultati sono descritti nei Capitoli 2, 3 e 4.

## 2. CAMPAGNE DI MISURA

### 2.1 Informazioni introduttive sulle campagne di misura

Nel corso del monitoraggio sono stati effettuati 6 giorni di attività di campo, suddivisi in 4 campagne, per lo studio delle condizioni idrodinamiche e per la caratterizzazione del particolato solido sospeso durante differenti condizioni mareali e meteo-marine presso la bocca di porto di Lido della laguna di Venezia. Le campagne di misura sono state concordate secondo le reali attività, potenzialmente impattanti, previste secondo la pianificazione dei lavori fornita dai cantieri; per questo motivo le giornate di misura hanno escluso per quest'anno le bocche di porto di Malamocco e di Chioggia, in quanto nelle aree di cantiere relative a queste due bocche di porto non sono state avviate lavorazioni in grado di creare un possibile qualche impatto sulla matrice acqua.

Sono state effettuate 6 giornate di attività del tipo "Monitoraggio della produzione della torbidità nelle aree prossime ai cantieri e del trasporto solido e dell'idrodinamica in sezioni caratteristiche delle bocche di porto", in contemporanea con le 6 attività del tipo "Misure granulometriche del particolato sospeso, LISST", così come previsto dal Disciplinare Tecnico (Studio B.6.72 B/13, 2017). Le 4 campagne sono identificate con una sigla specifica (Tabella 2.1):

- L1B13 (19 e 20 Ottobre 2017) - attività prevalente: studio dell'idrodinamica e del trasporto solido. Nessuna attività di dragaggio o rilascio materiale;
- L2B13 (15 e 16 Maggio 2018) - attività prevalente: monitoraggio pulizia dei cassoni mediante pistola idro pulitrice;
- L3B13 (7 Agosto 2018) - attività prevalente: monitoraggio pulizia dei cassoni mediante pistola idro pulitrice;
- L4B13 (21 Febbraio 2019) - attività prevalente: studio dell'idrodinamica e del trasporto solido in concomitanza all'apertura programmata delle paratoie. Canale di Treporti.

Le attività sperimentali si sono svolte coprendo lo spazio marittimo della bocca di porto in prossimità all'area dell'Isola Nuova con misurazioni correntometriche (strumentazione ADCP vessel-mounted) lungo più sezioni caratteristiche ed effettuando profili verticali CTD e prelievo di campioni di acqua sui punti notevoli individuati nelle stesse sezioni. Di volta in volta si è inoltre puntato l'interesse sulle differenti problematiche e sulle situazioni particolari che si sono manifestate durante la campagna.

### 2.2 Sommario delle campagne di misura effettuate

Di seguito (Tabella 2.1) vengono riportati il numero di transetti effettuati, i profili eseguiti mediante sonda multiparametrica ed il numero di campioni d'acqua prelevati durante tutte le attività eseguite alla bocca di porto di Lido relativamente allo Studio B.6.72 B/13.

Le attività di campagna effettuate hanno comportato un notevole impegno sia in termini di operatività in campo, sia in termini di quantità di informazioni raccolte ed elaborate: 109 transetti ADCP, 59 profili CTD e 114 campioni d'acqua per le analisi granulometriche e per la stima dei solidi sospesi.

Il numero delle rilevazioni ed i molteplici scenari indagati hanno contribuito alla caratterizzazione delle condizioni idrodinamiche che si manifestano all'interno della bocca di porto in relazione alle importanti trasformazioni 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 BOCHE LAGUNARI

Tabella 2.1. Attività svolte durante le campagne di monitoraggio dello Studio B.6.72 B/13 presso la bocca di porto di Lido.

GIORNO	ORARIO (UT)	TRANSETTI ADCP	N. PROFILI CTD	N. CAMPIONI
<b>Campagna L1B13 19-20 Ottobre 2017</b>				
19/10/2017	08.00 - 14.00	20	12	24
20/10/2017	07.30 - 13.30	20	12	22
<b>Campagna L2B13 15-16 Maggio 2018</b>				
15/05/2018	08.00 - 14.00	21	11	24
16/05/2018	07.30 - 13.30	26	13	22
<b>Campagna L3B13 7 Agosto 2018</b>				
07/08/2018	08.00 - 14.00	10	6	12
<b>Campagna L4B13 21 Febbraio 2019</b>				
21/02/2019	09.00 - 13.15	12	5	10

Nelle Figure 2.1-2.4 si riportano le mappe relative alle misure in campo effettuate durante le campagne di monitoraggio. Ogni mappa riporta i punti notevoli oggetto di indagine e le rotte dei transetti per le misure correntometriche. In generale durante le campagne di misura alla bocca di porto di Lido sono state approfondite mediante misure sperimentali le conoscenze sull'idrodinamica ed il trasporto solido. Le informazioni raccolte durante le attività di pulizia condotte nei pressi delle barriere hanno permesso di affermare che non si sono avute situazioni di criticità alcuna riguardanti l'eventuale risospensione di materiale.

Nei capitoli successivi sono descritti sinteticamente alcuni degli aspetti più rilevanti riscontrati durante le operazioni di monitoraggio. Per la trattazione specifica di ogni aspetto si rimanda ai rapporti prodotti durante le attività di monitoraggio dello Studio B.6.72 B/13 (PROVV.OO.PP. - CORILA, 2016a; 2016b; 2017a; 2017b).

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



Figura 2.1. Posizione dei punti notevoli, sezioni caratteristiche e transetti della campagna di monitoraggio L1B13 effettuata alla bocca di porto di Lido nei giorni 19-20 Ottobre 2017.

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

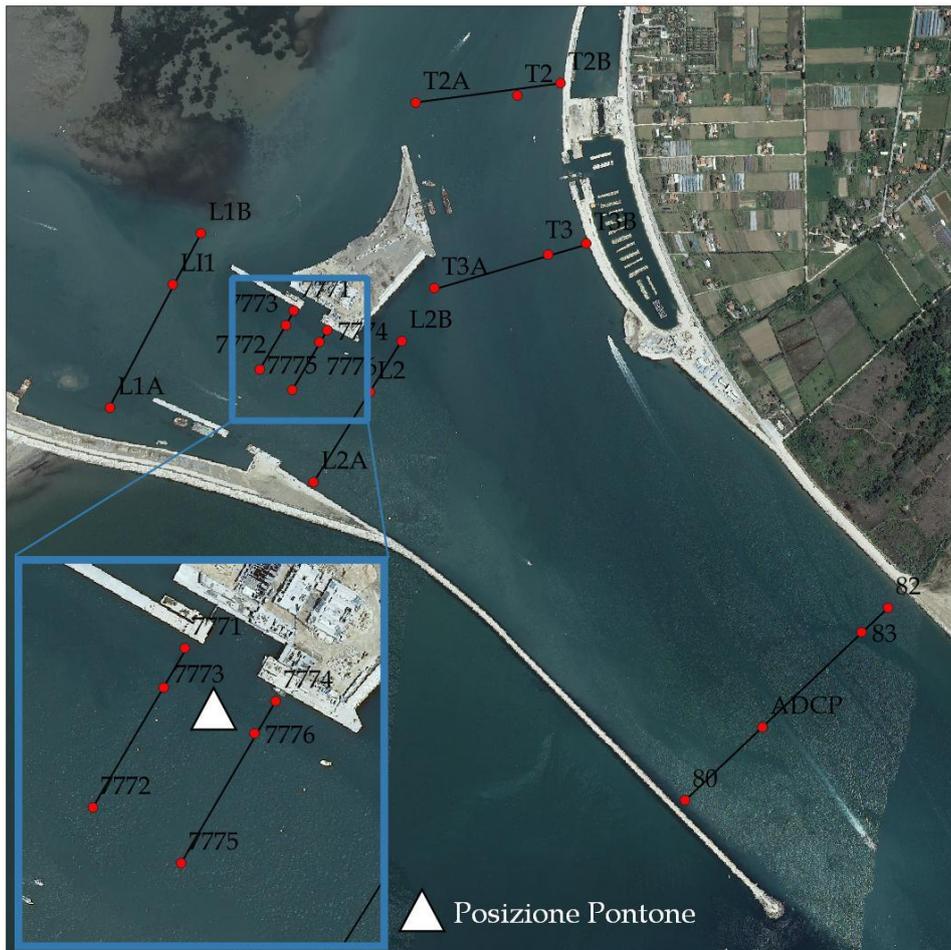


Figura 2.2. Posizione dei punti notevoli, sezioni caratteristiche e transetti della campagna di monitoraggio L2B13 effettuata alla bocca di porto di Lido nei giorni 15-16 Maggio 2018.

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

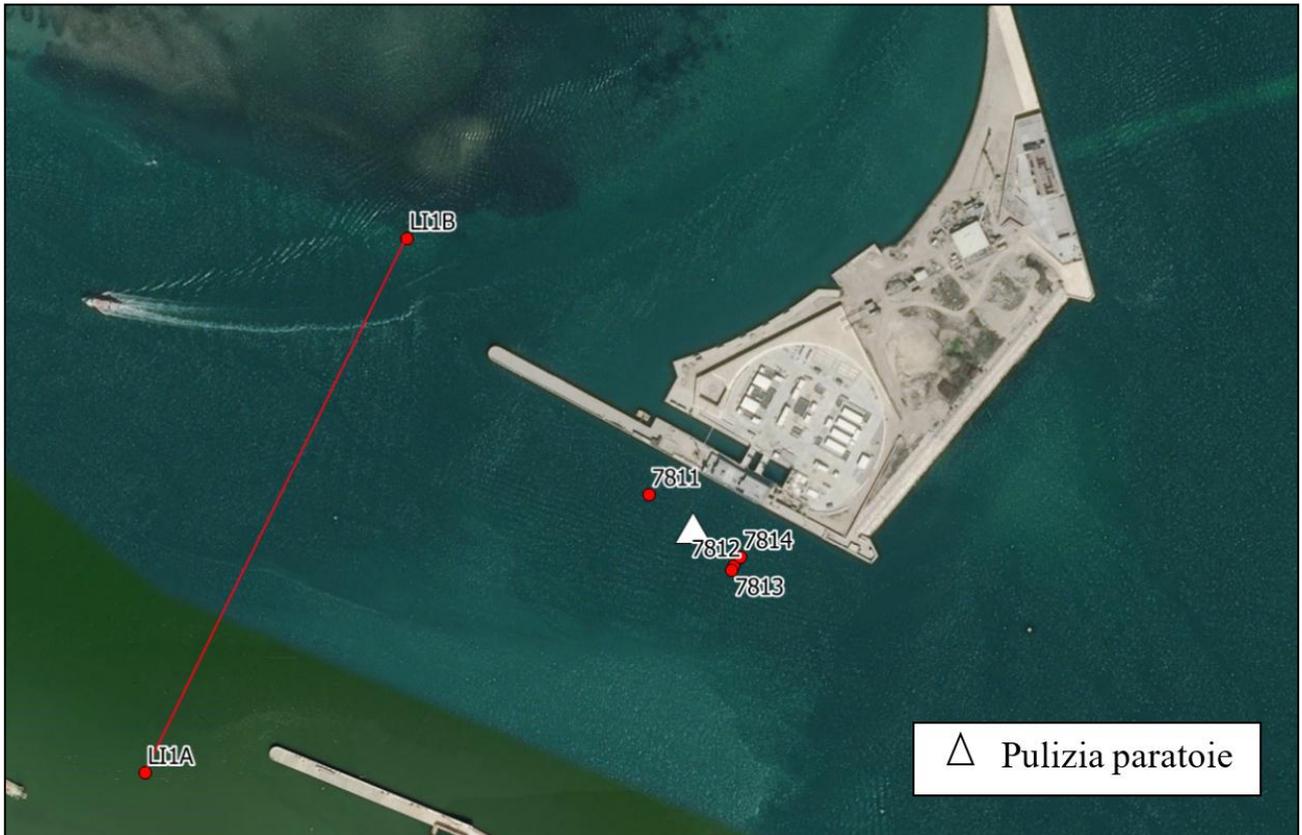


Figura 2.3. Posizione dei punti notevoli, sezioni caratteristiche e transetti della campagna di monitoraggio L3B13 effettuata alla bocca di porto di Lido il giorno 7 Agosto 2018.

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



Figura 2.4. Posizione dei punti notevoli, sezioni caratteristiche e transetti della campagna di monitoraggio L4B13 effettuata alla bocca di porto di Lido il giorno 21 Febbraio 2019.

### 3. METODICHE

Durante le attività di campo delle diverse campagne è stata impiegata una serie di strumenti ad alto profilo tecnologico per la raccolta dei dati idrologici e fisici della colonna d'acqua. La restituzione del dato elaborato e validato è stata portata a termine mediante software dedicati e software di elaborazione di dati spaziali. Si riporta di seguito una descrizione sintetica delle variabili ambientali misurate e della strumentazione oceanografica utilizzata.

- *Misure di intensità e direzione della corrente.* È stato utilizzato un profilatore acustico Doppler (ADCP, Acoustic Doppler Current Profiler, Figura 3.1B) che, montato sul fianco di una imbarcazione, emette un segnale acustico a frequenza nota lungo la colonna d'acqua. Questo segnale viene riflesso (*backscatter*) dal materiale presente in sospensione e, una volta che l'eco viene ricevuto al trasduttore acustico, che fa da sorgente emittente e da ricevente, fornisce informazioni circa l'intensità e direzione della corrente e la quantità di particolato solido sospeso previa conversione del valore di *backscatter* in stime della concentrazione. Il risultato della misura e delle elaborazioni in post-processing è una mappatura istantanea bidimensionale del campo di velocità della corrente e della distribuzione del carico in sospensione lungo il profilo verticale e lungo il percorso dell'imbarcazione.
- *Determinazione della granulometria dei sedimenti.* È stato utilizzato un granulometro laser LISST-100X (Laser In Situ Scattering and Transmissometry, Figura 3.1C) in laboratorio sui campioni d'acqua prelevati in campo. La strumentazione LISST utilizzando una sorgente laser a 670 nm e un detector misura l'effetto "scattering" dovuto dalle particelle in sospensione nella cella di misura. Lo spettro granulometrico viene così suddiviso secondo 32 classi corrispondenti agli anelli costituenti il detector che ricevono il segnale.



Fig. 3.1. Strumentazione oceanografica utilizzata: A) sistema Rosette-CTD, B) ADCP e C) LISST-granulometro laser 100X.

- *Determinazione della concentrazione di "particellato solido in sospensione"* (Suspended Particulate Matter - SPM). La concentrazione di particellato sospeso, espressa in milligrammi di solidi per litro d'acqua (mg/l), dipende dal peso totale delle particelle in sospensione e soprattutto da quelle con diametro maggiore di 0.4  $\mu\text{m}$ . È funzione diretta del numero, della dimensione e del peso specifico delle particelle e comprende sia la componente inorganica (argilla, limo, sabbia, ecc.) del sedimento sia la componente organica (aggregati di macromolecole, organismi viventi, resti di organismi). La quantificazione è stata eseguita in laboratorio sui campioni d'acqua secondo il metodo IRSA (Quaderno 100/2050/94, ANPA, 1999) che prevede la pesatura di una membrana di policarbonato (Millipore) prima e dopo la filtrazione di un adeguato volume d'acqua.
- *Misura della torbidità*. La torbidità è definita come la riduzione della trasparenza dell'acqua dovuta alla presenza di sostanze in sospensione. Tale parametro è una funzione diretta del numero, della superficie e dell'indice di rifrazione delle particelle in sospensione ma, al tempo stesso, è una funzione inversa delle loro dimensioni e dipende anche dalla lunghezza d'onda del raggio incidente. Non è una misura diretta di concentrazione ma viene espressa in FTU (Formazine Turbidity Unit) e si rileva sfruttando la proprietà dell'acqua di attenuare o disperdere un fascio di luce (nel visibile o infrarosso) o di onde sonore che attraversa un determinato volume (fenomeno di scattering). Questa misura è stata effettuata in campo utilizzando una sonda multiparametrica (IDRONAUT OS-316 plus) abbinata al sistema di campionamento a rosetta.
- *Prelievo di campioni e determinazione di parametri fisici della colonna d'acqua* (temperatura, conducibilità, torbidità). È stato utilizzato un sistema Rosette-CTD (Figura 3.1A) costituito da una sonda multiparametrica (Idronaut® CTD OS 316 Plus) con la quale si rilevano conduttività elettrica, temperatura e pressione/livello dell'acqua nel punto di immersione, e un carosello di bottiglie per il campionamento di volumi d'acqua a diverse profondità (Rosette InterOcean). I campioni d'acqua così raccolti vengono poi analizzati in laboratorio per la determinazione della concentrazione di particellato in sospensione (SPM, Suspended Particulate Matter) e della sua distribuzione granulometrica.
- *Altre informazioni utili all'elaborazione dei dati e all'interpretazione dei risultati delle indagini : dati meteo-marini*. Per queste informazioni si è fatto riferimento alle registrazioni effettuate alla piattaforma oceanografica "Aqua Alta" del CNR-ISMAR, per la direzione e velocità del vento, e ai mareografi gestiti dall'ICPSM del Comune di Venezia per il livello di marea.

## 4. IDRODINAMICA.

### MISURE CORRENTOMETRICHE ADCP VESSEL MOUNTED

In Tabella 4.1 sono riportati i dati riassuntivi riguardanti le indagini sull'idrodinamica, ottenuti lungo le sezioni caratteristiche durante le attività di monitoraggio dello Studio B.6.72 B/13. In particolare sono riportati: sigla del transetto acquisito mediante strumentazione ADCP, data e ora di acquisizione, sezione investigata, portata liquida, area della sezione e velocità media stimata (valore medio della velocità effettivamente misurata dalla strumentazione ADCP *vessel mounted* in corrispondenza al filo della corrente).

Tabella 4.1. Area delle sezioni, valori di velocità di corrente media e delle portate relativi ai transetti acquisiti durante lo Studio B.6.72 B/13 (2017-2019).

Transetto	Data	Ora Inizio	Ora Fine	Sezione	Total Q	Area Sezione	Velocità media
					m <sup>3</sup> /s	m <sup>2</sup>	m/s
L1B13_000.PD0	19/10/2017	08:12:26	08:26:22	80-82	-5521	8110	0.78
L1B13_001.PD0		08:26:39	08:34:22	82 - 80	-5158	8032	0.68
L1B13_004.PD0		08:58:46	09:03:45	T3B - T3A	-1306	3190	0.42
L1B13_005.PD0		09:04:04	09:09:22	T3A - T3B	-1229	3201	0.40
L1B13_007.PD0		09:17:55	09:22:53	T2B - T2A	-1210	2507	0.50
L1B13_008.PD0		09:23:07	09:27:59	T2A - T2B	-1084	2398	0.46
L1B13_010.PD0		09:44:58	09:50:36	LI1B - LI1A	-85	5721	0.10
L1B13_011.PD0		09:50:46	09:56:48	LI1A - LI1B	254	5697	0.12
L1B13_013.PD0		10:07:16	10:11:56	LI2A - LI2B	888	5258	0.18
L1B13_014.PD0		10:12:09	10:17:08	LI2B - LI2A	1192	5411	0.23
L1B13_016.PD0		11:35:57	11:40:16	T2B - T2A	1702	2240	0.79
L1B13_017.PD0		11:40:23	11:45:47	T2A - T2B	1788	2221	0.83
L1B13_019.PD0		11:53:34	11:57:25	T3B - T3A	2086	3023	0.71
L1B13_020.PD0		11:57:38	12:02:08	T3A - T3B	2177	3144	0.72
L1B13_022.PD0		12:09:23	12:15:18	LI2B - LI2A	4581	5435	0.94
L1B13_023.PD0		12:15:26	12:20:14	LI2A - LI2B	4779	5311	0.95
L1B13_025.PD0		12:32:52	12:39:38	LI1B - LI1A	4256	5438	0.85
L1B13_026.PD0		12:39:51	12:46:49	LI1A - LI1B	4334	5439	0.88
L1B13_028.PD0		12:56:01	13:06:10	80-82	6861	7424	1.03
L1B13_029.PD0		13:06:22	13:15:32	82 - 80	6862	7533	0.99
L1B13_032.PD0	20/10/2017	07:54:14	08:02:58	80-82	-6261	8123	0.85
L1B13_033.PD0		08:03:17	08:09:06	82 - 80	-6069	8115	0.79
L1B13_036.PD0		08:27:40	08:31:39	T3B - T3A	-1740	3162	0.57
L1B13_037.PD0		08:32:01	08:36:19	T3A - T3B	-1713	3235	0.56
L1B13_039.PD0		08:43:01	08:46:20	T2B - T2A	-1736	2457	0.72
L1B13_040.PD0		08:46:31	08:50:15	T2A - T2B	-1737	2410	0.73
L1B13_042.PD0		09:00:57	09:05:14	LI1B - LI1A	-2769	5610	0.51
L1B13_043.PD0		09:05:29	09:10:30	LI1A - LI1B	-2670	5698	0.49
L1B13_045.PD0		09:20:26	09:25:04	LI2A - LI2B	-2471	5611	0.47
L1B13_046.PD0		09:25:22	09:29:18	LI2B - LI2A	-2267	5473	0.44
L1B13_048.PD0		11:19:51	11:23:48	T2B - T2A	753	2318	0.34
L1B13_049.PD0		11:23:59	11:28:15	T2A - T2B	945	2361	0.43

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	
					m³/s	m²	m/s	
L1B13_051.PD0		11:34:40	11:38:12	T3B - T3A	1357	2985	0.48	
L1B13_052.PD0		11:38:24	11:42:18	T3A - T3B	1555	3166	0.50	
L1B13_055.PD0		11:49:57	11:53:56	LI2B - LI2A	4047	5364	0.79	
L1B13_056.PD0		11:57:08	12:02:19	LI2A - LI2B	4123	5253	0.83	
L1B13_058.PD0		12:14:42	12:19:44	LI1A - LI1B	4264	5461	0.83	
L1B13_059.PD0		12:19:59	12:25:59	LI1B - LI1A	4304	5461	0.85	
L1B13_061.PD0		12:37:26	12:43:47	80-82	6795	7613	0.96	
L1B13_062.PD0		12:44:05	12:50:21	82 - 80	6858	7598	0.97	
L2B13_000.PD0	15/05/2018	09:15:35	09:23:27	82 → 80	-4612	7619	0.61	
L2B13_001.PD0		09:23:50	09:29:44	80 → 82	-4365	7646	0.60	
L2B13_002.PD0		09:29:54	09:36:34	82 → 80	-4182	7672	0.57	
L2B13_003.PD0		09:36:43	09:42:43	80 → 82	-3950	7649	0.54	
L2B13_006.PD0		10:04:30	10:08:48	T3B → T3A	-1020	3046	0.35	
L2B13_007.PD0		10:09:04	10:12:32	T3A → T3B	-948	3053	0.33	
L2B13_009.PD0		10:19:49	10:24:12	T2B → T2A	-900	2307	0.42	
L2B13_010.PD0		10:24:26	10:27:38	T2A → T2B	-813	2222	0.38	
L2B13_012.PD0		10:38:17	10:42:17	LI2B → LI2A	-433	5260	0.08	
L2B13_013.PD0		10:42:27	10:46:07	LI2A → LI2B	-223	5162	0.04	
L2B13_015.PD0		10:57:49	11:02:08	LI1B → LI1A	455	5614	0.09	
L2B13_016.PD0		11:02:21	11:06:28	LI1A → LI1B	642	5573	0.12	
L2B13_018.PD0		12:08:15	12:13:21	LI1A → LI1B	1732	5461	0.35	
L2B13_019.PD0		12:19:42	12:22:49	T2A → T2B	680	2135	0.34	
L2B13_020.PD0		12:23:04	12:25:59	T2B → T2A	755	2287	0.35	
L2B13_022.PD0		12:33:44	12:36:47	T3B → T3A	945	2978	0.33	
L2B13_023.PD0		12:37:01	12:40:27	T3A → T3B	1023	2967	0.36	
L2B13_025.PD0		12:46:47	12:50:20	LI2B → LI2A	2273	5058	0.47	
L2B13_026.PD0		12:50:31	12:54:21	LI2A → LI2B	2319	5131	0.47	
L2B13_028.PD0		13:06:04	13:11:50	80 → 82	3731	7453	0.54	
L2B13_029.PD0		13:12:01	13:17:37	82 → 80	3713	7368	0.54	
L2B13_032.PD0		16/05/2018	08:18:38	08:25:27	82 → 80	-6458	7492	0.92
L2B13_033.PD0			08:25:37	08:32:26	80 → 82	-6520	7586	0.94
L2B13_036.PD0	08:51:30		08:56:22	LI2B → LI2A	-4359	5269	0.85	
L2B13_037.PD0	08:56:34		09:00:49	LI2A → LI2B	-4260	5114	0.86	
L2B13_039.PD0	09:10:22		09:15:03	LI1B → LI1A	-4110	5578	0.80	
L2B13_040.PD0	09:15:15		09:19:43	LI1A → LI1B	-4015	5689	0.78	
L2B13_042.PD0	09:40:33		09:42:01	7771 → 7772	-1812	1923	0.98	
L2B13_043.PD0	09:42:11		09:43:49	7772 → 7771	-1724	1928	0.93	
L2B13_045.PD0	10:13:37		10:15:26	7771 → 7772	-1547	1995	0.81	
L2B13_046.PD0	10:15:39		10:17:27	7772 → 7771	-1586	2057	0.80	
L2B13_047.PD0	10:30:17		10:31:55	7771 → 7772	-1398	2026	0.70	
L2B13_048.PD0	10:32:06		10:33:36	7772 → 7771	-1363	1954	0.72	
L2B13_049.PD0	10:40:13		10:41:59	7771 → 7772	-1163	1822	0.66	
L2B13_050.PD0	10:42:12		10:44:00	7772 → 7771	-1135	1871	0.64	
L2B13_051.PD0	10:44:31		10:46:16	7771 → 7772	-1050	1617	0.68	
L2B13_054.PD0	10:58:39		11:00:34	7771 → 7772	-1020	1999	0.54	

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 <sup>3</sup> /s	m <sup>2</sup>	m/s	
L2B13_055.PD0	07/08/2018	11:00:49	11:02:41	7772 → 7771	-958	1907	0.53	
L2B13_056.PD0		11:04:38	11:10:23	torbida	-354	4704	0.49	
L2B13_058.PD0		11:21:27	11:24:05	Studio torbida	-56	1246	0.46	
L2B13_062.PD0		12:20:09	12:22:10	7774 → 7775	357	2712	0.15	
L2B13_063.PD0		12:22:25	12:24:23	7775 → 7774	366	2634	0.15	
L2B13_066.PD0		12:41:30	12:45:59	torbida	-90	2467	0.30	
L2B13_067.PD0		12:48:09	12:52:08	torbida	598	2871	0.33	
L2B13_069.PD0		12:59:26	13:01:22	7774 → 7775	1056	2345	0.47	
L2B13_070.PD0		13:01:38	13:03:19	7775 → 7774	1031	2220	0.49	
L2B13_072.PD0		13:10:09	13:13:35	torbida	939	2976	0.53	
L3B13_000.PD0		07/08/2018	08:21:57	08:29:11	LI1A - LI1B	-3	5365	0.07
L3B13_001.PD0			08:30:01	08:41:29	Plume	32	2398	0.02
L3B13_005.PD0	09:05:42		09:12:30	Plume	8	1917	0.18	
L3B13_007.PD0	09:19:27		09:27:56	Plume	66	2096	0.21	
L3B13_009.PD0	09:45:52		09:53:55	Plume	21	1922	0.23	
L3B13_011.PD0	11:36:45		11:45:34	Plume	-38	2172	0.10	
L3B13_013.PD0	11:53:38		12:04:13	Plume	-61	4169	0.06	
L3B13_014.PD0	12:27:43		12:38:06	Plume	44	4232	0.05	
L3B13_015.PD0	12:41:26		12:52:44	Plume	-87	3773	0.15	
L4B13_000.PD0	21/02/2019	09:00:29	09:05:20	Sezione Treporti	-1945	2601	0.75	
L4B13_001.PD0		09:05:42	09:11:15	Sezione Treporti	-1812	2546	0.71	
L4B13_003.PD0		09:27:48	09:33:22	Sezione Treporti	-1598	2778	0.58	
L4B13_004.PD0		09:33:31	09:39:07	Sezione Treporti	-1506	2599	0.58	
L4B13_006.PD0		10:36:39	10:40:45	Sezione Treporti	-1010	2548	0.40	
L4B13_007.PD0		10:41:07	10:45:49	Sezione Treporti	-1044	2577	0.41	
L4B13_008.PD0		10:50:26	10:54:26	Sezione Treporti	-921	2614	0.35	
L4B13_009.PD0		10:55:17	10:58:58	Sezione Treporti	-823	2620	0.31	
L4B13_011.PD0		12:28:50	12:32:39	Sezione Treporti	1110	2494	0.45	
L4B13_012.PD0		12:32:49	12:36:50	Sezione Treporti	1177	2524	0.47	
L4B13_014.PD0		12:46:03	12:50:25	Sezione Treporti	1483	2434	0.61	
L4B13_015.PD0		12:52:31	12:56:44	Sezione Treporti	1612	2447	0.66	

Le informazioni riportate in Tabella 4.1 riassumono l'entità delle attività di campo e dell'elaborazione dei dati sperimentali, effettuate nel corso dello Studio B.6.72 B/13, al fine di caratterizzare le sezioni di indagine dal punto di vista idrodinamico. Le acquisizioni sono avvenute in differenti fasi mareali e condizioni meteo marine consentendo di integrare efficacemente il quadro conoscitivo fornito dalle precedenti indagini (Di Silvio *et al.*, 2017).

Le condizioni riscontrate nelle campagne di misura risultano caratterizzate da velocità di corrente variabili in relazione al gradiente (velocità di salita discesa) del livello di marea. Le misurazioni sono state infatti effettuate durante maree di sizigie.

## 5. VARIAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI SOLIDI SOSPESI

Di seguito si pongono a confronto i grafici relativi alle caratteristiche granulometriche ed alle concentrazioni di solidi sospesi ottenute dalle indagini di laboratorio condotte sui campioni prelevati presso la bocca di porto di Lido.

### 5.1 Distribuzione granulometrica dei sedimenti

Nell'istogramma di Figura 5.1 è rappresentata la distribuzione dei valori del diametro medio (d50) dei campioni di sedimento prelevati durante le campagne effettuate alla bocca di porto di Lido nel periodo di monitoraggio 2017 - 2019. La distribuzione di frequenza dei dati si caratterizza per un intervallo piuttosto ampio di valori: si passa da un minimo di 23.0  $\mu\text{m}$  ad un massimo di 266.8  $\mu\text{m}$ . È evidente che condizioni mareali o meteo marine differenti diano luogo a una diversificazione accentuata dello spettro dimensionale del trasporto solido in sospensione. Questa forte variabilità si è verificata nel corso delle diverse campagne effettuate ma anche nel corso delle singole attività nell'ambito della stessa escursione mareale.

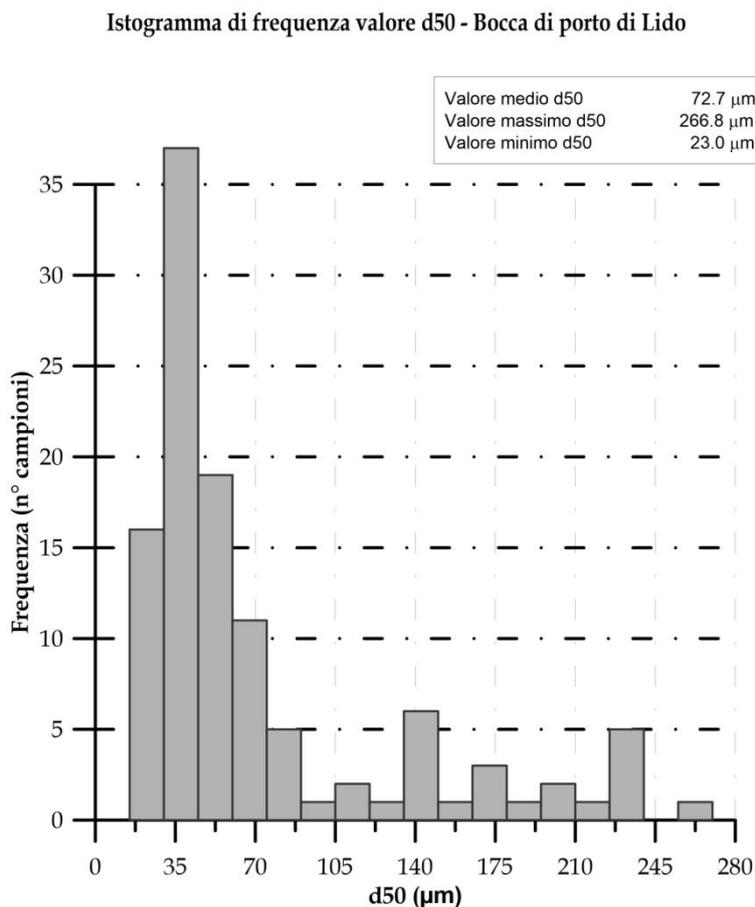


Figura 5.1. Distribuzione dei valori del d50 dei campioni di particolato solido sospeso alla bocca di porto di Lido durante le campagne B/13. Frequenza espressa come numero campioni.

## 5.2 Classificazione granulometrica del particolato solido in sospensione

I materiali campionati sono stati caratterizzati sulla base delle tre classi granulometriche di Wentworth (Wentworth, 1922). Il diagramma ternario di Shepard (Figura 5.2) permette un'immediata rappresentazione delle differenze, o analogie, nelle caratteristiche granulometriche del particolato in sospensione dei campioni analizzati. La frazione delle argille risulta assente in tutti i campioni, per quanto esse possano essere presenti in forma di aggregati di maggiori dimensioni. Ciò che varia nella distribuzione è quindi il contenuto relativo delle frazioni limosa e sabbiosa che risultano di fatto complementari. Alla bocca di porto di Lido i campioni si raggruppano in un intervallo di valori piuttosto ampio tra il 25 ed il 90 % di contenuto limoso.

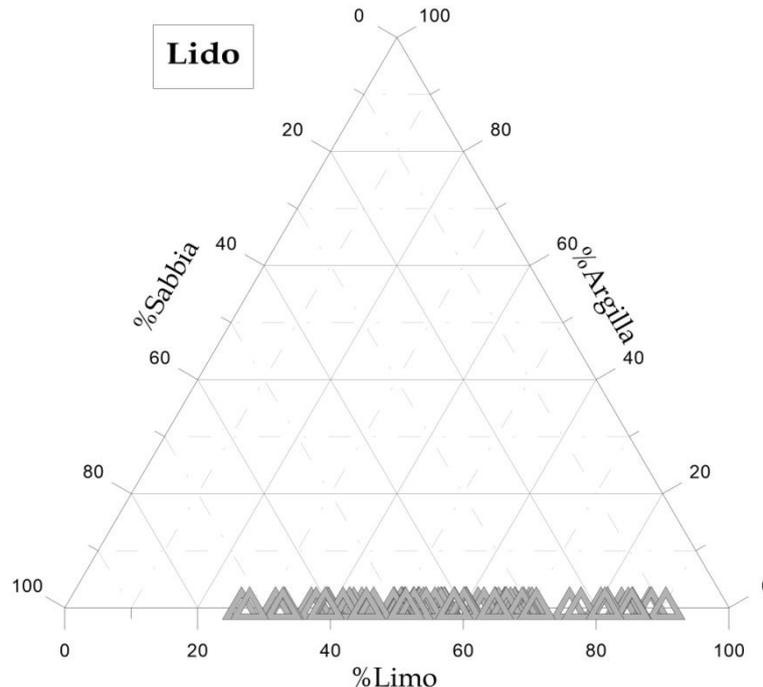


Figura 5.2. Diagramma di Shepard relativo alle differenti classi granulometriche presenti nei campioni raccolti nei pressi della bocca di Lido durante le campagne B/13.

## 5.3 Concentrazione del particolato solido in sospensione

Per quanto concerne le concentrazioni del particolato solido misurate sui campioni d'acqua prelevati (Figura 5.3) si osserva che le concentrazioni misurate nei pressi dell'Isola Nuova, canale di Treporti e San Nicolò, hanno un limitato range di variazione. Infatti, i valori sono distribuiti su un intervallo tra 0.5 e 22 mg/l con la maggior parte di essi limitata al di sotto dei 3mg/l. Nessuna delle campagne effettuate presso la bocca di porto di lido si è svolta in presenza di vento e moto ondoso accentuati o in condizioni di piena dei tributari del bacino scolante.

**Istogramma di frequenza valori di concentrazione - Bocca di porto di Lido**

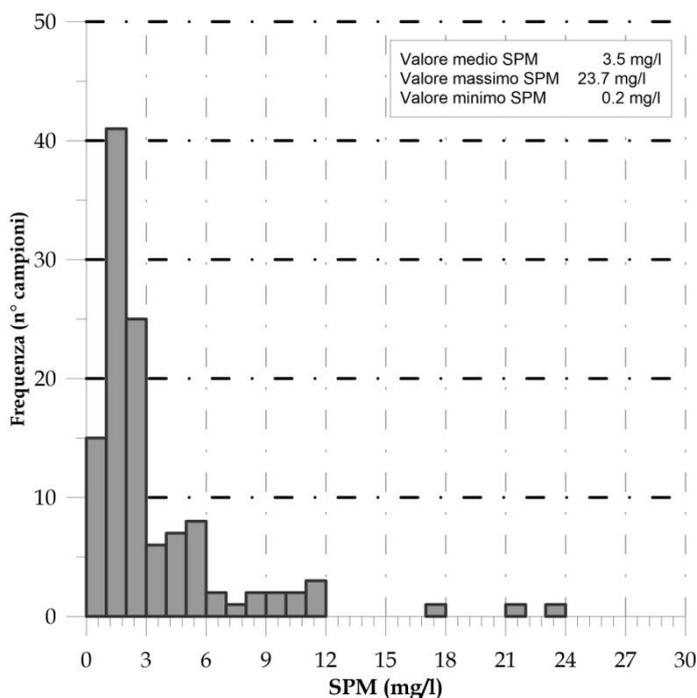


Figura 5.3. Istogramma di frequenza dei valori di concentrazione nei campioni raccolti nei pressi della bocca di porto di Lido durante le campagne B/13.

#### 5.4 Studio della propagazione della torbidità

Durante le attività di misura alla bocca di porto di Lido (L2B13 e L3B13) è stata monitorata anche l'attività di pulizia dei cassoni effettuata dall'operatore subacqueo al fondo del canale di San Nicolò mediante l'utilizzo di un sistema di idropulsore in grado di rimuovere le incrostazioni dalle strutture sommerse e di un sistema di evacuazione del materiale rimosso (sorbona). Durante le indagini di campo e in seguito all'analisi dei dati è emerso che questa tipologia di intervento non determina un impatto rilevante. A titolo di esempio si riportano l'andamento della concentrazione media sulla verticale del particellato solido sospeso, in relazione alla velocità della corrente, e la distribuzione spaziale del particellato lungo due percorsi a "zig-zag" eseguiti rispettivamente nelle due campagne sopraccitate. Le concentrazioni medie misurate all'interno dell'area di impatto totale (A.I.T.), cioè quell'area in cui si possono tollerare concentrazioni medie di particellato solido sospeso maggiori di 30 mg/l (MAG.ACQUE-CORILA, 2005, 2011), in entrambi i casi risultano contenute e la torbidità prodotta dalle attrezzature di pulizia decade e si disperde rapidamente nelle immediate vicinanze del sito di lavoro (Figure 5.4 e 5.5). I valori di concentrazione media sulla verticale sono risultati molto bassi e compresi tra 1.5 e 6.9 mg/l circa, con i massimi all'interno della A.I.T. ad una distanza di circa 27 m dall'area di lavoro, nel primo caso, e tra 1.1 e 6.9 mg/l, con i massimi al centro della sezione di misura più prossima all'area di cantiere, a circa 40 m di distanza, nel secondo caso.

Pur sottolineando la presenza di uno stato di perturbazione, come si può evidenziare dal pennacchio di torbida prodotto e visibile lungo le sezioni di misura più prossime all'area di cantiere, questa perturbazione rimane limitata in un intorno ristretto e prossimo all'area di lavoro: circa 189 m dal pontone nel primo caso (Figura 2) e circa 114 m nel secondo caso (Figura 4).

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

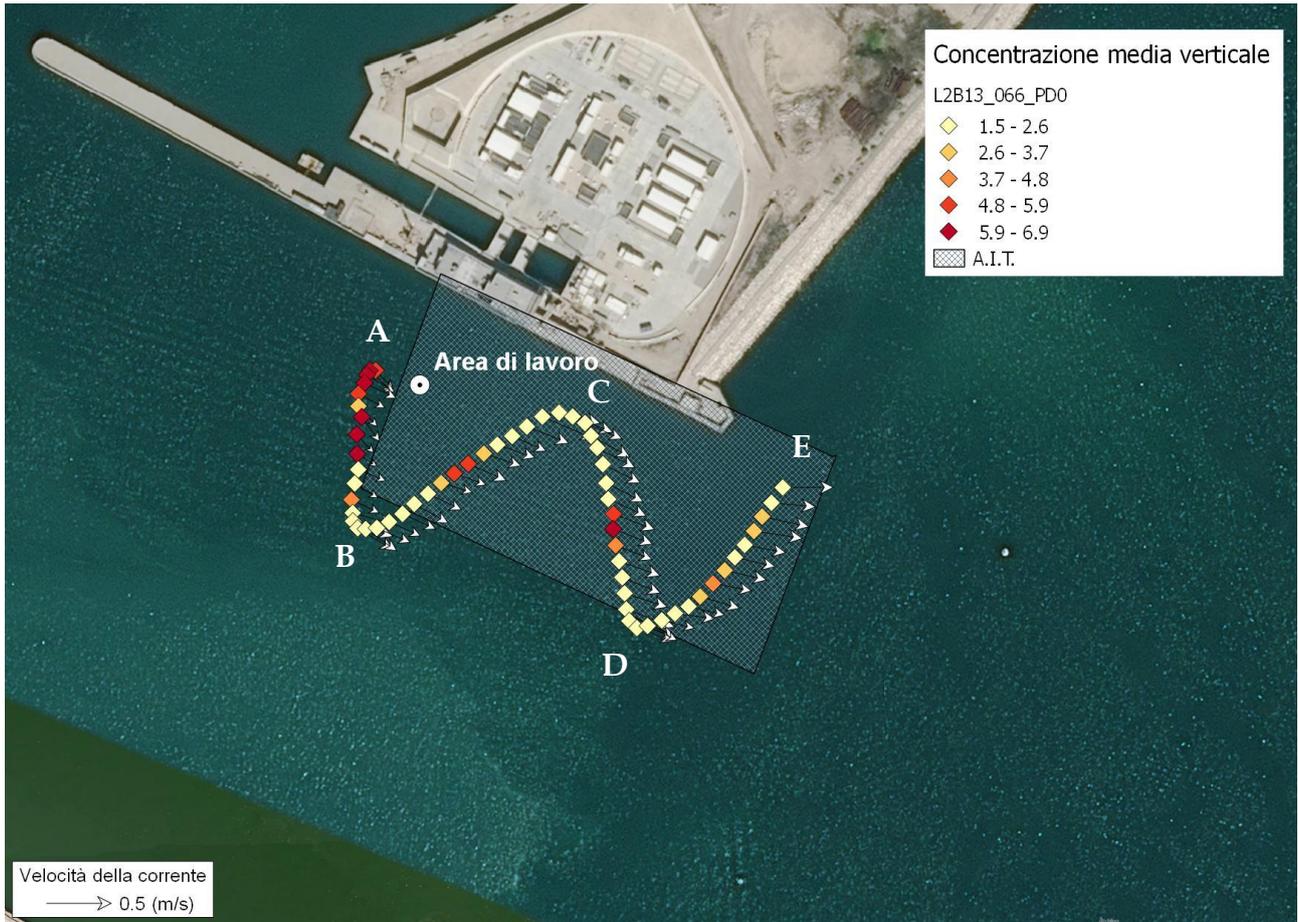
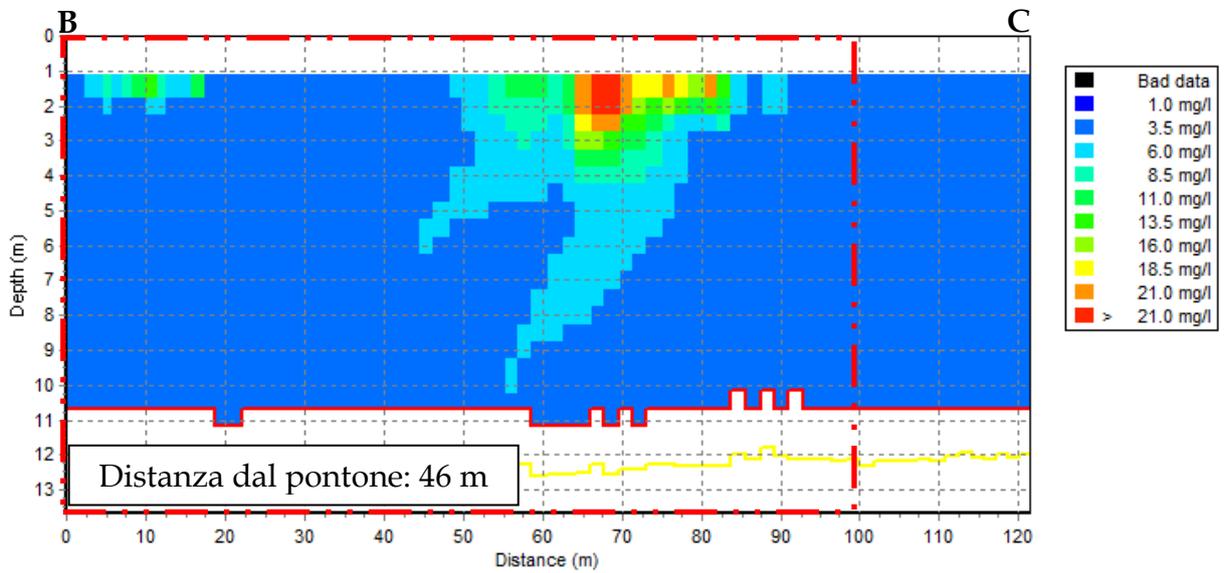
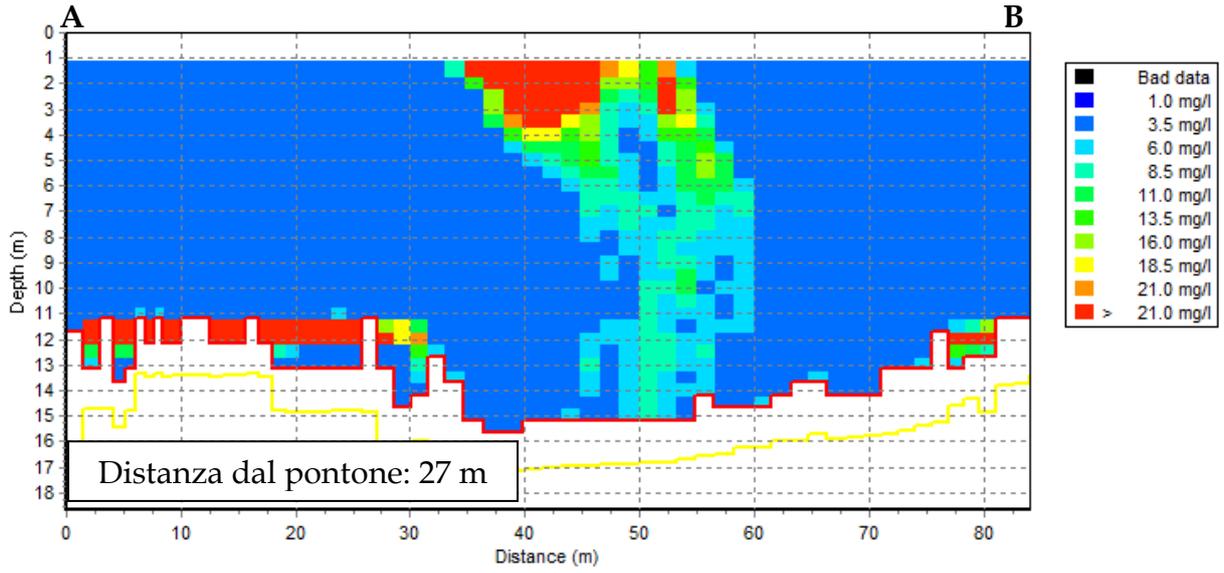


Figura 5.4. Andamento della concentrazione media sulla verticale (valori puntuali) del particolato solido sospeso e vettori di velocità della corrente durante l'esecuzione del percorso a "zig-zag" effettuato per monitorare le attività di pulizia (Transetto L2B13\_066.PD0).

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



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

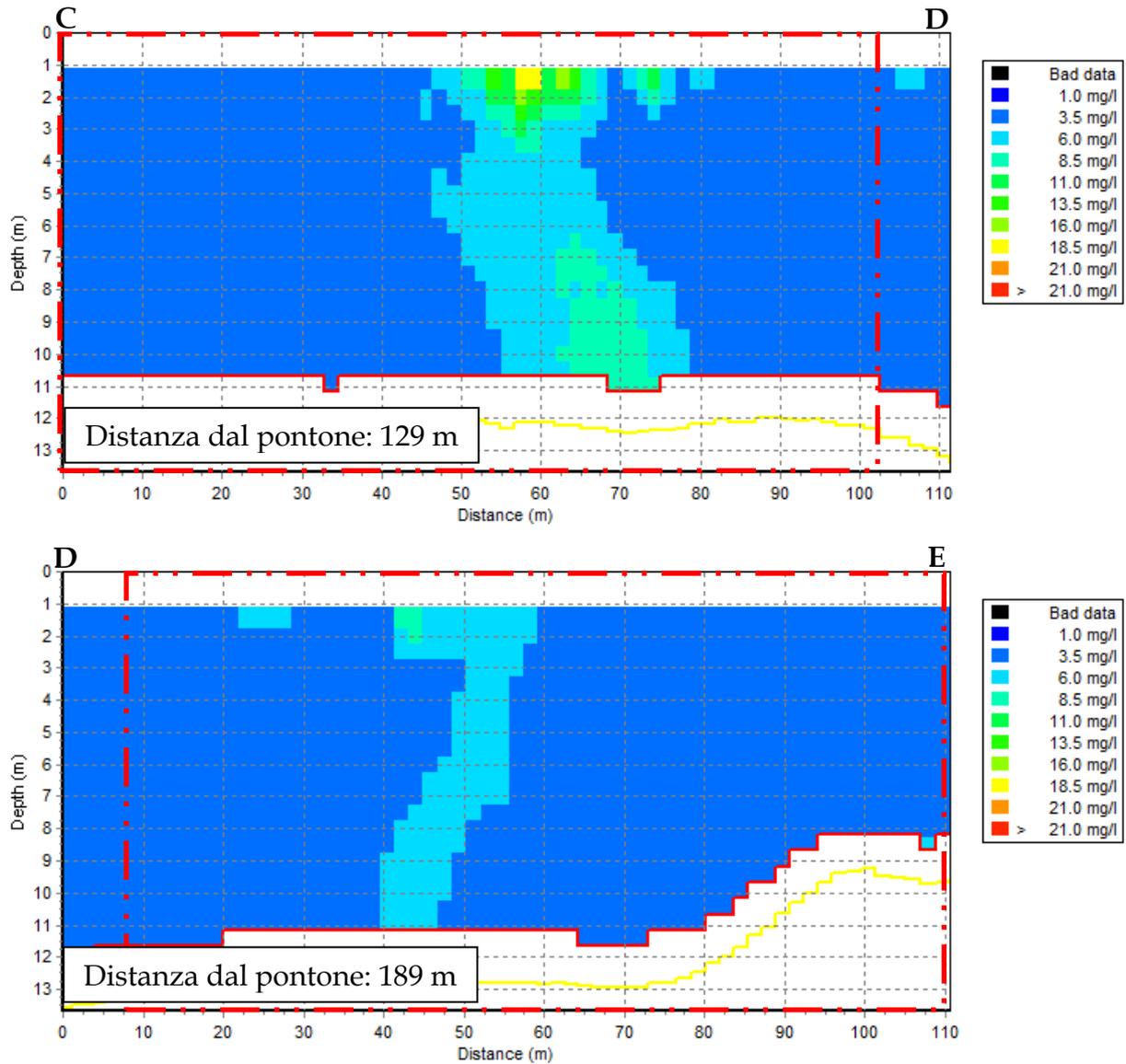


Figura 5.5. Distribuzione della concentrazione del particolato solido lungo il percorso a “zig-zag” effettuato per monitorare le attività di pulizia (Transetto L2B13\_066.PD0). Con il tratteggio rosso è indicata la parte di sezione compresa nell’A.I.T.

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

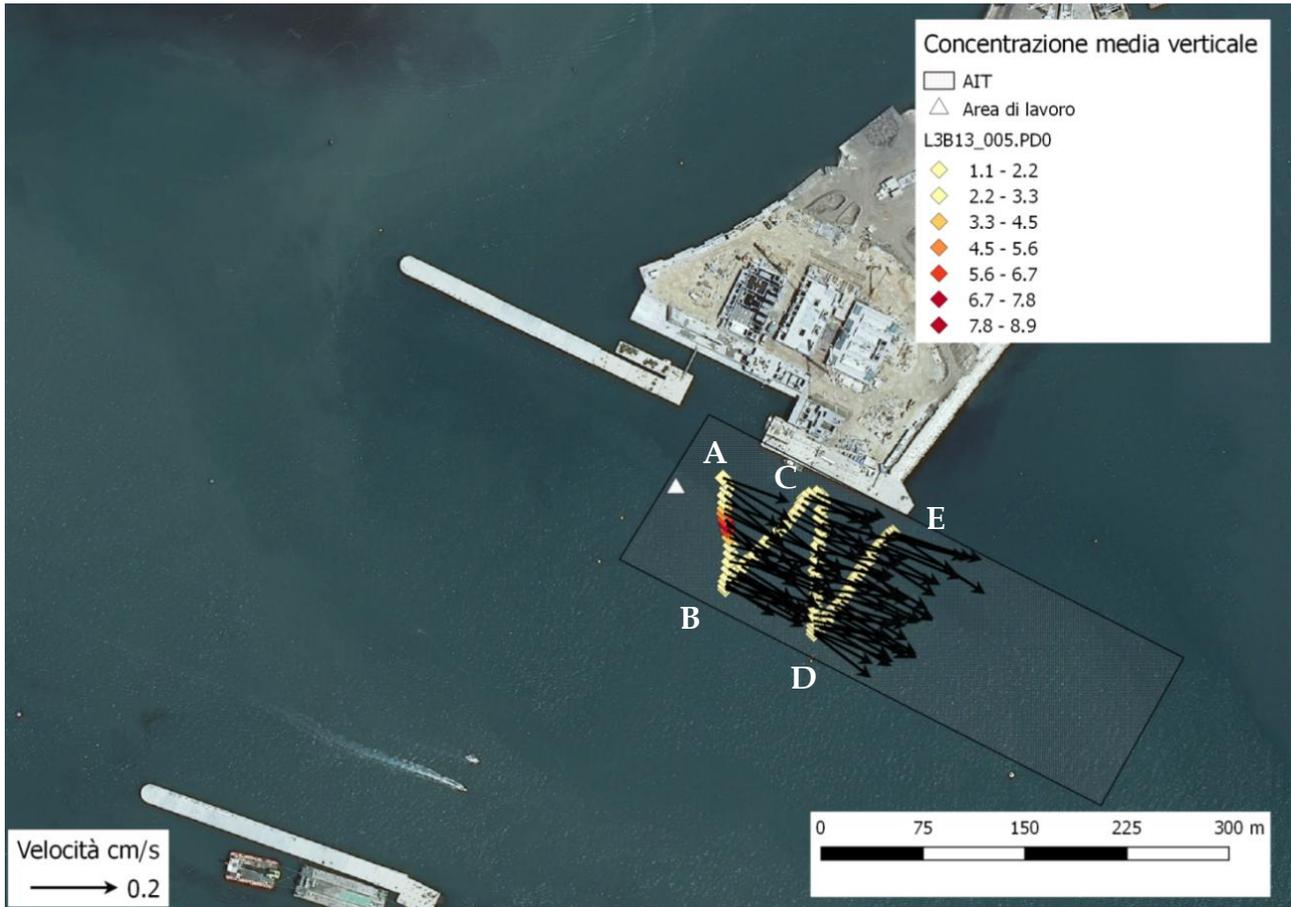
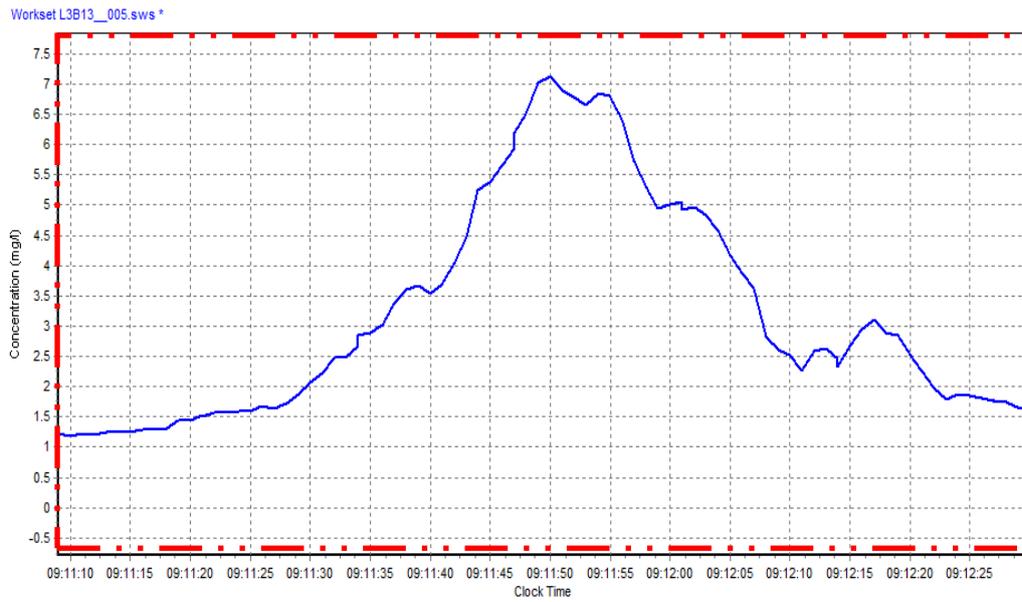
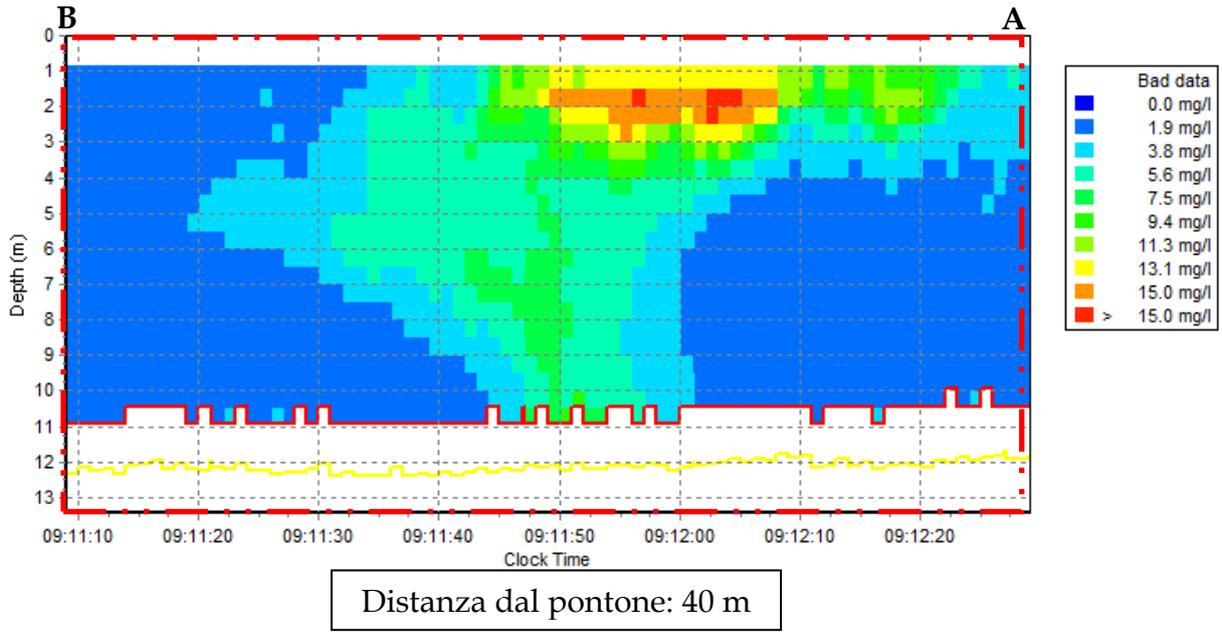
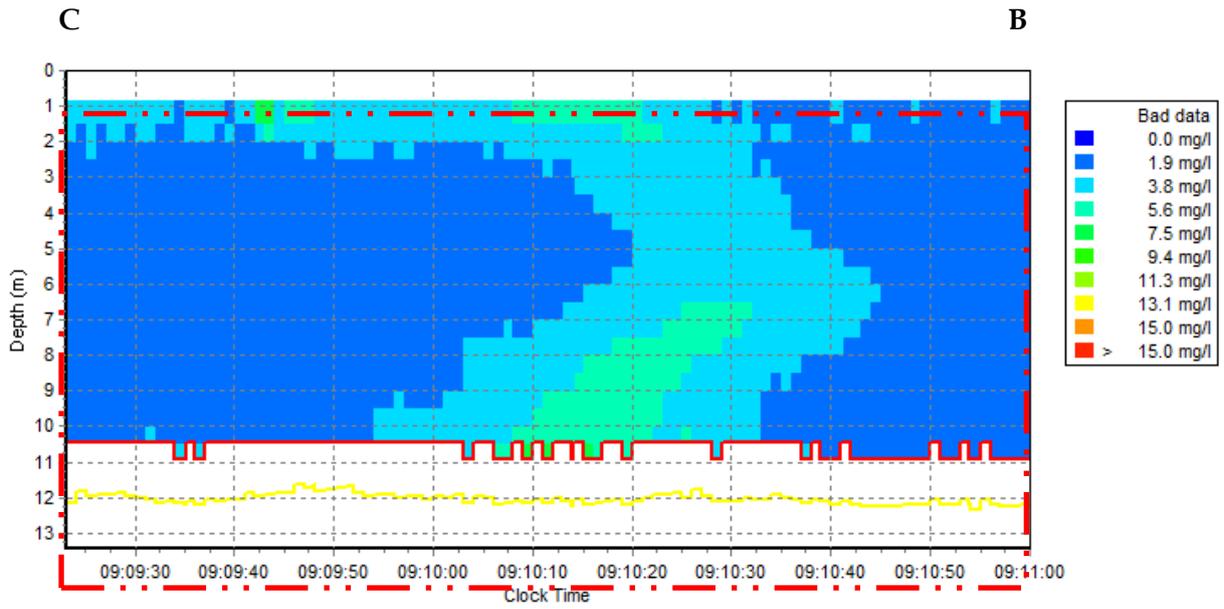


Figura 5.6. Andamento della concentrazione media sulla verticale (valori puntuali) del particolato solido sospeso e vettori di velocità della corrente durante l'esecuzione del percorso a "zig-zag" effettuato per monitorare le attività di pulizia (Transetto L3B13\_005.PD0).

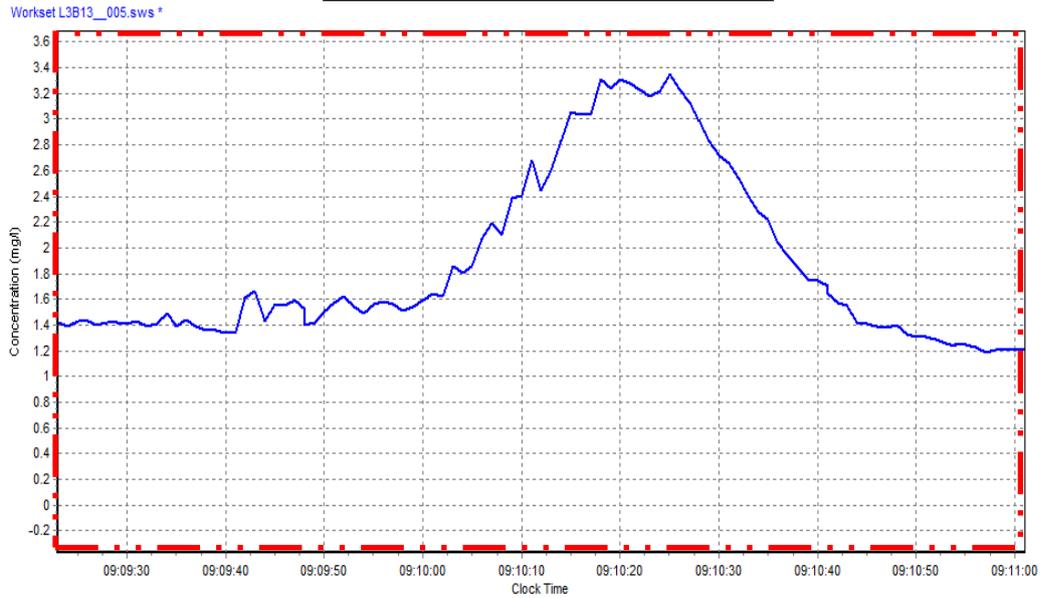
CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



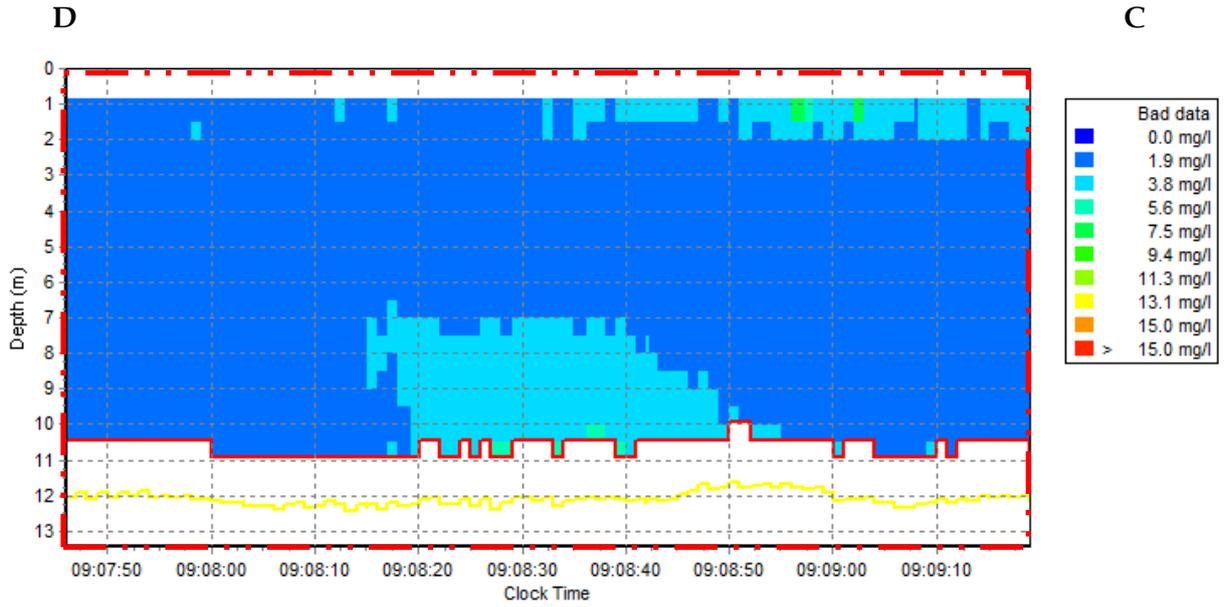
CORILA  
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA  
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



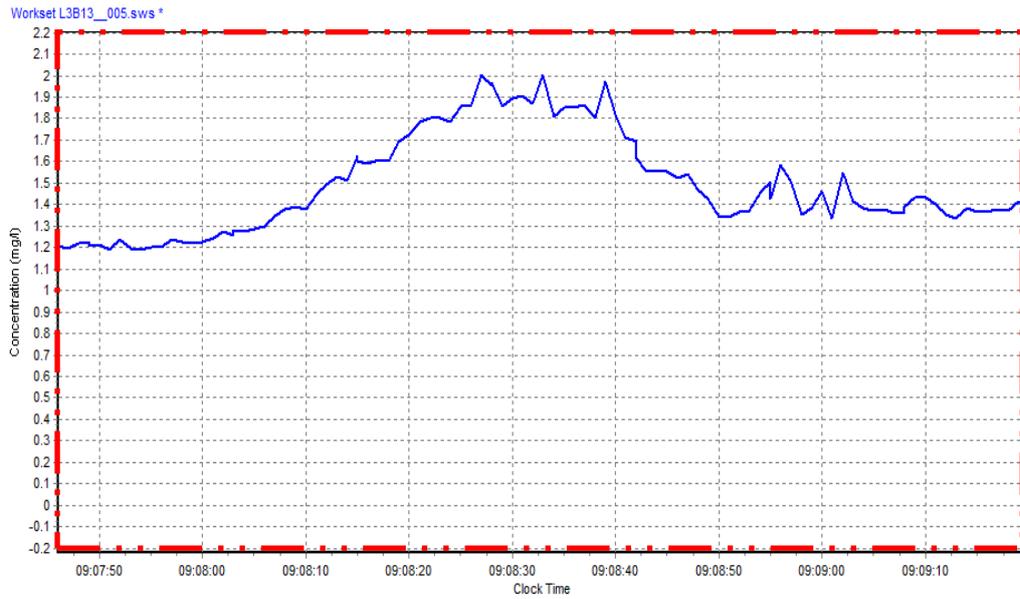
Distanza dal pontone: 78 m



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



Distanza dal pontone: 114 m



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

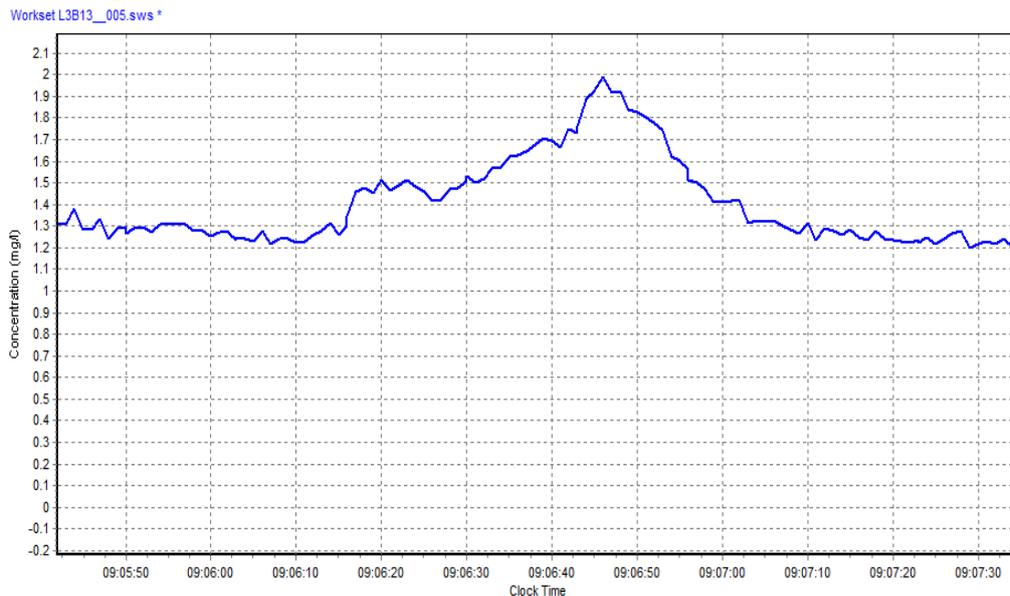
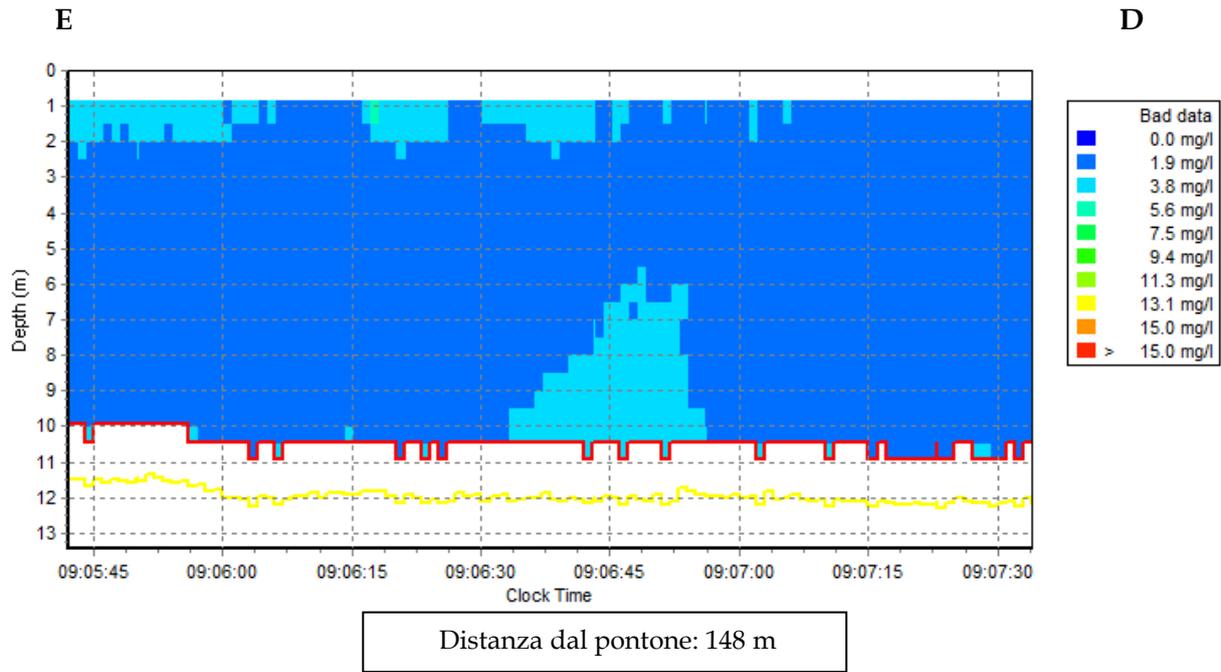


Figura 5.7 Distribuzione della concentrazione del particolato solido sospeso lungo il percorso a “zig-zag” effettuato per monitorare le attività di pulizia (Transetto L3B13\_005.PD0). Con il tratteggio rosso è indicata la parte di sezione compresa nell’A.I.T. mentre con le lettere si indicano gli estremi di ciascuna sezione.

### 5.5 Studio dell’idrodinamica e del trasporto solido in concomitanza al sollevamento delle paratoie

Durante la campagna indagini effettuata il giorno 21 febbraio 2019 (L4B13), allo scopo di monitorare l’idrodinamica ed il trasporto solido in concomitanza all’innalzamento di una parte delle barriere mobili all’interno del canale di Lido Treporti per la sorbonatura dei sedimenti depositati nel recesso tra paratoia e cassone, sono stati eseguiti alcuni transetti a monte e a valle

della schiera di paratoie per valutare le modificazioni che si verificano a livello locale. È stato indagato il campo di corrente in diverse situazioni mareali. In particolare, sono stati investigati un crescente secondario ed un calante principale.

In Figura 5.8 è rappresentato il campo di velocità della corrente misurato durante il crescente di marea in prossimità del recesso di barriera nel Canale di Treporti. Le velocità misurate sono sostenute (superiori a 0.50 m/s) e si può osservare come il campo di corrente venga fortemente modificato dalla presenza delle paratoie sollevate. In particolare, nel transetto eseguito a valle delle paratoie sollevate, rispetto alla direzione della corrente (Transetto L4B13\_003.PD0), si osservano velocità contenute, tra 0.03 e 0.54 m/s, in prossimità dell'Isola Nuova; nella rimanente parte della sezione a valle rispetto il recesso di barriera i valori di intensità di corrente sono maggiori rispetto a quelli misurati lungo il transetto subito a monte dell'area di recesso (L4B13\_000.PD0). In sintesi: il campo idrodinamico nel momento di chiusura di alcune paratoie ha subito una variazione rispetto le condizioni indisturbate (paratoie non sollevate) mostrando un aumento dell'intensità di corrente in corrispondenza all'area della sezione a valle del recesso di barriera rispetto alla sezione a monte del recesso.

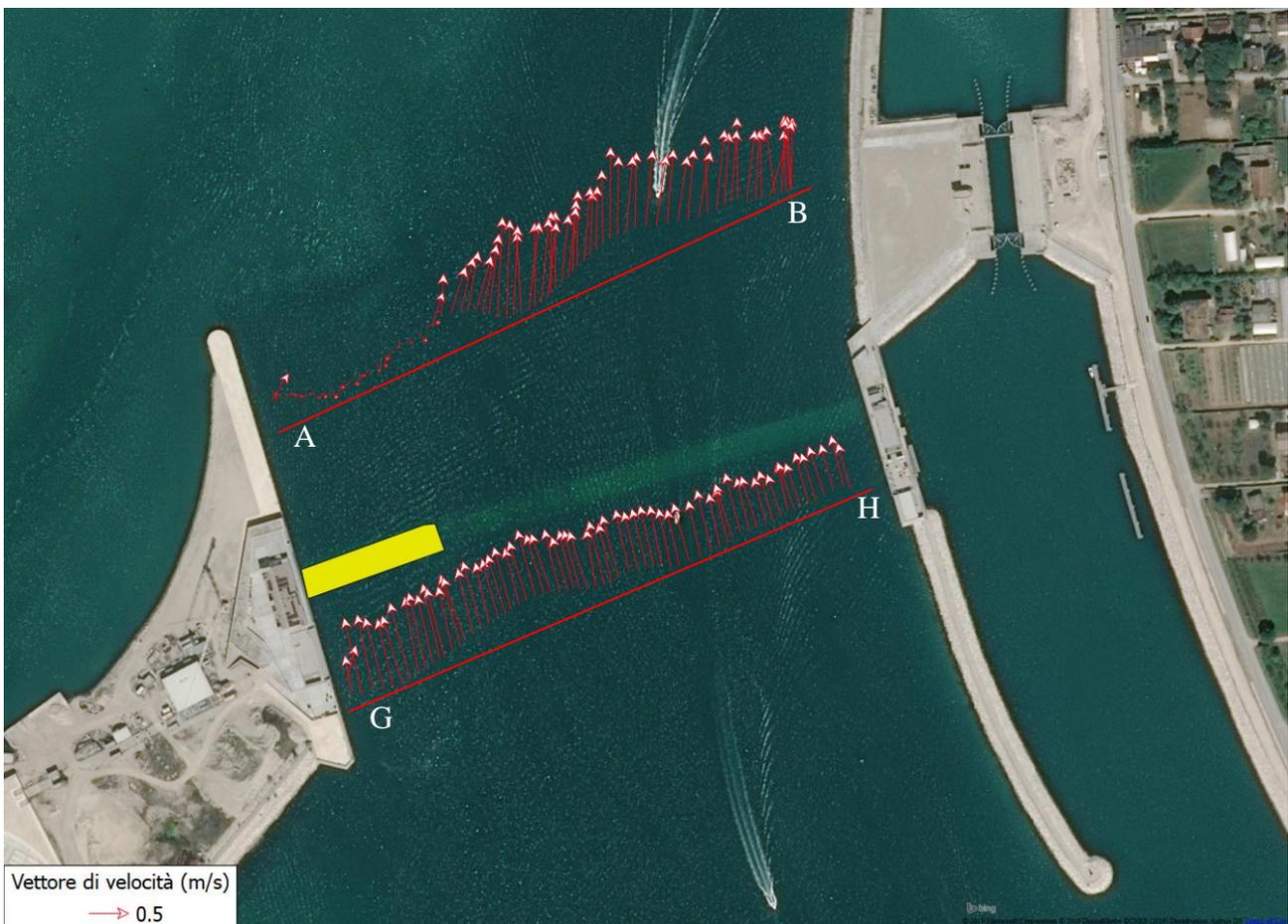


Figura 1.8. Campo di corrente in prossimità del recesso di barriera durante il sollevamento delle paratoie (rettangolo giallo) in fase di marea crescente.

L'andamento della velocità e della direzione della corrente ed i valori di intensità del backscatter lungo il transetto L4B13\_003.PD0, in Figura 5.9, evidenziano la presenza di zone di turbolenza. Infatti, si nota che lungo il transetto eseguito a monte del recesso (L4B13\_000.PD0) il campo di corrente risulta piuttosto omogeneo per velocità e direzione, mentre lungo il transetto eseguito a valle delle paratoie (L4B13\_003.PD0) si osserva un'area lunga circa 150 m, in prossimità dell'Isola

CORILA

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

Nuova, caratterizzata da minime velocità di corrente e direzione opposta rispetto alla situazione imperturbata. Se si osserva poi l'andamento dei valori di backscatter si può notare lungo il transetto L4B13\_003.PD0 una zona di maggior intensità in corrispondenza della zona di vorticosità creata dell'ostacolo delle paratoie sollevate.

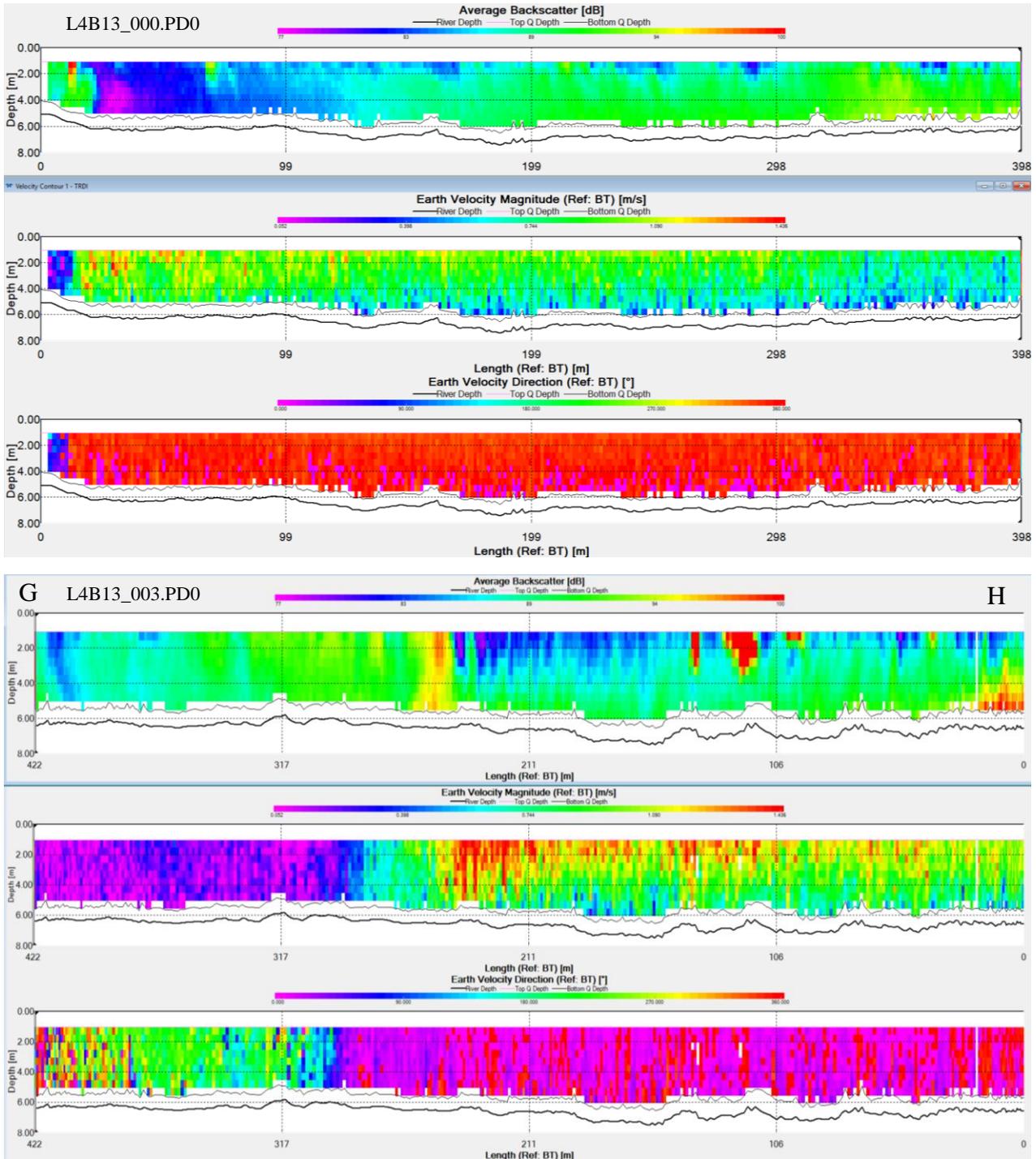


Figura 5.9. Andamento dei valori di backscatter, di velocità e di direzione della corrente lungo i 2 transetti (L4B13\_000.PD0 e L4B13\_003.PD0) eseguiti durante il crescente di marea.

In Figura 5.10 è raffigurato il campo di corrente misurato a monte (Transetto L4B13\_011.PD0) e a valle (Transetto L4B13\_014.PD0) della schiera di paratoie, rispetto alla corrente, durante il calante di marea. Anche in questo caso risulta evidente la modificazione del flusso dovuta alla presenza

delle paratoie sollevate. Infatti il transetto eseguito a monte (L4B13\_011.PD0) presenta velocità medie di corrente prossime a 0.50 m/s lungo la gran parte della sezione di misura, anche se con alcuni valori bassi nei pressi dell'Isola Nuova, senza grosse variazioni nella direzione, mentre lungo il transetto a valle (L4B13\_014.PD0) si evidenzia una zona di ridotta velocità della corrente in prossimità dell'Isola Nuova dietro la schiera di paratoie e una zona a maggiori velocità, comprese tra 0.54 e 0.98 m/s, nel canale libero.

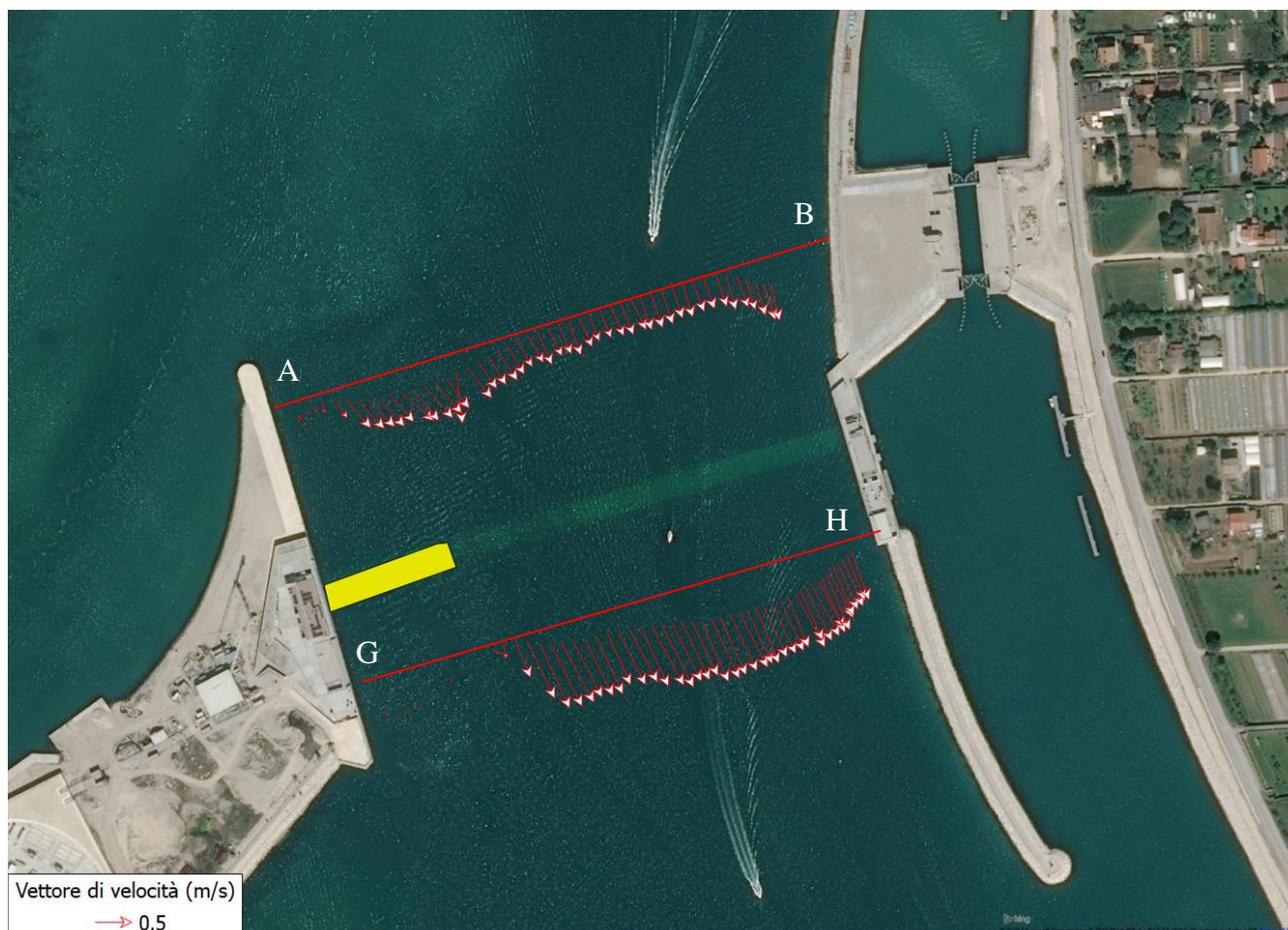


Figura 5.10. Campo di corrente in prossimità del recesso di barriera durante il sollevamento delle paratoie (rettangolo giallo) in fase di marea calante.

Osservando l'andamento della velocità e della direzione della corrente lungo le sezioni investigate (Figura 5.11), risulta maggiormente evidente l'effetto della presenza delle paratoie alzate in un'area lunga circa 130 m in prossimità dell'Isola Nuova, lungo il transetto a valle delle paratoie (L4B13\_014.PD0). In questa zona le velocità della corrente risultano minime e la direzione è eterogenea e non ben definita sia lungo la colonna d'acqua sia lungo la sezione. Si può osservare anche che le velocità risultano maggiori lungo la parte di canale lasciata libera lungo il transetto L4B13\_014.PD0 rispetto alle velocità misurate lungo il transetto a monte delle paratoie (L4B13\_011.PD0).

Osservando poi, nella medesima figura, la distribuzione dei valori del backscatter si nota una zona di maggiore intensità del segnale lungo il transetto a valle (L4B13\_014.PD0) in corrispondenza della zona di separazione del flusso. Per verificare se si trattava di un effetto della turbolenza o di particellato solido in sospensione è stato eseguito un profilo con sonda multiparametrica per misurare la torbidità. Il profilo è rappresentato nella figura dalla linea nera verticale ad una distanza di circa 140 m dall'origine del transetto. I dati di torbidità registrati lungo il profilo sono

riportati in Figura 5.12. I valori di concentrazione ottenuti dalle misure della sonda tramite una calibrazione delle letture di torbidità contro i valori della concentrazione in campioni d'acqua risultano modesti, essendo compresi tra circa 2.5 e 4.5 mg/l. Quindi le zone di maggior intensità di backscatter in prossimità della schiera di paratoie non tracciano un picco di sospeso, ma sono ma sono semplicemente dovute a fenomeni di turbolenza sul flusso indotti dalla presenza delle paratoie stesse.

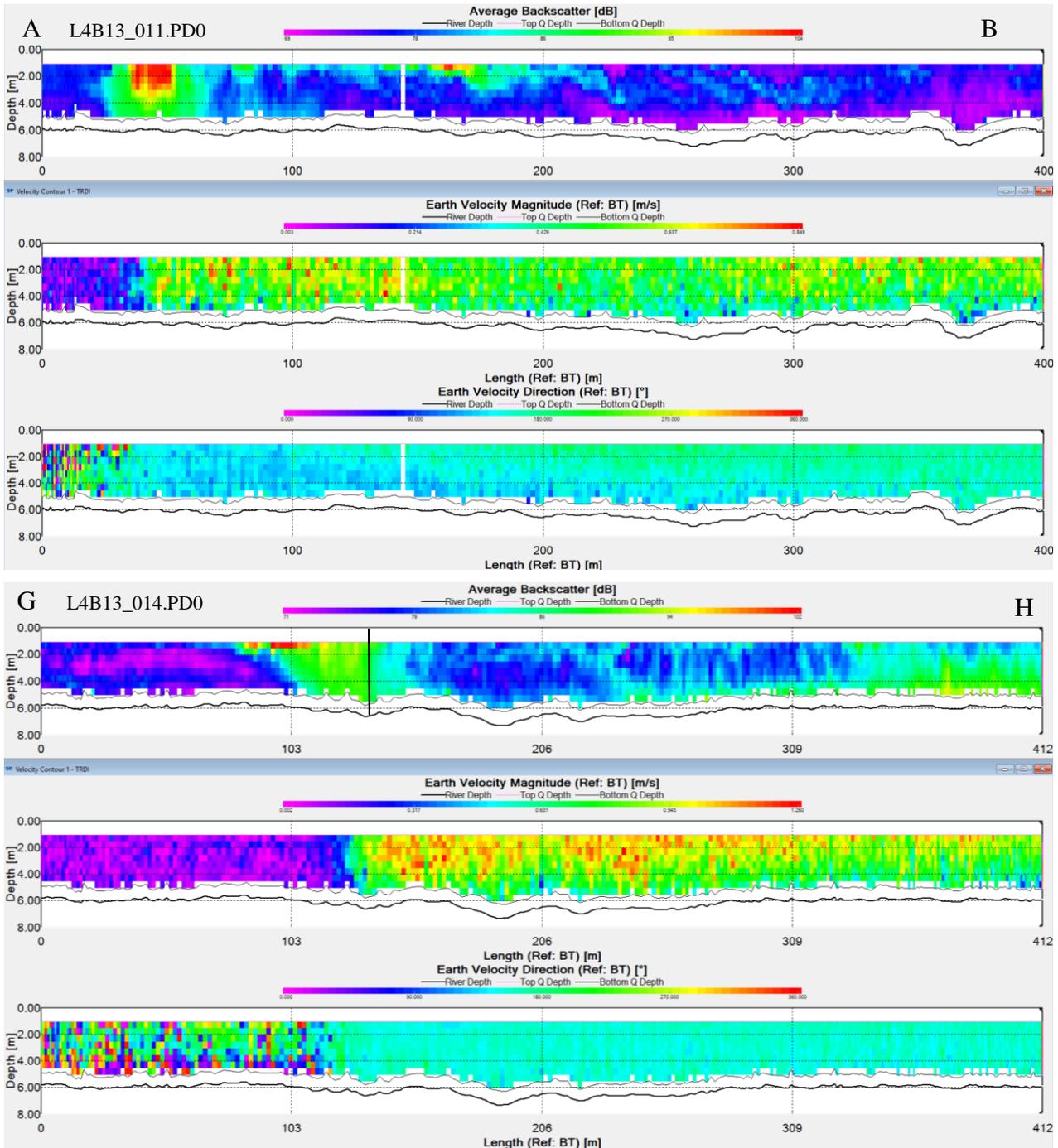


Figura 5.11. Andamento dei valori di backscatter, di velocità e di direzione della corrente lungo i 2 transetti (L4B13\_011.PD0 e L4B13\_014.PD0) eseguiti durante il calante di marea. Con la linea nera nel quarto grafico del pannello del backscatter è rappresentata la verticale in cui è stato eseguito il profilo con sonda multiparametrica.

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

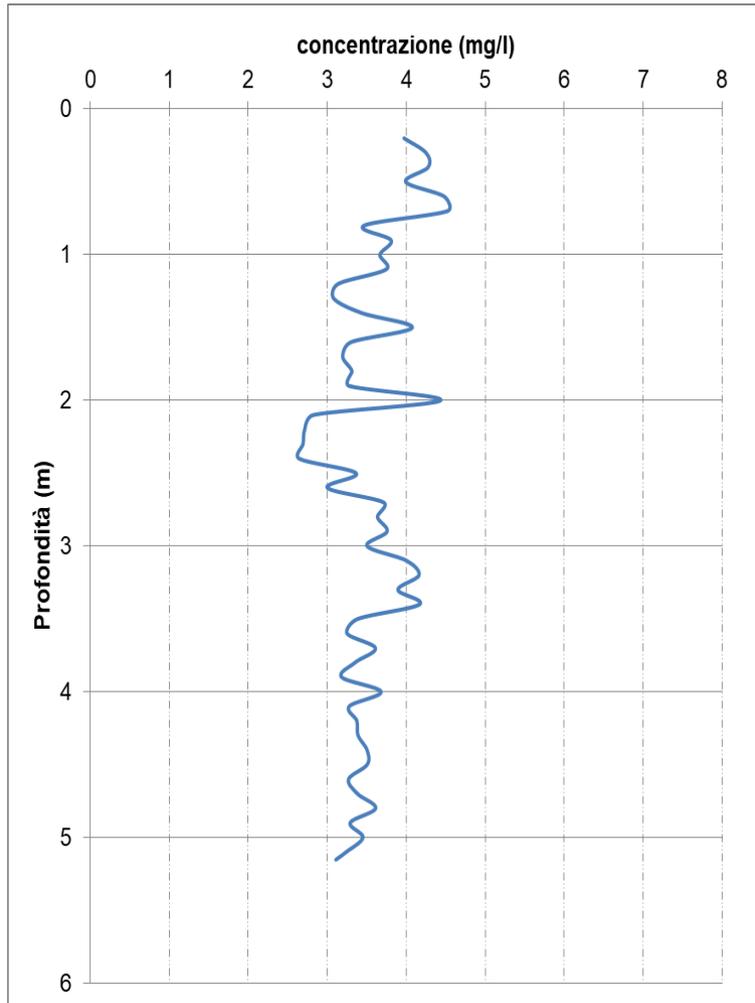


Figura 5.12. Profilo di concentrazione misurato nel punto E (Figura 2.4) con la sonda multiparametrica.

## 6. CONCLUSIONI

Durante lo Studio B.6.72 B/13 sono state condotte nella bocca di porto di Lido, 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 dell'idrodinamica e del trasporto di sedimenti.

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

Sono state effettuate indagini in differenti condizioni mareali e meteo marine ottenendo così informazioni sulla matrice acqua sia per quanto riguarda il trasporto di sedimenti che per quanto riguarda l'idrodinamica, anche in situazioni di barriere parzialmente sollevate. Durante condizioni di marea di sizigia si è potuto osservare e caratterizzare il campo idrodinamico nei canali di bocca di porto in condizioni di massima intensità di corrente e flusso sostenuto; le attività svolte non sono state tuttavia condizionate da eventi meteo di particolare intensità tali da determinare elevate concentrazioni di solidi sospesi.

Sono state altresì monitorate le attività dei cantieri. In particolare, nell'area prossima al recesso di barriera nel Canale di San Nicolò sono state condotte attività per il monitoraggio del pennacchio di torbida prodotto dal dragaggio dei sedimenti depositati negli spazi dei recessi (campagne L2B13 e L3B13) e di pulizia delle opere immerse. Nello specifico, le attività al fondo del canale prevedevano la pulizia mediante l'utilizzo di idropulitrice in grado di rimuovere le incrostazioni dalle strutture sommerse e da un sistema di allontanamento del materiale risospeso (sorbona). Le indagini effettuate non hanno evidenziato impatti significativi in termini di torbidità sul sistema, in relazione ai criteri prestabiliti: i valori di concentrazione media sulla verticale all'interno della A.I.T. sono risultate sempre inferiori al valore di soglia di 30 mg/l. Le concentrazioni per gran parte dell'area indagata rimangono infatti all'interno della variabilità naturale (1-9 mg/l) osservata durante il monitoraggio delle sezioni di interesse in condizioni di assenza di perturbazioni.

Un'altra tipologia di attività di cantiere è stata monitorata durante la campagna di misura L4B13, cioè l'idrodinamica ed il trasporto solido in concomitanza all'innalzamento di una parte delle barriere mobili all'interno del canale di Treporti per la sorbonatura dei sedimenti depositati nel recesso tra paratoia e cassone, per valutare le modificazioni locali. In questo caso si è evidenziata la presenza di zone di turbolenza e vorticosità a valle della schiera di paratoie e di un'intensificazione dell'intensità della corrente nella parte di canale in cui le paratoie sono rimaste sommerse. Questo tipo di fenomeni non induce particolari effetti risospensivi, ma solo una turbolenza locale legata all'ostacolo al flusso.

## BIBLIOGRAFIA

Arena F., Costa F., Defendi V., De Pascalis F., Ferrarin C., M. Gacic, V. Kovacevic, I. Mancero-Mosquera, A. Mazzoldi, F. Simionato, G. Umgiesser, L. Zaggia (2009). La Misura del Trasporto Solido Laguna-Mare. Relazione finale. CORILA, Venezia, p. 175.

Defendi V., Kovacevic V., Arena F., Zaggia L. (2010). Estimating sediment transport from acoustic measurements in the Venice Lagoon inlets. *Continental Shelf Research*, 30, 883-893.

Di Silvio G., Zaggia L., Dall'Angelo C., Lorenzetti G., Manfè G. (2016) Monitoraggio della torbidità e dell'idrodinamica nelle aree interessate dai cantieri alle bocche di porto. In *"Il controllo ambientale della costruzione del MOSE. 10 anni di monitoraggi tra mare e laguna di Venezia"*, P. Campostrini, C. Dabalà, P. Del Negro, L. Tosi (editors), CORILA.

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, 2006-2013. Studio B.6.72 B/1-B/8. 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. Rapporti Finali. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia (ex Magistrato alle Acque di Venezia) - CORILA (2014-16) Studio B.6.72 B/9-B/11 - 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. Rapporti Finali. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia (ex Magistrato alle Acque di Venezia) - CORILA (2016a) Studio B.6.72 B/12 - 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 20-22 Settembre 2016. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia (ex Magistrato alle Acque di Venezia) - CORILA (2016b) Studio B.6.72 B/12 - 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 28-30 Novembre 2016. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia (ex Magistrato alle Acque di Venezia) - CORILA (2017a) Studio B.6.72 B/12 - 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 27-28 Febbraio 2017. 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 (ex Magistrato alle Acque di Venezia) - CORILA (2017b) Studio B.6.72 B/12 - 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 27-28 Aprile 2017. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Wentworth CK. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology* 30: 377-392.

Zaggia L., Defendi V., Ferrarin C., Lorenzetti G., Manfè G., Arena F., Gacic M. (2012). Il trasporto solido dalla laguna al mare in differenti scenari di livelli marini e di uso dei mezzi di regolazione delle maree. In *La Laguna di Venezia nel Quadro dei Cambiamenti Climatici, delle Misure di Mitigazione e Adattamento e dell'Evoluzione degli Usi del Territorio*. CORILA.