



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
BOCCHIE LAGUNARI**

Contratto CVN-CORILA n. 11808 UPE/MGA/cer

Documento **MATRICE: ACQUA**
RAPPORTO FINALE

Versione **1.0**

Emissione **1 Luglio 2017**

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. METODICHE	9
4. IDRODINAMICA. MISURE CORRENTOMETRICHE ADCP VESSEL MOUNTED	11
5. VARIAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI SOLIDI SOSPESI.....	17
5.1 Distribuzione granulometrica dei sedimenti	17
5.2 Classificazione granulometrica del particolato solido in sospensione.....	18
5.3 Concentrazione del particolato solido in sospensione	18
5.4 Studio della propagazione della torbidità dovuta alle attività di scavo, Bocca di porto di Chioggia, 20-22 Settembre 2016 e 28-30 Novembre 2016.....	19
5.5 Trasporto solido nel canale di Treporti, Bocca di porto di Lido, 27-28 Febbraio 2017 e 27-28 Aprile 2017.....	22
6. CONCLUSIONI	27
BIBLIOGRAFIA	28

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/12, 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 dragaggio. Le attività alle 3 bocche di porto vengono intese 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). Inoltre sono state indagate le dinamiche del trasporto solido di sedimento anche in assenza di attività antropiche. Tali dinamiche meritano di essere approfondite soprattutto laddove il materiale risolleinato in area off-shore viene trasportato all'interno della bocca di porto con conseguente deposizione e/o rimobilizzazione di ingenti quantità di sedimenti lungo la linea di trasporto. Contemporaneamente è anche proseguito lo studio dell'idrodinamica all'interno delle bocche di porto e nelle aree prospicienti (lato mare); nel corso della realizzazione delle opere è stato infatti progressivamente modificato l'assetto morfologico del sistema bocca di porto-litorali e gli effetti di tali trasformazioni sulla morfologia hanno iniziato a manifestarsi solo dopo il completamento delle opere e potrebbero non essere ancora chiaramente riconoscibili.

Le attività di monitoraggio oggetto del presente studio sono sostanzialmente una prosecuzione per il periodo Maggio 2016 - Aprile 2017 delle attività di monitoraggio degli studi B.6.72 B/1 - B/11.

Per molti parametri ambientali considerati nel Monitoraggio 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 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/11 (descrizione dei risultati nei Capitoli 2, 3 e 4) e anche rispetto al B.6.72B/10, anno in cui è stata sospesa l'attività della rete fissa di monitoraggio della torbidità che ha fornito per 10 anni, attraverso l'impiego di sonde multiparametriche (Idronaut OceanSeven 304 CTD-T), l'andamento della torbidità in continuo alle 3 bocche di porto.

2. CAMPAGNE DI MISURA

2.1 Introduzione sulle campagne di misura

Durante l'anno di monitoraggio (Maggio 2016 - Aprile 2017) sono stati effettuati 10 giorni di attività di campo suddivisi in 4 campagne volte allo studio delle condizioni idrodinamiche ed alla caratterizzazione del particolato solido sospeso durante differenti condizioni mareali e meteorologiche presso due delle tre bocche di porto 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 la bocca di porto di Malamocco in quanto in quell'area non sono state avviate lavorazioni in grado di creare un qualche impatto sulla matrice acqua.

Sono stati effettuati 10 giorni 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" e 10 giorni del tipo "Misure granulometriche del particolato sospeso, LISST", così come previsto dal Disciplinare Tecnico (Studio B.6.72 B/12 Disciplinare Tecnico, 2016). Le 4 campagne sono identificate con una sigla specifica (Tabella 2.1):

- C1B12 (20, 21 e 22 Settembre 2016) alla bocca di porto di Chioggia,
- C2B12 (28, 29 e 30 Novembre 2016) alla bocca di porto di Chioggia,
- L1B12 (27 e 28 Febbraio 2017) alla bocca di porto di Lido,
- L2B12 (27 e 28 Aprile 2017) alla bocca di porto di Lido.

Le attività sperimentali si sono svolte coprendo l'intero spazio marittimo della bocca di porto, 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 nelle tre bocche di porto relativamente allo studio B.6.72 B/12.

Le attività di campagna effettuate sono particolarmente importanti e rispecchiano un notevole impegno sia in termini di lavoro e operatività in campo, sia in termini di quantità di informazioni raccolte: 145 transetti ADCP, 59 profili CTD e 119 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 condizioni che di volta in volta si manifestano all'interno delle bocche 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 BOCCHE LAGUNARI

Tabella 2.1. Attività svolte durante le campagne di monitoraggio dello Studio B.6.72 B/12 presso le bocche di porto di Lido e Chioggia.

GIORNO	ORARIO (UT)	TRANSETTI ADCP	N. PROFILI CTD	N. CAMPIONI
Campagna C1B12 20 - 21 Settembre 2016				
20/09/2016	08.00 - 14.00	16	8	16
21/09/2016	08.00 - 14.00	20	6	12
22/09/2016	08.00 - 14.00	15	5	10
Campagna C2B12 28 - 30 Novembre 2016				
28/11/2016	09.00 - 14.00	12	6	12
29/11/2016	09.00 - 14.00	14	6	12
30/11/2016	09.00 - 13.00	13	3	9
Campagna L1B12 27 - 28 Febbraio 2017				
27/02/2017	15.30 - 23.30	18	8	16
28/02/2017	06.00 - 09.00	6	3	6
Campagna L2B12 27 - 28 Aprile 2017				
27/04/2017	07.00 - 14.00	19	8	15
28/04/2017	07.00 - 11.00	12	6	11

Nelle Figure 2.1-2.4 si riportano le mappe rispettivamente per le campagne di monitoraggio produzione torbida di Chioggia e Lido. Ogni mappa riporta i punti notevoli oggetto di indagine durante le operazioni di misura; inoltre sono tracciate le rotte dei transetti per le misure correntometriche. Si osservi che nel caso di Chioggia è stata effettuata un'indagine specifica, per ricavare informazioni sull'idrodinamica, anche nell'area antistante la bocca di porto.

Nel corso di alcune campagne sono state monitorate anche specifiche lavorazioni che si svolgevano presso i cantieri: durante la campagna di misura dei giorni 20-22 Settembre 2016 alla bocca di porto di Chioggia (C1B12) è stata monitorata l'attività dell'imbarcazione San Giusto, impegnata in operazioni di rilascio di materiale lapideo per la protezione dei fondali in prossimità del recesso di barriera-spalla nord. Durante la campagna di misura dei giorni 28 - 30 Novembre 2016 alla bocca di porto di Chioggia (C2B12) è stata monitorata l'attività del pontone GOLIA, impegnato in operazioni di rilascio di materiale lapideo per la protezione dei fondali in prossimità del recesso di barriera-spalla nord. Durante la campagna di misura del 27 - 28 febbraio 2017 alla bocca di porto di Lido (L1B12) sono state approfondite mediante misure sperimentali le conoscenze riguardo l'idrodinamica ed il trasporto solido nella bocca di porto di Lido e più in particolare ciò che accade durante un crescente ad elevata escursione di marea nei pressi del Canale di Treporti- Isola Nuova; questa area è caratterizzata infatti da dinamiche del trasporto solido di sedimento che richiedono indagini più approfondite, soprattutto per quanto riguarda la fase del crescente di marea. In questa situazione il materiale risospeso nell'area del litorale nord viene trasportato lungo la parte nord del canale principale della bocca di porto verso le sezioni più interne del canale di Treporti con conseguente deposizione di sedimenti lungo la direttrice del trasporto. Analogo studio è stato condotto durante la campagna effettuata a Lido a cavallo tra il 27 e 28 Aprile 2017 (L2B12) con particolare attenzione all'area di cantiere tra l'Isola Nuova e Cavallino (Canale di Treporti).

Nelle sezioni successive sono descritti sinteticamente alcuni degli aspetti salienti riscontrati durante le operazioni di monitoraggio presso le tre bocche.

Per la trattazione specifica di ogni aspetto si rimanda ai rapporti prodotti durante le attività di monitoraggio dello Studio B.6.72 B/12 (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 C1B12 effettuata alla bocca di porto di Chioggia nei giorni 20-22 Settembre 2016.



Figura 2.2. Posizione dei punti notevoli, sezioni caratteristiche e transetti della campagna di monitoraggio C2B12 effettuata alla bocca di porto di Chioggia nei giorni 28-30 Novembre 2016.

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 L1B12 effettuata alla bocca di porto di Lido nei giorni 27-28 Febbraio 2017.

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 L2B12 effettuata alla bocca di porto di Lido nei giorni 27-28 Aprile 2017.

3. METODICHE

Durante le attività di campo è stato impiegato un set 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. Si riporta di seguito una descrizione sintetica delle variabili ambientali misurate e della strumentazione oceanografica utilizzata.

- *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 al 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 particolato in sospensione (SPM, Suspended Particulate Matter) e della sua distribuzione granulometrica.
- *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 modificato in intensità e frequenza dalle correnti marine e dal materiale presente in sospensione e, una volta ritornato alla sorgente emittente, fornisce informazioni circa la intensità e direzione di corrente e la quantità di particolato solido sospeso (*backscatter*). Il risultato della misura è una mappatura istantanea del campo di velocità della corrente 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.



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

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

- *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 μm . 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).
- *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 3.1 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/12. 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 misurata media (valore medio della velocità effettivamente misurata dalla strumentazione ADCP *vessel mounted* in corrispondenza al filone della corrente).

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/12 (2016-2017).

Transetto	Data	Ora Inizio	Ora Fine	Sezione	Total Q	Area Sezione	Velocità Misurata Media
					m ³ /s	m ²	m/s
Campagna C1B12 Settembre 2016							
C1B12_000.PD0	20/09/2016	08:31:26	08:37:22	LUC1-LUC2	-1197	4365	0.43
C1B12_001.PD0		08:38:20	08:42:47	LUC2-LUC1	-1179	4759	0.40
C1B12_003.PD0		08:58:20	09:04:31	LUC3-LUC4	-2339	9450	0.30
C1B12_004.PD0		09:06:55	09:13:57	LUC4-LUC3	-2290	9608	0.31
C1B12_006.PD0		09:24:18	09:29:48	182-180	-3589	4970	0.76
C1B12_007.PD0		09:30:14	09:33:57	180-182	-3473	4924	0.73
C1B12_014.PD0		10:41:17	10:45:32	C2B-C2A	-2707	4714	0.62
C1B12_015.PD0		10:45:52	10:49:41	C2A-C2B	-2648	4783	0.61
C1B12_017.PD0		10:57:28	11:00:30	C0A-C0B	-1340	5694	0.32
C1B12_018.PD0		11:00:41	11:04:44	C1A-C1B	-834	1877	0.51
C1B12_019.PD0		11:04:57	11:07:53	C1B-C1A	-776	1741	0.50
C1B12_020.PD0		11:08:01	11:12:12	C0B-C0A	-1385	5435	0.28
C1B12_023.PD0	21/09/2016	08:11:47	08:15:24	LUC1-LUC2	139	4770	0.14
C1B12_024.PD0		08:15:35	08:18:35	LUC2-LUC1	-58	4314	0.13
C1B12_025.PD0		08:20:40	08:25:42	180-182	-2680	4744	0.63
C1B12_026.PD0		08:25:51	08:29:46	182-180	-2744	4756	0.62
C1B12_028.PD0		08:43:21	08:46:06	C3A-C3B	-2816	4155	0.70
C1B12_029.PD0		08:46:16	08:49:07	C3B-C3A	-2893	4326	0.70
C1B12_031.PD0		08:55:49	09:01:28	C2A-C2B	-2813	4520	0.63
C1B12_032.PD0		09:01:37	09:06:35	C2B-C2A	-2852	4516	0.65

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 Misurata Media	
					m ³ /s	m ²	m/s	
C1B12_034.PD0		09:15:12	09:17:21	C0A-C0B	-1395	5703	0.34	
C1B12_035.PD0		09:17:31	09:21:49	C1A-C1B	-1141	1812	0.74	
C1B12_036.PD0		09:22:04	09:24:50	C1B-C1A	-1126	1724	0.76	
C1B12_037.PD0		09:25:29	09:30:36	C0B-C0A	-1492	5903	0.38	
C1B12_041.PD0		10:17:18	10:21:32	LUC1-LUC2	344	4880	0.10	
C1B12_042.PD0		10:21:48	10:24:52	LUC2-LUC1	95	4179	0.10	
C1B12_043.PD0		10:27:55	10:33:18	LUC4-LUC3	-2877	9216	0.34	
C1B12_044.PD0		10:33:31	10:38:49	LUC3-LUC4	-2632	9561	0.29	
C1B12_045.PD0		10:41:30	10:47:04	182-180	-2337	4973	0.50	
C1B12_046.PD0		10:47:19	10:53:08	180-182	-2282	4917	0.48	
C1B12_049.PD0	22/09/2016	08:31:44	08:36:05	180-182	-2065	4811	0.46	
C1B12_050.PD0		08:36:19	08:40:33	182-180	-2074	4761	0.46	
C1B12_051.PD0		08:49:41	08:54:46	C3A-C3B	-2055	4267	0.50	
C1B12_052.PD0		08:54:57	08:59:01	C3B-C3A	-2025	4020	0.52	
C1B12_054.PD0		09:08:32	09:17:23	C2A-C2B	-2186	4763	0.52	
C1B12_055.PD0		09:17:40	09:23:23	C2B-C2A	-2282	4767	0.52	
C1B12_057.PD0		09:32:03	09:34:24	C1B-C1A	-797	1862	0.47	
C1B12_058.PD0		09:37:33	09:41:57	C0B-C0A	-1241	5688	0.30	
C1B12_059.PD0		09:42:27	09:45:53	C0A-C0B	-1420	5705	0.36	
C1B12_060.PD0		09:47:31	09:52:01	C0B-C0A	-1214	5598	0.28	
C1B12_061.PD0		09:52:52	09:56:32	C0A-C0B	-1192	5643	0.26	
C1B12_062.PD0		09:56:45	10:01:11	C1A-C1B	-838	2031	0.47	
Campagna C2B12 Novembre 2016								
C2B12_000.PD0		28/11/2016	09:50:50	09:54:40	C0A - C0B	1898	5666	0.38
C2B12_001.PD0	09:54:49		09:58:09	C1A - C1B	1201	1913	0.65	
C2B12_002.PD0	09:59:15		10:03:37	C1B - C1A	1245	1887	0.69	
C2B12_003.PD0	10:03:45		10:09:38	C0B - C0A	2137	6058	0.41	
C2B12_006.PD0	10:25:39		10:31:17	C2B - C2A	3858	4233	0.94	
C2B12_007.PD0	10:31:45		10:38:12	C2A - C2B	4085	4568	0.91	
C2B12_009.PD0	12:34:01		12:38:38	C0A - C0B	2616	5338	0.52	
C2B12_010.PD0	12:38:50		12:45:49	C1A - C1B	1541	1746	0.91	
C2B12_011.PD0	12:46:08		12:50:13	C1B - C1A	1507	1825	0.87	
C2B12_012.PD0	12:50:21		12:52:40	C0B - C0A	2809	5434	0.58	
C2B12_015.PD0	13:06:44		13:10:04	C2B - C2A	4325	4412	1.05	
C2B12_016.PD0	13:10:17		13:13:28	C2A - C2B	4415	4542	1.00	
C2B12_018.PD0	29/11/2016		09:37:32	09:41:06	C0A - C0B	879	5630	0.16
C2B12_019.PD0			09:41:13	09:46:47	C1A - C1B	436	2003	0.19
C2B12_020.PD0		09:51:19	09:54:42	C2B - C2A	1862	4408	0.44	
C2B12_021.PD0		09:54:51	09:58:49	C2A - C2B	1833	4446	0.43	
C2B12_024.PD0		10:20:48	10:24:05	C1A - C1B	950	1898	0.52	
C2B12_025.PD0		10:24:13	10:27:25	C0B - C0A	1726	5603	0.35	

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 Misurata Media
					m ³ /s	m ²	m/s
C2B12_026.PD0		10:27:32	10:31:14	C0A - C0B	1793	5604	0.41
C2B12_027.PD0		10:31:23	10:34:47	C1A - C1B	1046	1885	0.58
C2B12_030.PD0		12:35:06	12:39:06	C0A - C0B	2279	6028	0.51
C2B12_031.PD0		12:39:17	12:43:28	C1A - C1B	1522	1737	0.92
C2B12_032.PD0		12:43:39	12:49:16	C1A - C1B	1465	1778	0.86
C2B12_033.PD0		12:49:27	12:52:38	C0B - C0A	2225	5455	0.50
C2B12_036.PD0		13:06:59	13:14:53	C2B - C2A	3801	4173	0.94
C2B12_037.PD0		13:15:04	13:20:21	C2A - C2B	3709	4183	0.93
C2B12_040.PD0	30/11/2016	09:44:00	09:47:07	C2B - C2A	-776	4692	0.17
C2B12_048.PD0		11:00:56	11:05:45	C3A - C3B	2923	4966	0.60
C2B12_049.PD0		11:06:00	11:10:47	C3B - C3A	2982	4883	0.62
C2B12_050.PD0		11:16:04	11:20:21	LUC1 - LUC2	591	4120	0.17
C2B12_051.PD0		11:20:36	11:25:34	LUC2 - LUC1	575	3914	0.15
C2B12_052.PD0		11:25:54	11:33:25	LUC1 - LUC4	3564	5818	0.65
C2B12_053.PD0		11:33:39	11:38:07	LUC4 - LUC3	3173	9117	0.56
C2B12_054.PD0		11:38:22	11:45:52	LUC3 - LUC4	3296	8406	0.54
C2B12_055.PD0		11:46:05	11:50:29	LUC4 - LUC1	3541	5326	0.68
Campagna L1B12 Febbraio 2017							
L1B12_000.PD0	27/02/2017	16:30:33	16:42:44	82-80	1809	7062	0.28
L1B12_001.PD0		16:43:13	16:51:22	80-82	1454	7011	0.23
L1B12_002.PD0		17:01:09	17:08:36	82-80	357	7198	0.06
L1B12_003.PD0		17:08:44	17:17:43	80-82	34	7095	0.02
L1B12_006.PD0		17:38:48	17:48:10	80-82	-1748	7211	0.25
L1B12_007.PD0		17:48:25	17:58:38	82-80	-2477	7287	0.36
L1B12_008.PD0		18:09:49	18:14:46	T3B-T3A	-725	2632	0.29
L1B12_009.PD0		18:14:58	18:20:08	T3A-T3B	-780	2683	0.31
L1B12_012.PD0		18:28:13	18:34:21	T2B-T2A	-825	2205	0.38
L1B12_013.PD0		18:34:32	18:38:47	T2A-T2B	-876	2218	0.40
L1B12_016.PD0		20:24:26	20:34:17	82-80	-6351	7563	0.93
L1B12_017.PD0		20:34:30	20:44:52	80-82	-6441	7648	0.90
L1B12_021.PD0		21:15:22	21:21:22	T2B-T2A	-1967	2355	0.87
L1B12_022.PD0		21:21:31	21:25:53	T2A-T2B	-1878	2266	0.88
L1B12_025.PD0		21:41:50	21:45:48	T3B-T3A	-1811	3058	0.61
L1B12_026.PD0		21:45:56	21:49:54	T3A-T3B	-1786	2963	0.63
L1B12_028.PD0		28/02/2017	06:16:36	06:24:11	82-80	-2522	7301
L1B12_029.PD0	06:24:21		06:40:28	80-82	-3117	7361	0.45
L1B12_032.PD0	07:01:13		07:05:19	T3B-T3A	-1224	2864	0.44
L1B12_033.PD0	07:05:30		07:10:43	T3A-T3B	-1256	3217	0.42
Campagna L2B12 Aprile 2017							
L2B12_000.PD0	27/04/2017	07:57:49	08:08:47	7695 - 7696	-7575	7708	1.00
L2B12_001.PD0		08:08:57	08:18:39	7696 - 7695	-7604	8141	0.96
L2B12_003.PD0		08:27:35	08:31:41	T3B - T3A	-2167	2798	0.80

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 Misurata Media
					m ³ /s	m ²	m/s
L2B12_004.PD0	27/04/2017	08:31:49	08:36:43	T3A - T3B	-2234	3122	0.77
L2B12_006.PD0		08:42:36	08:46:48	T2B - T2A	-2255	2440	0.95
L2B12_007.PD0		08:47:06	08:50:59	T2A - T2B	-2275	2439	0.95
L2B12_010.PD0		09:11:36	09:19:18	7695 - 7696	-7193	8348	0.93
L2B12_011.PD0		09:19:35	09:26:23	7696 - 7695	-7419	8581	0.91
L2B12_013.PD0		11:41:23	11:44:17	T2B - T2A	-777	2476	0.34
L2B12_014.PD0		11:44:29	11:47:24	T2A - T2B	-658	2482	0.31
L2B12_016.PD0		11:54:45	11:58:06	T3B - T3A	-318	2998	0.12
L2B12_017.PD0		11:58:28	12:01:27	T3A - T3B	-291	3066	0.11
L2B12_019.PD0		12:07:17	12:13:20	7695 - 7696	951	7976	0.14
L2B12_020.PD0		12:13:36	12:19:33	7696 - 7695	1338	8127	0.18
L2B12_022.PD0		13:09:58	13:12:33	T2B - T2A	1077	2108	0.55
L2B12_023.PD0		13:13:09	13:16:38	T2A - T2B	1240	2349	0.57
L2B12_025.PD0		13:22:25	13:25:39	T3B - T3A	1460	2577	0.60
L2B12_026.PD0		13:25:54	13:29:51	T3A - T3B	1596	2660	0.62
L2B12_028.PD0		28/04/2017	07:59:06	08:07:02	7695 - 7696	-5942	7954
L2B12_029.PD0	08:07:14		08:13:24	7696 - 7695	-6149	8102	0.78
L2B12_031.PD0	08:19:39		08:24:01	T3B - T3A	-1744	2796	0.64
L2B12_032.PD0	08:24:19		08:28:35	T3A - T3B	-1938	3064	0.67
L2B12_034.PD0	08:34:26		08:38:56	T2B - T2A	-1860	2398	0.81
L2B12_035.PD0	08:39:16		08:43:08	T2A - T2B	-1924	2365	0.84
L2B12_038.PD0	08:59:40		09:05:03	7695 - 7696	-5763	6819	0.88
L2B12_039.PD0	09:05:17		09:12:01	7696 - 7695	-7360	8172	0.93
L2B12_041.PD0	09:18:24		09:22:19	T3B - T3A	-2460	3154	0.81
L2B12_042.PD0	09:22:40		09:26:08	T3A - T3B	-2457	3226	0.80
L2B12_044.PD0	09:31:32	09:35:27	T2B - T2A	-2280	2485	0.96	
L2B12_045.PD0	09:35:45	09:39:23	T2A - T2B	-2335	2451	0.98	

La serie di dati riassuntivi riportati in Tabella 3.1 evidenzia l'importanza dell'attività di campo e dell'elaborazione dei dati sperimentali, nel corso dello Studio B.6.72 B/12, 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) della marea. Le misurazioni sono state infatti effettuate durante maree di sizigie.

Durante le campagne di monitoraggio effettuate presso la bocca di porto di Chioggia sono stati indagati alcuni transetti per caratterizzare il campo di corrente nella zona di mare antistante la bocca di porto in diverse condizioni di marea. Durante la campagna C1B12 (20-22 Settembre 2016) è stata indagata la fase di marea crescente (Figura 3.1). Il getto nel canale principale lungo la sezione 180 - 182 risulta ben definito con punte di velocità medie misurate massime superiori a

0.75 m/s. Per quanto riguarda il campo di moto nei pressi della lunata foranea si osserva che i getti entranti assumono direzione convergente verso il canale principale con le intensità maggiori nell'area prospiciente la parte terminale dei moli sud e nord dove si instaurano condizioni di forte turbolenza per via dell'interazione tra strutture antropiche e correnti di marea.

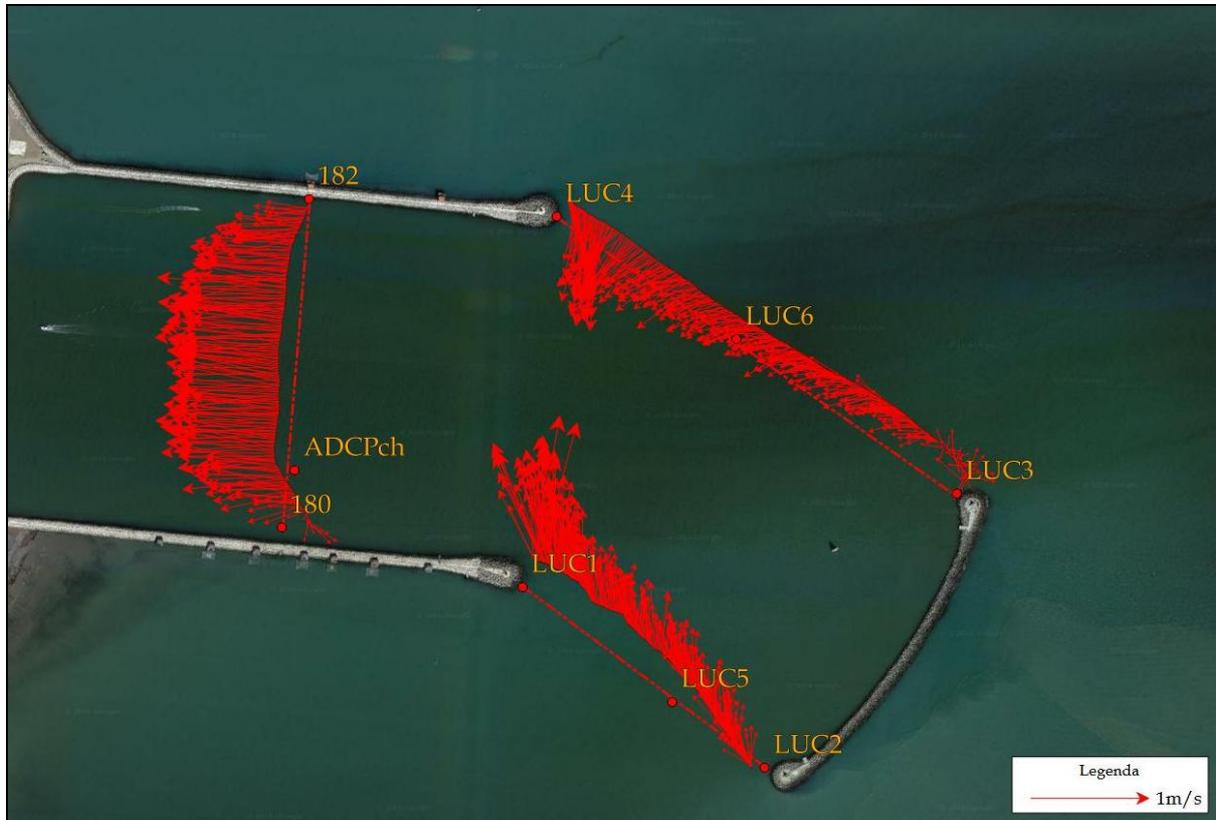


Figura 1. Campo di corrente (velocità e direzione media sulla verticale) nell'area prospiciente la bocca di porto. Transetti C1B12_000.PD0, C1B12_003.PD0 e C1B12_007.PD0 del 20 Settembre 2016, bocca di porto di Chioggia.

Durante la campagna C2B12 (28-30 Novembre 2016) è stata indagata invece la fase di marea calante. Il getto nel canale principale lungo la sezione LUC1 - LUC4 risulta ben definito con punte di velocità medie misurate massime superiori a 0.75 m/s. Per quanto riguarda il campo di moto nei pressi della lunata si osserva che i getti uscenti assumono direzione divergente rispetto alla struttura del frangiflutti. In particolare si osserva che lungo la sezione LUC1 - LUC2 l'intensità maggiore si ha nell'area prospiciente la lunata foranea mentre lungo la sezione LUC3 - LUC4 il flusso si concentra nella parte mediana al transetto.

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

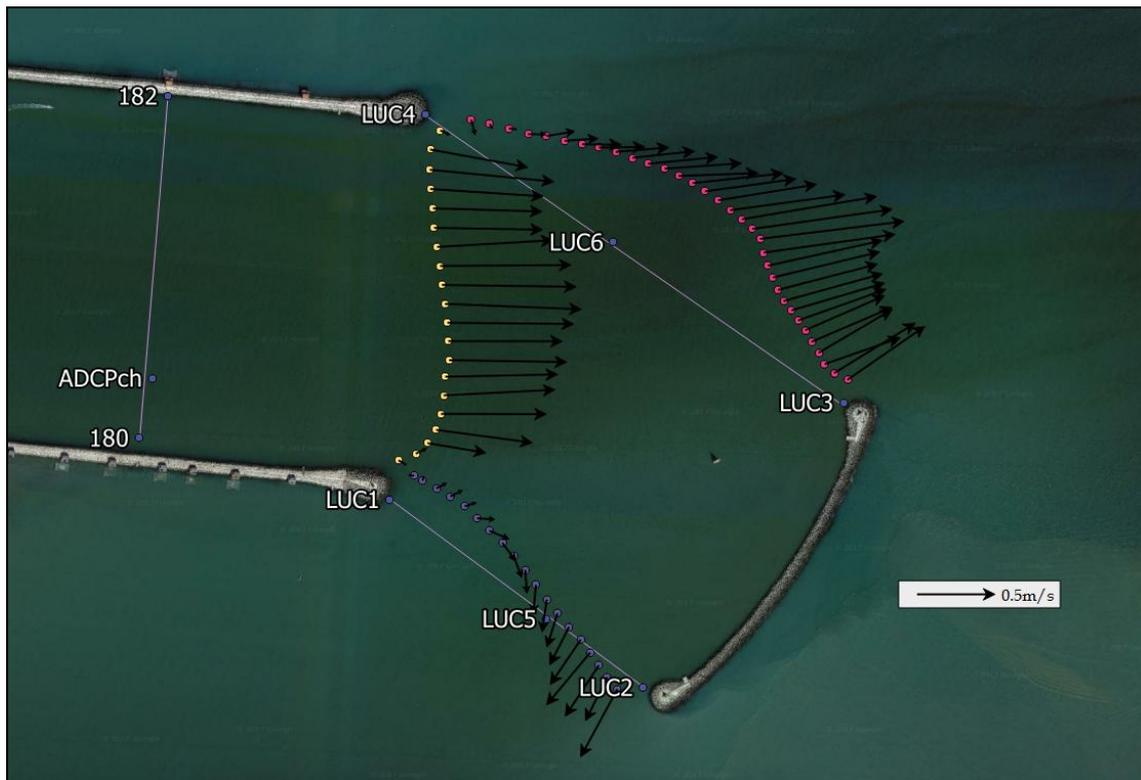


Figura 3.2. Campo di corrente (velocità e direzione media sulla verticale) nell'area prospiciente la bocca di porto. Transetti C2B12_050.PD0, C2B12_054.PD0 e C2B12_055.PD0 del 30 Novembre 2016, bocca di porto di Chioggia.

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 relativi alle bocche di porto di Chioggia e di Lido. I dati ottenuti mediante le analisi di laboratorio sui campioni prelevati durante le campagne vengono descritti al fine di evidenziare le eventuali differenze tra le due bocche di porto.

5.1 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 alle bocche di porto di Chioggia e Lido nel 2016-2017. Si osserva innanzitutto che, per quanto riguarda le distribuzioni di frequenza dei dati di Chioggia e Lido, le due serie hanno una distribuzione simile, con un valore medio quasi uguale (rispettivamente 21.6 μm e 18.2 μm). La distribuzione dei valori di d50 alla bocca di porto di Chioggia presenta tuttavia maggiore variabilità, legata a differenze nella granulometria dei materiali più fini che escono dalla laguna con il calante di marea rispetto ai materiali relativamente più grossolani che entrano in laguna durante il crescente.

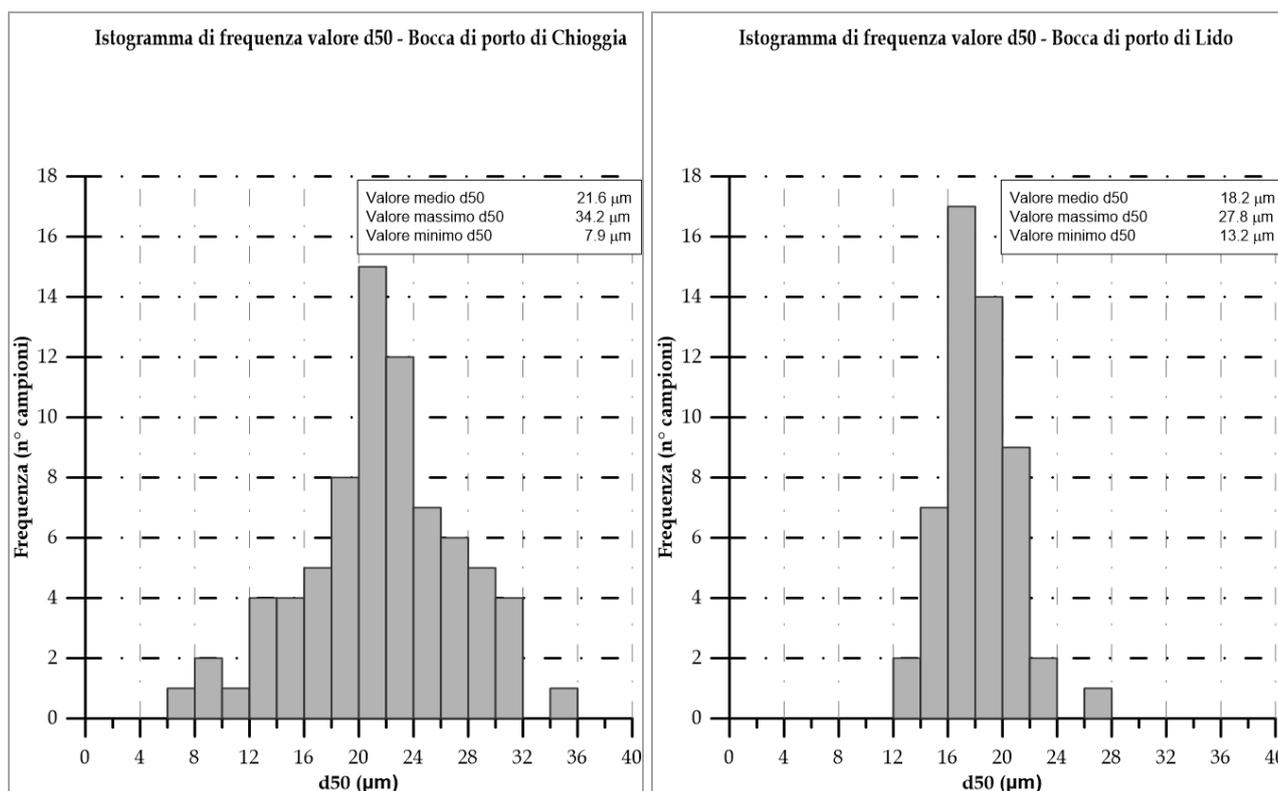


Figura 4.1. Distribuzione dei valori del d50 dei campioni di particolato solido sospeso alle bocche di porto di Chioggia e di Lido durante le campagne B/12. Frequenza espressa come numero campioni.

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 4.2) permette un'immediata rappresentazione delle differenze, o analogie, nelle caratteristiche granulometriche del particolato in sospensione dei campioni analizzati. Si osserva che la frazione delle argille risulta assente in tutti i campioni, per quanto esse possano essere presenti in forma di aggregati. Ciò che varia nella distribuzione è quindi il contenuto relativo delle frazioni limosa e sabbiosa. Alla bocca di porto di Chioggia si osserva una maggiore variabilità dei campioni che si raggruppano comunque al di sopra del 60% di contenuto limoso. Alla bocca di porto di Lido i campioni si raggruppano in un intervallo di valori più ristretto al di sopra del 75% di contenuto limoso.

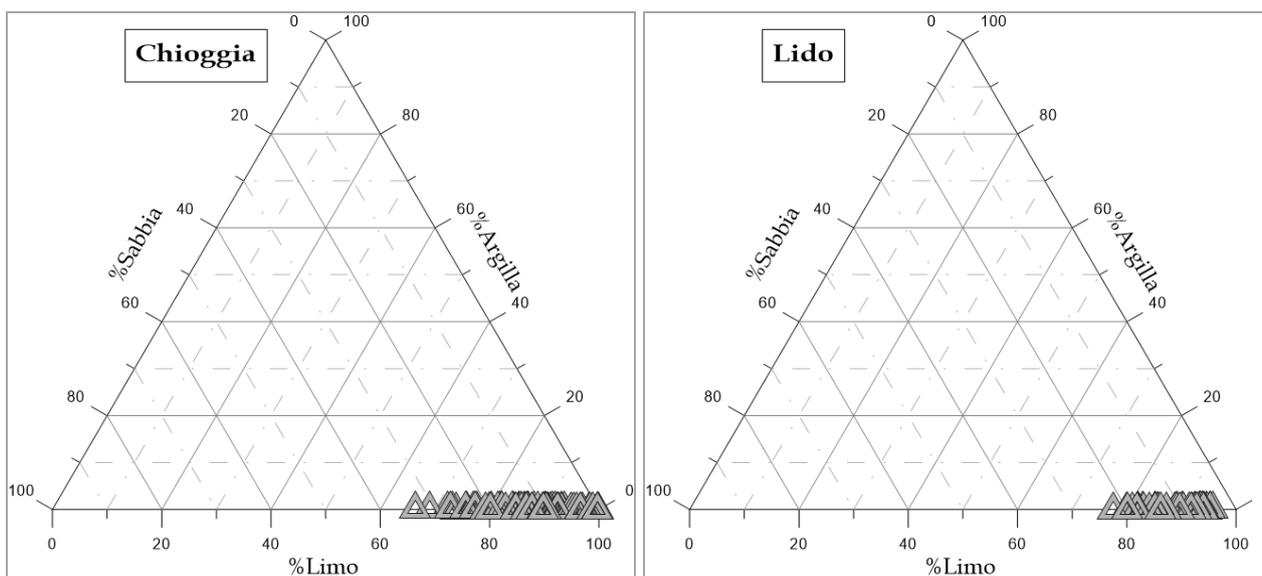


Figura 4.2. Diagramma di Shepard relativo alle differenti classi granulometriche presenti nei campioni raccolti nei pressi delle bocche di porto di Chioggia e di Lido durante le campagne B/12.

5.3 Concentrazione del particolato solido in sospensione

Per quanto concerne le concentrazioni del particolato solido misurate sui campioni d'acqua prelevati (Figura 4.3), si possono effettuare diverse considerazioni. Le concentrazioni maggiori del particolato solido in sospensione sono state misurate alla bocca di porto di Lido: i valori si distribuiscono in un intervallo piuttosto ampio con massimi elevati (6.1 - 382.7 mg/l) in relazione alle diverse condizioni mareali e meteo-marine incontrate; infatti la campagna di misura effettuata a Lido nei giorni 27 e 28 Aprile 2017 è stata svolta immediatamente dopo un evento meteomarinamente particolarmente intenso che ha indotto una notevole risospensione di sedimento. La bocca di porto di Chioggia, che solitamente rappresenta un caso intermedio tra Lido e Malamocco, risulta caratterizzata invece da concentrazioni moderatamente variabili tra 0.9 e 59.0 mg/l legate essenzialmente ai moti di marea.

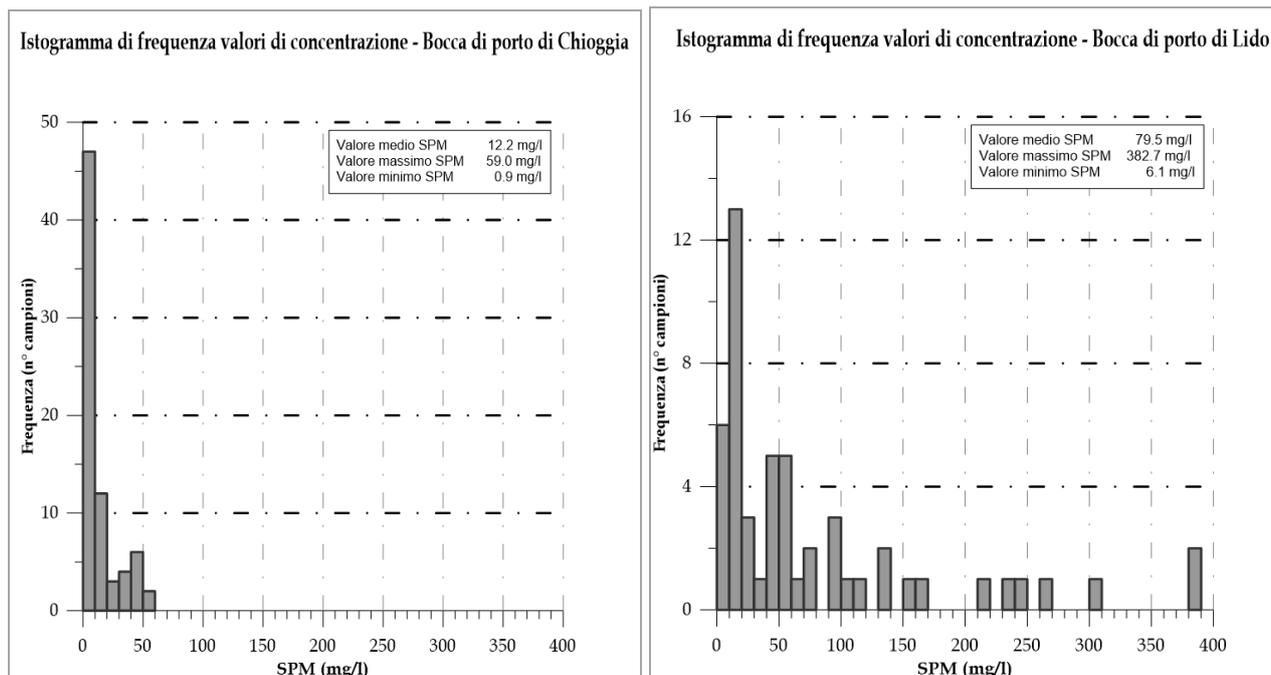


Figura 4.3. Istogramma di frequenza dei valori di concentrazione nei campioni raccolti nei pressi delle bocche di porto di Chioggia e di Lido durante le campagne B/12.

5.4 Studio della propagazione della torbidità dovuta alle attività di scavo, Bocca di porto di Chioggia, 20-22 Settembre 2016 e 28-30 Novembre 2016

Durante le attività di misura alla bocca di porto di Chioggia (C1B12, 20-22 Settembre 2016 e C2B12, 28-30 Novembre 2016) sono state monitorate le attività di rilascio di materiale lapideo per la protezione dei fondali svolte dall'imbarcazione San Giusto in prossimità del recesso di barriera-spalla nord (Figura 4.4) (Campagna C1B12). Durante le analisi dei dati è emerso che le lavorazioni non hanno avuto alcun impatto, nonostante dalle acquisizioni ADCP si potessero osservare numerosi disturbi del segnale di *backscatter* (Figura 4.5). Si può ipotizzare che la perturbazione rilevata dalla strumentazione ADCP sia da imputarsi esclusivamente al disturbo generato sia dall'immersione dell'attrezzo meccanico per il rilascio pietrame sia dal pietrame stesso che comporterebbe la formazione di bolle d'aria particolarmente dannose per la qualità delle misure basate sull'acustica. In base ai dati acquisiti durante il monitoraggio la lavorazione non avrebbe generato nessun impatto significativo in termini di torbidità sul sistema. Se si considerano infatti i profili CTD eseguiti contemporaneamente (Figura 4.6) si nota che i valori di torbidità non subiscono alcuna evidente variazione dove si riscontrano invece i massimi valori di *backscatter*.

In sintesi si può affermare che l'analisi di tutti i dati disponibili ha permesso di concludere che l'attività, nelle modalità con cui si svolgeva durante le attività di monitoraggio, non ha prodotto nessun impatto apprezzabile in termini di variazione della torbidità nella colonna d'acqua investigata all'interno della AIT.

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



Figura 4.4. Monitoraggio torbida. Transetto C1B12_009.PD0 del 20/09/2016 ore 09.46, alla bocca di porto di Chioggia. Condizioni di marea crescente. Elaborazioni in ambiente GIS: transetto ADCP, punto di rilascio pietrame e punto di prelievo campioni San Giusto.

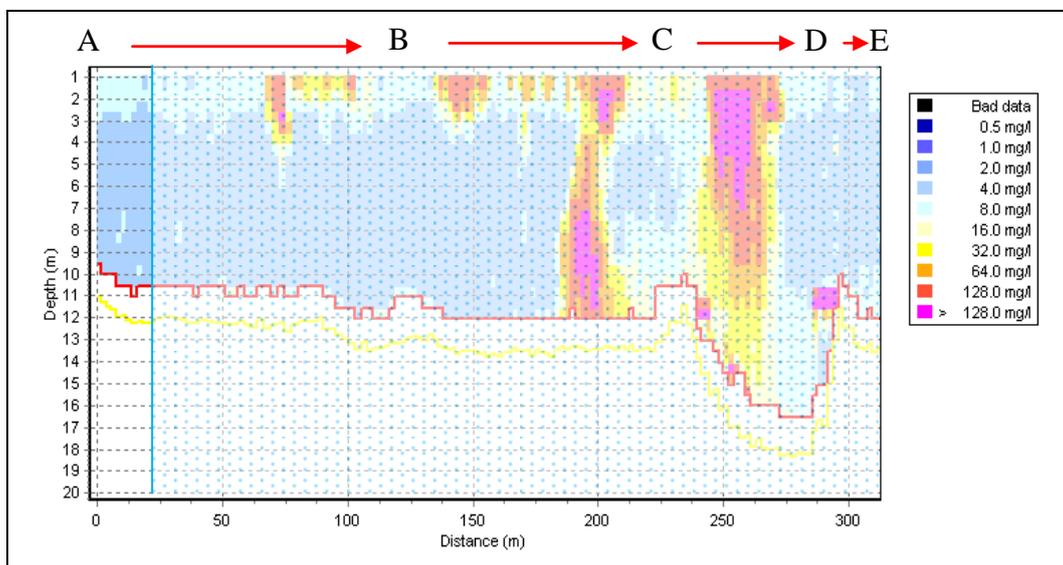


Figura 4.5. Andamento della concentrazione del particolato solido in sospensione ottenuta dalla calibrazione del segnale di *backscatter* lungo il transetto C1B12_009.PD0 del 20/09/2016 ore 09.46, alla bocca di porto di Chioggia. Condizioni di marea crescente. Il rettangolo azzurro rappresenta la AIT.

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

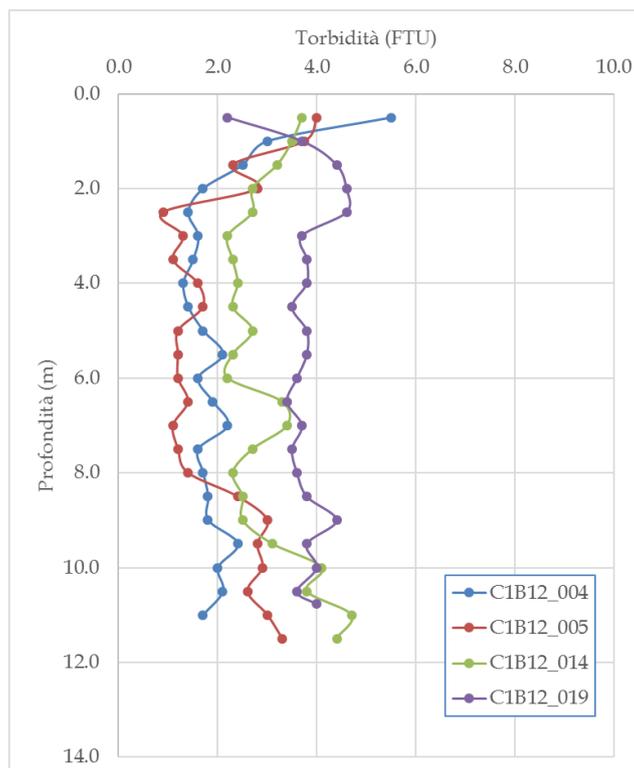


Figura 4.6. Profili di torbidità (FTU) CTD a 30 metri dal punto di rilascio pietrame, direttamente sottocorrente l'area di rilascio pietrame presso il punto San Giusto nei giorni 20-22 settembre 2016, bocca di porto di Chioggia.

Durante la campagna di misura C2B12 (28-30 Novembre 2016) è stata monitorata invece l'attività del pontone GOLIA, impegnato in operazioni di rilascio di materiale lapideo per la protezione dei fondali in prossimità del recesso di barriera-spalla sud. Dalla calibrazione del segnale di *backscatter* si possono evidenziare aree in cui vi sono concentrazioni di particolato sospeso più elevate. In Figura 4.7 si nota che i valori di torbidità subiscono modeste variazioni al di fuori dell'area di impatto totale AIT (area all'interno della quale si ammette convenzionalmente come "tollerabile" un valore di concentrazione del particolato solido in sospensione, riferito al valore medio sulla verticale, pari a 30 mg/l); le concentrazioni per gran parte dell'area indagata rimangono all'interno di quella che è la variabilità naturale (3 - 10 mg/l) osservata durante il monitoraggio delle sezioni caratteristiche in condizioni di assenza di perturbazioni.

Durante la campagna le concentrazioni di solido in sospensione sono state influenzate dalle condizioni meteo marine. Nelle prime due giornate di misura si sono avuti valori della concentrazione elevati per effetto del moto ondoso che ha risospeso molto materiale dai fondali lagunari. Nella terza giornata di misura, ad evento meteo concluso, i valori di solido sospeso sono rientrati a valori prossimi a quelli rilevati in condizioni di calma (3 -10 mg/l).

L'analisi di tutti i dati disponibili permette di concludere che l'attività, nelle modalità con cui si svolgeva durante il periodo di monitoraggio, non ha prodotto nessun impatto apprezzabile in termini di variazione della torbidità nella colonna d'acqua investigata nel all'interno né all'esterno della AIT.

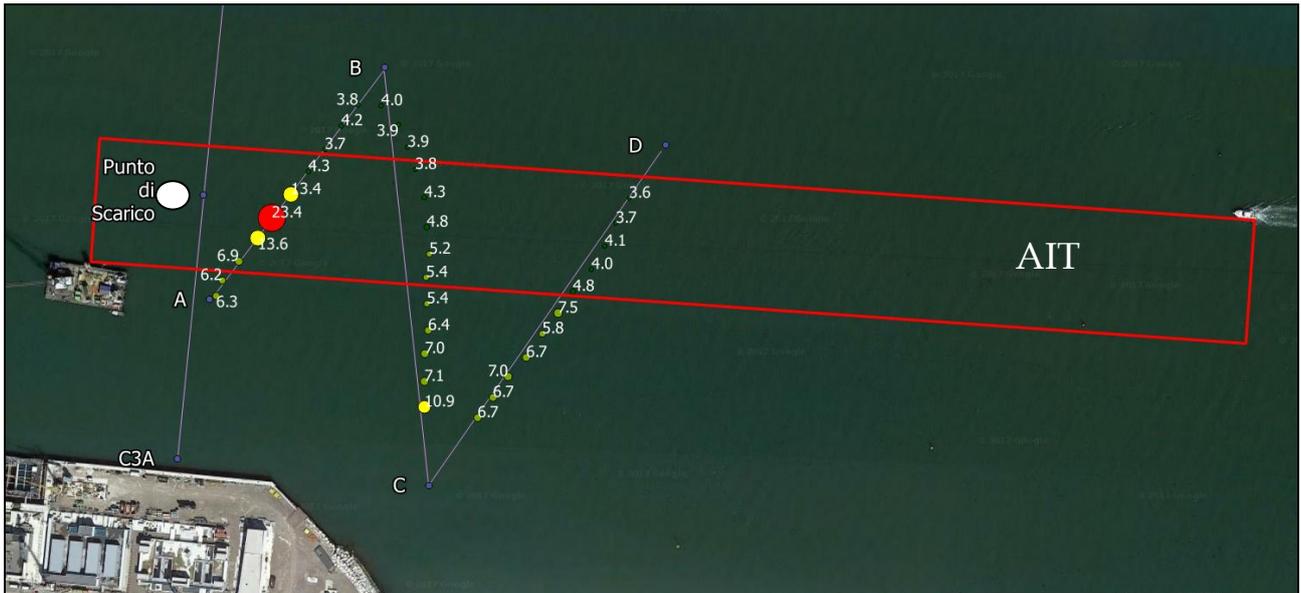


Figura 4.7. Monitoraggio torbidità. Transetto C2B12_044.PD0 del 30/11/2016 ore 10.27, bocca di porto di Chioggia. Condizioni di marea calante. Elaborazioni in ambiente GIS: transetto ADCP, punto di rilascio pietrame (pontone GOLIA,)

5.5 Trasporto solido nel canale di Treporti, Bocca di porto di Lido, 27-28 Febbraio 2017 e 27-28 Aprile 2017

Di particolare interesse sono state le campagne di monitoraggio svolte alla bocca di porto di Lido focalizzate sullo studio dell'idrodinamica della bocca di porto nel contesto delle opere del sistema MOSE e della circolazione nei pressi dell'area Canale di Treporti - Isola Nuova. La dinamica del trasporto di sedimento in sospensione e al fondo in quest'area presenta delle problematiche che nel medio e lungo periodo possono influenzare le stesse opere realizzate e necessitano quindi di essere investigate con maggior dettaglio. È di particolare interesse la fase del crescente di marea, situazione in cui sovente il materiale lungo i litorali e all'interno del canale di bocca in prossimità del molo nord viene trasportato verso le sezioni più interne del Canale di Treporti con conseguente deposizione e/o rimobilizzazione di elevate quantità di sedimenti lungo la direttrice del trasporto.

La campagna di misura L1B12 (27-28 Febbraio 2017) è stata effettuata seguendo il crescente principale notturno in assenza di fenomeni meteo marini intensi. Questo da una parte ha permesso di avere dati concomitanti ad elevate correnti di marea e dall'altro di avere dati pressoché senza disturbi in quanto il traffico durante le ore notturne è fortemente limitato. Dalla calibrazione del segnale di *backscatter* acustico della strumentazione ADCP è stato possibile osservare un'area prossima alla diga nord in cui le concentrazioni sono nettamente superiori a quelle rilevate nella parte restante della bocca di porto (Figura 4.7). Durante condizioni di gradiente elevato in marea crescente, il materiale trasportato in sospensione dalle correnti in questo tratto è diretto verso il canale di Treporti (Figura 4.8 e Figura 4.9).

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

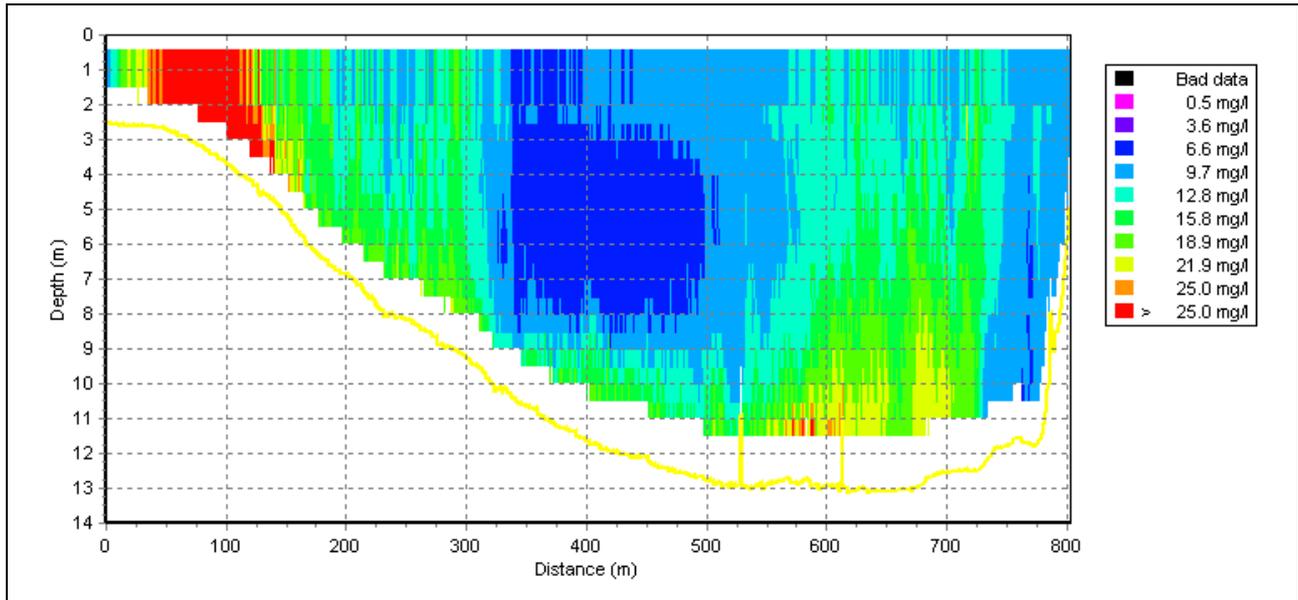


Figura 4.7. Andamento della concentrazione del particolato solido in sospensione ottenuta dalla calibrazione del segnale di *backscatter* lungo la sezione di interesse 80 - 82. Transetto L1B12_016.PD0 del giorno 27 febbraio ore 20.24. Fase di marea crescente.

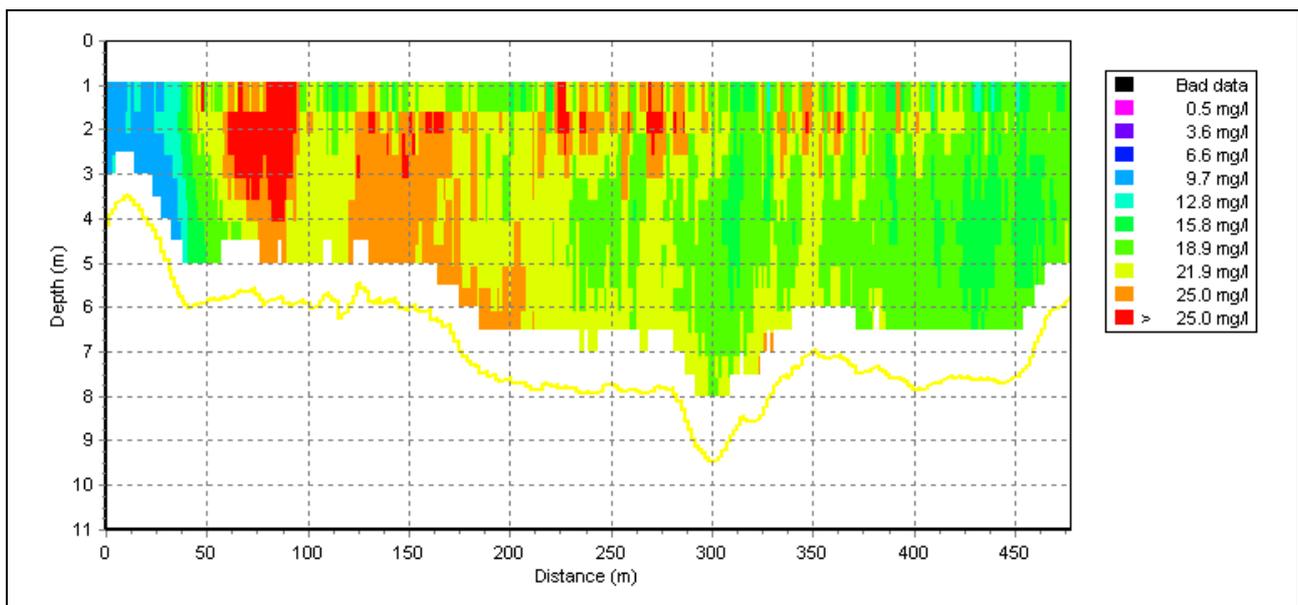


Figura 4.8. Andamento della concentrazione del particolato solido in sospensione ottenuta dalla calibrazione del segnale di *backscatter* lungo la sezione di interesse T3A - T3B. Transetto C1B12_025.PD0 del giorno 27 febbraio 2017 ore 21.45. Fase di marea crescente.

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

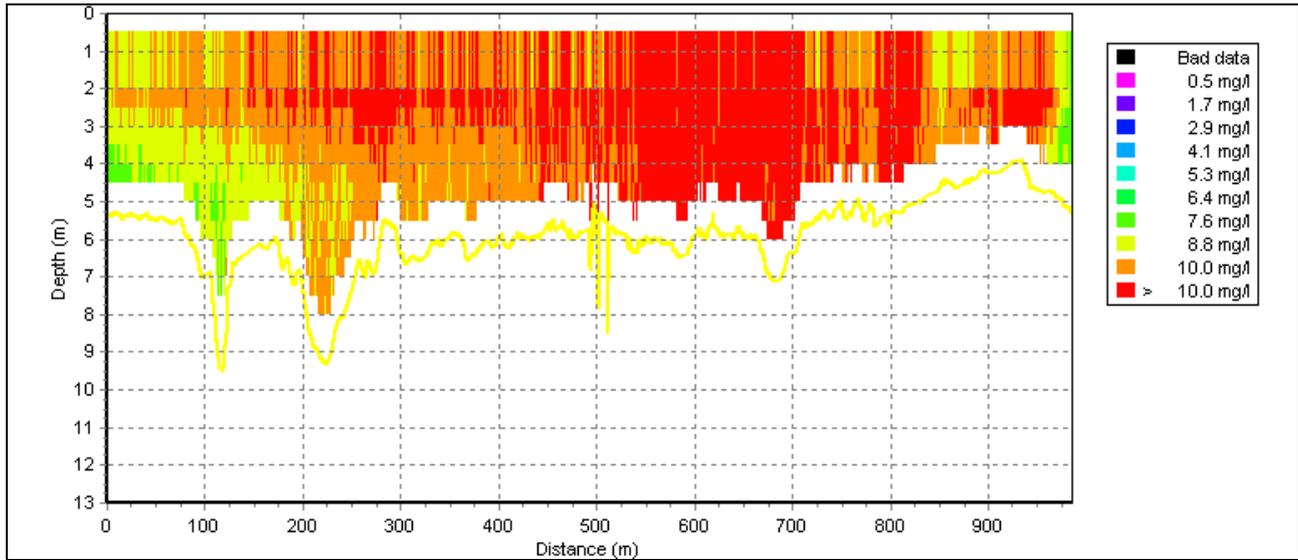


Figura 4.9. Andamento della concentrazione del particolato solido in sospensione ottenuta dalla calibrazione del segnale di *backscatter* lungo la sezione di interesse T2A – T2B. Transetto L1B12_021.PD0 del giorno 27 febbraio 2017 ore 21.15. Fase di marea crescente.

Ancora più interessanti sono state le attività svolte durante la campagna di misura L2B12 (27-28 Aprile 2017) in seguito ad un evento meteo marino intenso. Dai campioni d'acqua prelevati e dall'analisi dei valori di *backscatter* calibrati si è osservato che le concentrazioni sono risultate particolarmente elevate soprattutto durante il crescente di marea all'interno del Canale di Treporti e nella zona prossima alla diga nord lungo il canale principale (Figura 4.10, Figura 4.11 e Figura 4.12). È evidente che la mobilitazione di grandi quantità di sedimenti lungo i litorali a ridosso delle bocche di porto e nel canale di bocca (nel caso della zona nord della bocca di Lido) porta, in concomitanza a condizioni di marea crescente, all'aumento dei flussi di sedimento trasportato in sospensione all'interno della bocca di porto di Lido. Tale fenomeno era stato descritto anche in passato, in occasione degli studi sul trasporto solido effettuato dal team di ricerca rappresentato da CORILA (Zaggia *et al.*, 2012), effettuati a partire dal periodo precedente la realizzazione delle opere mobili. Le condizioni del flusso unitamente alla situazione batimetrica e alla presenza di depositi sabbiosi facilmente movimentabili dalla corrente generano condizioni favorevoli al trasporto di quantità di materiale solido al fondo e in sospensione relativamente elevate e che seguono la direttrice Punta Sabbioni - Treporti.

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

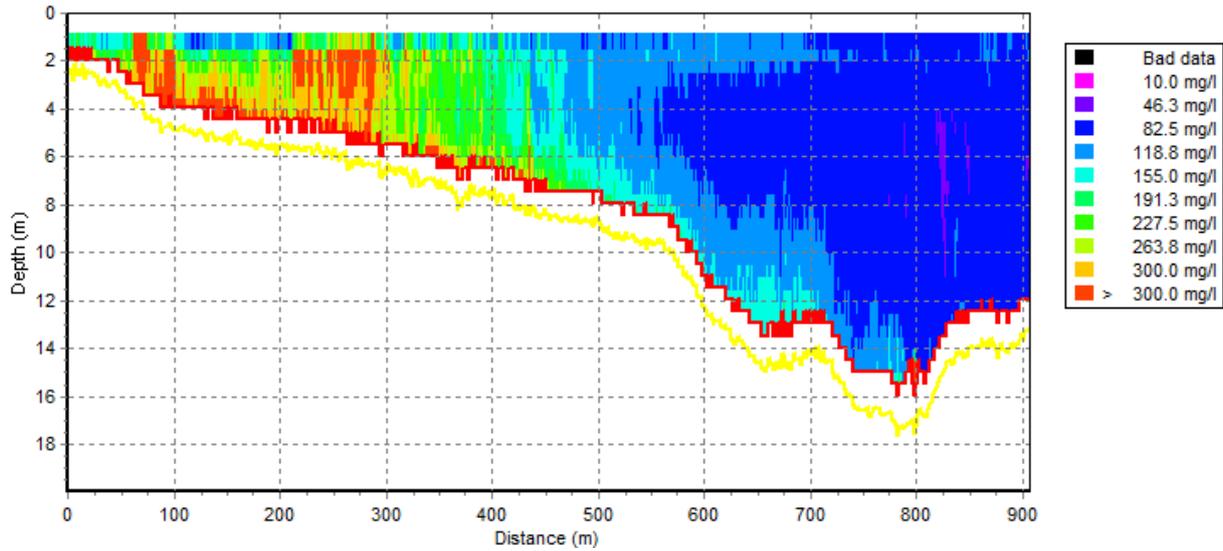


Figura 4.10. Andamento della concentrazione del particolato solido in sospensione ottenuta dalla calibrazione del segnale di *backscatter* lungo la sezione di interesse 7695 – 7696, bocca di porto di Lido. Transetto L2B12_000.PD0 del giorno 27 aprile ore 07.57. Fase di marea crescente.

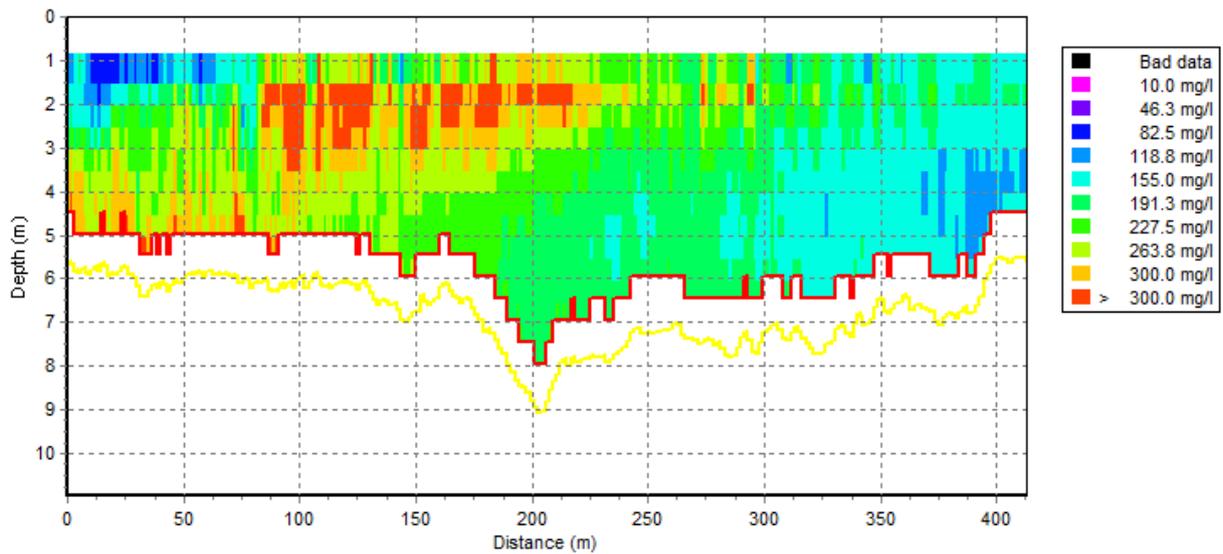
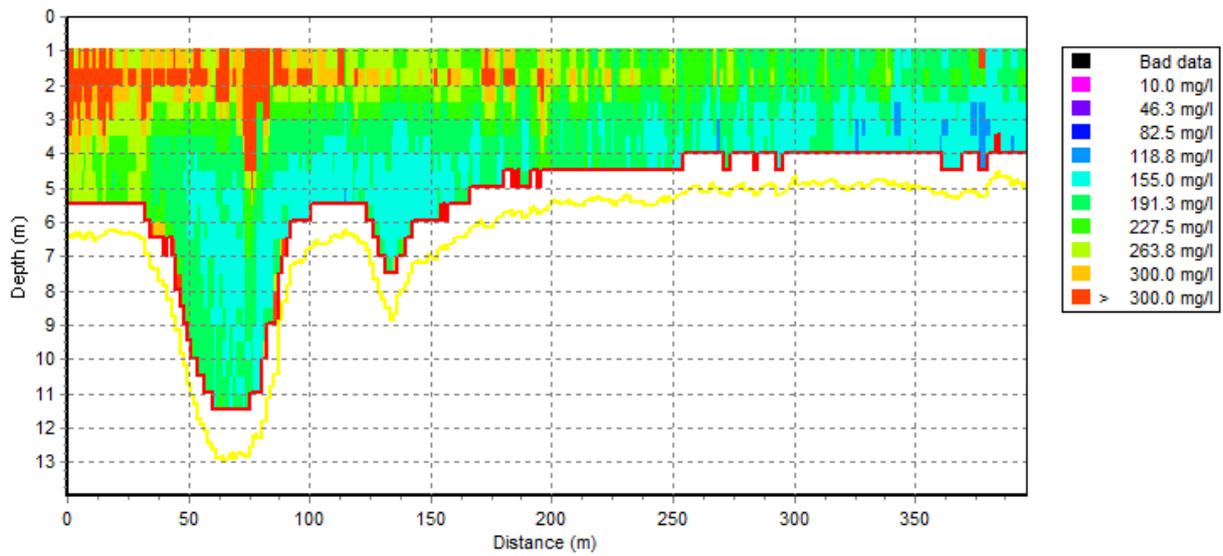


Figura 4.11. Andamento della concentrazione del particolato solido in sospensione ottenuta dalla calibrazione del segnale di *backscatter* lungo la sezione di interesse T3B – T3A, bocca di porto di Lido. Transetto L2B12_003.PD0 del giorno 27 aprile 2017 ore 08.27. Marea crescente.

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



4.12. Andamento della concentrazione del particolato solido in sospensione ottenuta dalla calibrazione del segnale di *backscatter* lungo la sezione di interesse T2B - T2A, bocca di porto di Lido. Transetto L2B12_006.PD0 del giorno 27 aprile 2017 ore 08.42. Marea crescente.

6. CONCLUSIONI

Durante lo Studio B.6.72 B/12 sono state condotte nelle bocche di porto di Chioggia e 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 dalle correnti e per quantificare la concentrazione del particolato solido in sospensione, per la quale in una delle campagne di misura (L2B12, 27-28 Aprile 2017) si sono rilevati valori naturali relativamente elevati, più vicini a quelli tipici delle condizioni di evento meteomarinico intenso.

Sono state effettuate indagini in differenti condizioni mareali e meteo marine ottenendo così informazioni sulla matrice acqua anche in condizioni intense sia per quanto riguarda l'idrodinamica, con elevati gradienti di marea e quindi anche elevati valori del deflusso idrico, sia per quanto riguarda il trasporto di sedimenti con elevate concentrazioni del particolato in sospensione determinate sia dalle correnti di marea sia dal moto ondoso nelle aree alle bocche di porto prossime alle opere.

Sono state altresì monitorate le attività dei cantieri durante le campagne di misura effettuate alla bocca di porto di Chioggia (C1B12, 20-22 Settembre 2016 e C2B12, 28-30 Novembre 2016) (Tabella 2.1). In particolare, nell'area prossima al recesso di barriera, sono state condotte attività per il monitoraggio di alcune imbarcazioni impegnate nel rilascio di materiale lapideo per la protezione dei fondali. Le indagini effettuate hanno evidenziato che le lavorazioni non hanno generato nessun impatto significativo in termini di torbidità sul sistema. Le concentrazioni per gran parte dell'area indagata rimangono all'interno di quella che è la variabilità naturale (3 - 10 mg/l, Studi B.6.72 B/1-B/11) osservata durante il monitoraggio delle sezioni di interesse in condizioni di assenza di perturbazioni.

Di particolare interesse sono state le campagne di monitoraggio svolte alla bocca di porto di Lido (L1B12, 27-28 Febbraio 2017 e L2B12, 27-28 Aprile 2017), in cui si è potuto verificare che, particolarmente in seguito ad un evento meteo marino intenso, come in occasione della campagna L2B12, la mobilitazione di grandi quantità di sedimenti lungo i litorali a ridosso delle bocche di porto e nel canale di bocca (nel caso della zona nord della bocca di Lido) porta, in concomitanza a condizioni di marea crescente, all'aumento dei flussi di sedimento trasportato in sospensione all'interno della bocca di porto di Lido lungo la parte nord del canale nella direttrice Punta Sabbioni - Treporti. La dinamica del trasporto di sedimento in sospensione e al fondo in quest'area presenta delle problematiche che, nel medio e lungo periodo, possono influenzare le stesse opere realizzate e necessitano quindi di essere investigate con maggior dettaglio nel seguito delle attività di monitoraggio.

BIBIOGRAFIA

Di Silvio G., Zaggia L., Dall'Angelo C., Lorenzetti G., Manfè G. (2017). La torbidità e l'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 2004-2015". CORILA.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - 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 - 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 - 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.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - 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.