



**STUDIO B.6.72 B/I
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCHIE LAGUNARI**

Contratto prot.n. 31572 si/gce/fbe

**RAPPORTO VARIABILITÀ
VERSIONE 2.0**

Area: Matrice acqua

16 Novembre 2006

**Consorzio per la Gestione del Centro di Coordinamento delle Attività di Ricerca
inerenti il Sistema Lagunare di Venezia
Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia
Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512**

Supervisore macroattività	Supervisore macroattività	Responsabile d'Area	Approvazione
<u>Dott. Miroslav Gacic</u>	<u>Prof. Luca Zaggia</u>	<u>Prof. Giampaolo Di Silvio</u>	<u>Ing. Pierpaolo Campostrini</u>

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

Indice

1. Considerazioni sulla variabilità delle concentrazioni del particolato solido in sospensione nella zona delle bocche di porto	3
2. Prelievi e misure dirette della concentrazione.....	5
3. Stime della concentrazione basate sulla conversione del backscattering acustico dell'ADCP fisso	7
4. Misure con stazioni fisse alle bocche di porto	11
5. Considerazioni conclusive.....	13
6. Bibliografia.....	14

1. CONSIDERAZIONI SULLA VARIABILITÀ DELLE CONCENTRAZIONI DEL PARTICELLATO SOLIDO IN SOSPENSIONE NELLA ZONA DELLE BOCHE DI PORTO

Nell'ambito delle attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari (Studio B.6.72 B/1) viene considerato come parametro "diretto" la torbidità generata dalle operazioni di dragaggio.

L'identificazione di valori di soglia della concentrazione del materiale solido, risospeso durante le attività di scavo alle bocche di porto della laguna di Venezia, deve necessariamente tenere conto del campo di variabilità naturale del parametro di interesse, sia per quanto riguarda l'evoluzione temporale - condizionata da fattori quali l'alternanza di maree di sizigie e quadratura, il verificarsi di livelli minimi del battente idrico sui bassi fondali o di eventi meteo-marini particolari in grado di determinare la risospensione di materiali sui litorali e nelle aree a basso fondale della laguna o di fenomeni di piena nei corsi d'acqua del bacino scolante - sia la distribuzione spaziale dei valori, in relazione alle caratteristiche idrodinamiche della sezione del canale di bocca e dei canali di marea che lo alimentano.

Tuttavia, alla luce di queste considerazioni, la possibilità di effettuare una stima della variabilità della concentrazione del particellato solido in sospensione alle bocche di porto è fortemente limitata dalla scarsa disponibilità di dati. Per il periodo di riferimento (cioè prima dell'avvio dei cantieri) sono, infatti, disponibili osservazioni sistematiche di questo parametro del trasporto sufficientemente estese nel tempo da evidenziare la variabilità nel breve e medio periodo (da giorni a mesi) e da includere il verificarsi di condizioni meteo-marine particolari. Nel periodo ottobre 2003 - aprile 2004, per conto del Magistrato alle Acque di Venezia, è stata installata e gestita una rete di stazioni fisse all'interno delle bocche di porto ed in mare equipaggiate con strumentazione automatica (Studio B.6.78/I. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine). Queste rilevazioni sono state di durata limitata e condotte durante il periodo invernale generalmente caratterizzate da una maggiore frequenza di eventi di bora che portano ad una risospensione dei sedimenti lagunari.

Per una valutazione approfondita della variabilità a lungo termine ed in diversi periodi dell'anno della concentrazione in condizioni "naturali" del trasporto solido "attraverso le bocche" sono stati valutati i risultati di altri studi che interessano un intervallo temporale che va dal 2000 al 2004 ed eseguiti in diverse stagioni. Infatti, la disponibilità di strumentazione acustica per la misura del campo di corrente ha permesso, a partire dal 2001, di effettuare un'estesa serie di determinazioni della portata, nell'ambito di diversi progetti di ricerca condotti da CNR-ISMAR, OGS, CORILA e APAT. L'approccio metodologico scelto permette inoltre di stimare la variabilità spatio-temporale all'interno della sezione del canale di bocca ed in diverse condizioni meteo-marine e di marea, della concentrazione del particellato solido in sospensione calibrando il segnale di *backscattering* registrato dai correntometri acustici con misure dirette della concentrazione. L'utilizzo delle serie temporali registrate dai correntometri fissi, posizionati al fondo del canale di bocca ed in funzione nelle tre bocche di porto dal 2001, in linea di principio consente, inoltre, di generare una serie temporale della concentrazione del particellato solido in sospensione di analoga estensione.

Le ricerche hanno confini più ampi del presente studio ancora in corso ed i risultati non sono ancora stati per la massima parte pubblicati. Tuttavia, per i fini del presente Piano di monitoraggio, è possibile anticiparne alcune utili considerazioni. La risoluzione temporale di queste serie è, infatti, tale da permettere di seguire con sufficiente dettaglio l'evoluzione della concentrazione del particellato sospeso durante i principali fenomeni di interesse e di identificare

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

l'effetto delle diverse forzanti sul trasporto solido, garantendo una descrizione statistica sufficientemente rappresentativa. Il problema di queste misure, però, consiste nel fatto che sono puntuali (nel caso di torbidimetro) oppure, come nel caso dei correntometri acustici, coprono solo la colonna d'acqua sopra lo strumento. Quindi dalle misure considerate mancano completamente le indicazioni sulla distribuzione spaziale del materiale sospeso nel transetto attraverso la bocca.

Mancano osservazioni sistematiche sull'evoluzione della variabile nei sistemi che interagiscono con la laguna, quali i tributari del bacino scolante e i litorali, il cui contributo influenza direttamente i valori della torbidità.

2. PRELIEVI E MISURE DIRETTE DELLA CONCENTRAZIONE

Una valutazione della variabilità del trasporto di solidi sospesi nella zona delle bocche di porto è stata effettuata prendendo in considerazione la popolazione costituita dall'intero insieme di dati di concentrazione ottenuti da misure dirette "tradizionali" sui campioni prelevati nell'ambito dei diversi studi del CORILA e del CNR-ISMAR, eseguiti alle bocche di porto della laguna di Venezia a partire dal 2002. Gli studi in oggetto sono:

- Primo Programma di Ricerca CORILA 2000-2004, linea 3.5 "Stima dei flussi d'acqua, delle sostanze organiche ed inorganiche, disciolte e particellate, e degli organismi planctonici attraverso le bocche di porto nella laguna di Venezia"; istituzioni coinvolte: ISDGM-CNR, OGS, IBM-CNR, DB-UNIPD, N.P.S. Monterey (California U.S.A.), U.S.F. St. Petersburg (Florida U.S.A.).
- "Stima del trasporto solido alla bocca di Lido", anni 2001-2004; istituzioni coinvolte: ISMAR-CNR, APAT.

Lo scopo della linea di ricerca 3.5 era di stimare i flussi d'acqua attraverso le tre bocche di porto dai dati sperimentali e di stabilire la loro variabilità prevalente dalle scale mareali fino a quelle stagionali.

I campioni sono stati raccolti mensilmente e stagionalmente in periodo di sizigie all'interno delle bocche di Porto di Chioggia, Malamocco e Lido, in modo da enfatizzare l'effetto di marea; la raccolta avveniva ogni 3 ore per un totale di 48 ore ed un totale di 17 campioni. I punti di campionamento erano a circa 5 metri di profondità in corrispondenza dei tre profilatori ADCP posizionati sul fondo, le cui coordinate sono riportate nella tabella seguente.



Figura 2.1. Ubicazione dei tre profilatori ADCP alle bocche di porto di Lido (sinistra), Malamocco (centro) e Chioggia (destra)

Tabella 2.1. Coordinate dei tre profilatori ADCP.

	Coordinate Gauss Boaga
Bocca di Lido	2318419.03; 5033045.70
Bocca di Malamocco	2311007.30; 5023823.38
Bocca di Chioggia	2307802.93; 5012047.97

I risultati dell'analisi dei dati raccolti nella Linea 3.5 sono influenzati dai valori registrati in due eventi di alte maree eccezionali che hanno interessato la laguna di Venezia in marzo e novembre 2001, causati da forti venti di bora che hanno spirato con intensità superiore a 20 m/s.

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

Per quanto riguarda il progetto "Stima del trasporto solido alla bocca di Lido", i campioni sono stati prelevati nella sezione trasversale alla bocca di porto di Lido, nella verticale al di sopra del punto in cui è posizionato il profilatore acustico ADCP, impiegato nella summenzionata Linea di Ricerca 3.5, e in una verticale localizzata in prossimità del lato nord della sezione approssimativamente compresa fra le batimetriche -4 e -6. I campioni d'acqua, raccolti allo scopo di calibrare il backscattering del profilatore acustico posizionato al fondo della bocca ed un analogo strumento montato su imbarcazione, sono stati raccolti a tre diverse profondità: -2 m, a metà colonna d'acqua e a 2-3 m dal fondo. La scelta delle tre quote di campionamento è dettata dalla necessità di ottenere valori sperimentali della concentrazione nell'intervallo di profondità utile investigato dall'ADCP.

L'insieme di dati comprende tutte le attività fino al termine dell'anno 2004. Nella Tabella 2.2 sono indicati i principali parametri statistici ottenuti dall'insieme di dati considerato, che comprende oltre 950 determinazioni.

Tabella 2.2. Parametri statistici significativi dell'insieme dei dati di concentrazione del particolato solido in sospensione (mg/l) misurati nell'ambito di diversi studi effettuati a partire dal 2001 alle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia.

Determinazioni sperimentali 2001-2004	
Ntot	959
Media	12.0
Dev. Std.	13.2
Max.	139.6
Min.	1.2
25° percentile	5.2
50° percentile	8.0
75° percentile	12.6
95° percentile	34.8

Il valore massimo della serie di determinazioni dirette del parametro di concentrazione è di 139.6 mg/l, il valore minimo è 1.15 mg/l.

Il valore medio sulla verticale riscontrato è superiore a 11 mg/l e, nonostante la deviazione standard corrispondente sia relativamente alta, si può evidenziare come poco più del 70% dei valori (11.2 mg/l) si mantiene al disotto della media. Il valore massimo (139.60 mg/l) è stato misurato presso la Bocca di Chioggia il 15 maggio 2003: il 14 maggio la velocità media oraria del vento, misurato alla piattaforma oceanografica "Acqua Alta" del CNR-ISMAR di Venezia, si è mantenuta al di sopra dei 15 m/s per un intervallo di circa 13 ore.

3. STIME DELLA CONCENTRAZIONE BASATE SULLA CONVERSIONE DEL BACKSCATTERING ACUSTICO DELL'ADCP FISSO

La seconda valutazione effettuata si basa sull'analisi dei dati delle concentrazioni del particolato in sospensione ricavati dalla serie temporale acquisita dal correntometro acustico, installato al fondo della bocca di porto di Lido all'interno del Primo Programma di Ricerca CORILA 2000-2004, linea 3.5 e calibrato con le campagne svolte all'interno dello studio "Stima del trasporto solido alla bocca di Lido".

A partire dalla serie temporale della concentrazione media lungo la verticale con frequenza di campionamento di 10 min, ricavata dalla calibrazione del segnale di *backscattering* dello strumento al fondo con le concentrazioni fornite dallo strumento montato su barca, utilizzato per l'esecuzione dei transetti durante le campagne effettuate all'interno della bocca di porto di Lido, è stata calcolata, per il periodo Giugno - Dicembre 2004, una serie oraria dei valori di concentrazione.

Per quanto si tratti di un'operazione preliminare, che richiede ulteriori approfondimenti oggetto delle ricerche in fase di attuazione, sussiste una buona corrispondenza tra il verificarsi di particolari fenomeni meteo-marini ed i picchi della concentrazione. I valori riscontrati appaiono senz'altro attendibili, anche in base al confronto con le misure dirette effettuate.

I parametri statistici ottenuti dall'analisi della serie oraria sono riportati nella Tabella 3.1. In questo caso, il numero di determinazioni su cui si basa l'analisi è vicino alle 5.000 unità, ma questa serie è stata generata a partire da circa 30.000 determinazioni, ciascuna delle quali è data dalla media dei 10 valori registrati lungo il profilo verticale.

Tabella 3.1. Parametri statistici significativi della serie temporale oraria dei dati di concentrazione del particolato solido in sospensione (mg/l) ottenuti dal correntometro acustico posizionato al fondo della bocca di porto di Lido. Il periodo di riferimento è Giugno - Dicembre 2004.

Serie temporale SENTINEL Giugno - Dicembre 2004	
Ntot	4975
Media	7.6
Dev. Std.	8.7
Max.	122.5
Min.	1.0
25° percentile	2.8
50° percentile	4.5
75° percentile	8.6
95° percentile	24.4

Considerando un periodo sufficientemente prolungato, l'elevata frequenza delle determinazioni consente di registrare valori massimi più elevati, che hanno luogo in concomitanza di campi di vento piuttosto sostenuti. In particolare, il valore massimo di 122.5 mg/l è relativo all'evento del 24 Settembre 2004, durante il quale si è verificato un picco della velocità media oraria del vento, misurato alla piattaforma oceanografica "Acqua Alta" del CNR-ISMAR di Venezia, di 26.7 m/s, valore che si è mantenuto al di sopra dei 20 m/s per un intervallo di circa 7 ore. Si osserva come il valore medio sulla verticale della concentrazione per l'intero periodo sia comunque piuttosto

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

basso (7.6 mg/l), mentre la deviazione standard risulti leggermente superiore a quella valutata per le misure dirette. Inoltre, come si vede dai dati della distribuzione, per il 50% circa del tempo il valore della concentrazione si mantiene al di sotto dei 5 mg/l, mentre concentrazioni superiori a 39 mg/l si verificano per un periodo inferiore all'1% del tempo.

È da notare che la prima "cella" di misura dello strumento acustico corrisponde ad una quota di circa tre metri dal fondo, per cui è possibile che la concentrazione presente nello strato non investigato dallo strumento sia superiore a quella rilevata nel volume d'acqua misurato dallo strumento. Tuttavia, come si evince dall'esame dei profili di torbidità acquisiti con la sonda multiparametrica durante le campagne di misura, le differenze più significative si verificano in presenza di forti escursioni di marea, quando le velocità al fondo raggiungono valori confrontabili con quelli delle quote intermedie, ed in occasione di eventi meteomarinari in grado di risospendere notevoli quantità di materiale particellato dai litorali e nelle aree a basso fondale della laguna.

L'analisi delle serie di dati derivati dalle determinazioni dirette e indirette consentono, quindi, di ottenere una descrizione, sia pur preliminare, dell'intervallo di variazione delle concentrazioni e della loro distribuzione temporale.

Tuttavia, in particolare alla bocca di porto di Lido, si è potuto riscontrare come la concentrazione del sedimento in sospensione nella sezione del canale di bocca sia soggetta, in alcune circostanze, ad una marcata variabilità spaziale legata alle caratteristiche della circolazione idrica nel canale stesso e nei canali di marea, che da esso si originano.

Per questa ragione è stata, quindi, effettuata un'altra serie di valutazioni su alcune situazioni caratteristiche. Sono state considerate le matrici dei dati di concentrazione lungo alcuni transetti trasversali alla bocca, effettuando lo stesso tipo di analisi precedente, applicata questa volta ad un campione non più costituito dalla serie temporale delle concentrazioni misurate in un punto fisso, ma dalla popolazione di concentrazioni rilevate in vari punti della bocca praticamente nello stesso momento (nelle stesse condizioni idrodinamiche).

I due esempi riportati si riferiscono ai dati registrati nella campagna svolta, in condizioni di marea prossime alla quadratura, tra il 26 ed il 28 luglio 2004, presso la Bocca di Lido, di cui, nella figura successiva, sono riportati l'andamento del livello di marea e l'intensità del vento. I risultati ottenuti per il primo caso (marea uscente, fase iniziale del calante) sono riportati nella Tabella 3.2, mentre quelli del secondo caso (marea entrante, fase iniziale del crescente), sono riportati nella Tabella 3.3.

I due transetti sono stati condotti in corrispondenza del profilatore ADCP posizionato sul fondo della Bocca di Lido (coordinate nella tabella 2.1).

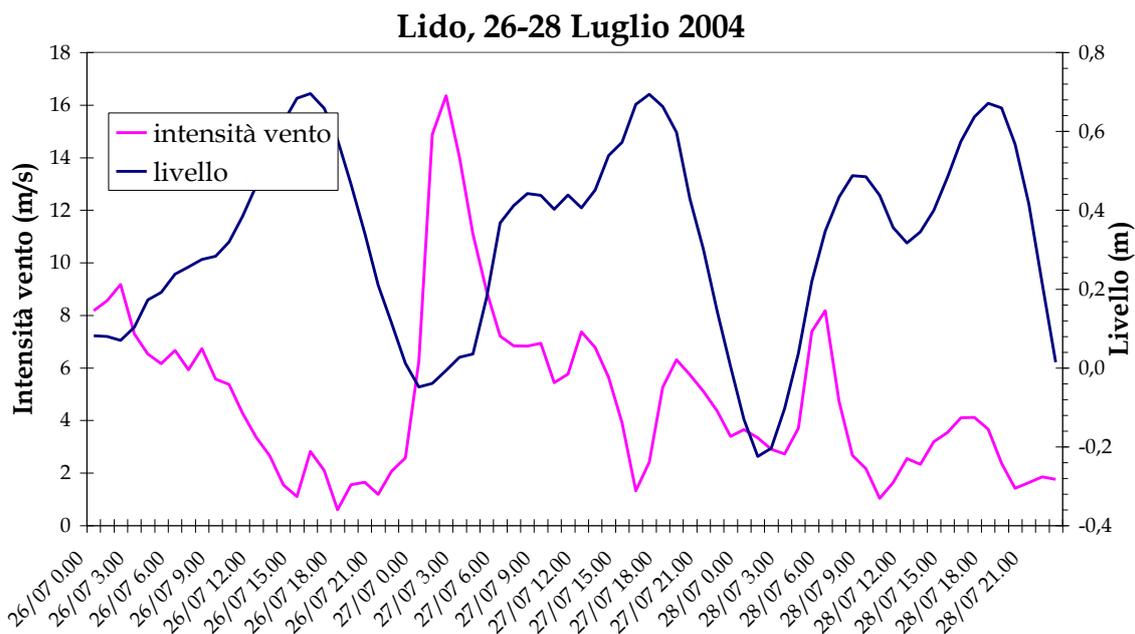


Figura.3.1. Andamento del livello di marea (valori medi su base oraria riferiti al livello medio mare, ora UT) registrato al mareografo di Lido, Diga Sud, ed intensità del vento (valori medi orari, ora UT) registrati alla piattaforma CNR-ISMAR, per il periodo compreso tra il 26 ed il 28 Luglio 2004.

Tabella 3.2. Parametri statistici significativi (concentrazioni in mg/l) del transetto Lido000r acquisito il 26 Luglio 2004 alle ore 17.30.

26 Luglio 2004 ore 17.30	
Ntot	7401
Media	5,6
Dev. Std.	2,0
Max.	33,4
Min.	2,1
25° percentile	4,2
50° percentile	5,0
75° percentile	6,4
95° percentile	9,2

Tabella 3.3. Parametri statistici significativi (concentrazioni in mg/l) del transetto Lido026r acquisito il 28 Luglio 2004 alle ore 3.40.

28 Luglio 2004 ore 3.40	
Ntot	5926
Media	21.8
Dev. Std.	12.1
Max.	73.1
Min.	6.0
25° percentile	13.9
50° percentile	18.2
75° percentile	25.8
95° percentile	48.4

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

Il confronto fra queste due situazioni evidenzia una significativa differenza fra i valori massimi e medi della concentrazione del sedimento in sospensione, nei due casi di marea uscente o entrante. Il primo transetto è stato rilevato durante un evento senza molta risospensione in laguna, ed il 95% dei valori di concentrazione nella sezione è inferiore a 10 mg/l. Il secondo transetto, invece, è caratterizzato da concentrazioni particolarmente elevate, in particolar modo nella parte nord della sezione; tale distribuzione è influenzata dal carico proveniente da mare trasportato durante la fase crescente di marea, con forti apporti dal litorale del Cavallino. Le alte concentrazioni rilevate il giorno 28 sono dovute probabilmente al prolungato moto ondoso legato al forte vento della mattina precedente (velocità massima 18 m/s).

L'analisi della variabilità spaziale evidenzia la possibilità del verificarsi di valori medi e di picco della concentrazione localmente piuttosto elevati, in relazione alle sole caratteristiche della circolazione nel canale della bocca di porto anche in assenza di fenomeni meteo-marini di rilevante entità. Questo comporta forti disomogeneità spaziali nella distribuzione delle concentrazioni, la cui variabilità spaziale all'interno della sezione è soggetta ad ulteriori variazioni dovute alla fase di marea, che può, a distanza di poche ore ed a parità di condizioni meteo-marine, influenzare in modo significativo la concentrazione media del particolato sospeso e la sua distribuzione spaziale all'interno dell'area di interesse.

4. MISURE CON STAZIONI FISSE ALLE BOCCHE DI PORTO

Alcune misure con torbidimetri ottici posizionati in maniera fissa nell'immediata prossimità delle bocche di porto (in mare od in laguna) sono stati eseguite, per conto del Magistrato alle Acque di Venezia, nel periodo ottobre 2003 - aprile 2004 (Studio B.6.78/I). L'ubicazione delle stazioni di misura è indicata in Figura 4.1.

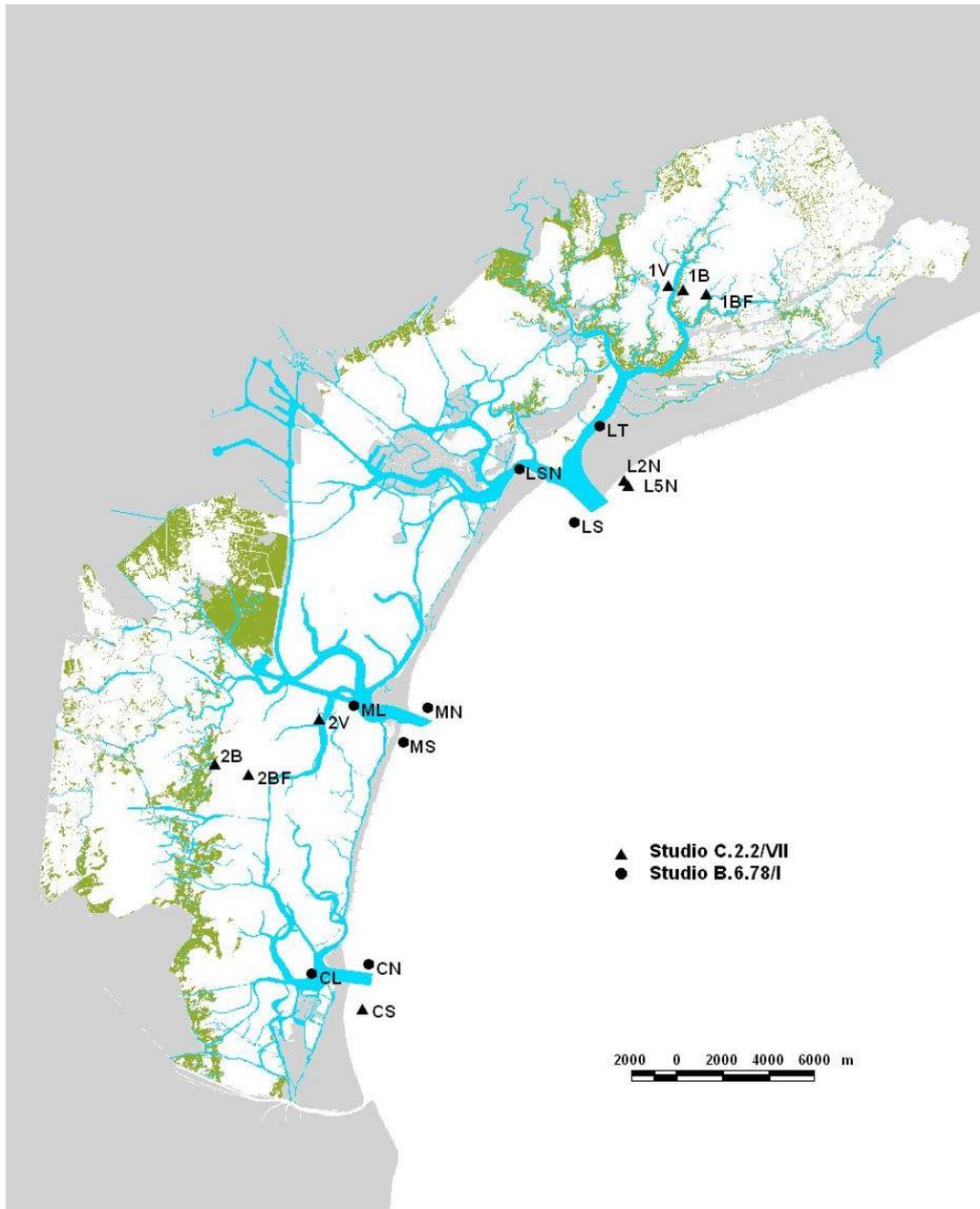


Figura. 4.1. Inquadramento delle stazioni fisse posizionate in bocca di porto e in mare nell'ambito dello studio B.6.78/I "Attività di monitoraggio alle bocche di porto - controllo delle comunità biologiche lagunari e marine" e nell'ambito dello "Studio C.2.2/VII - Attività per la taratura e la validazione del modello idrodinamico e morfologico della laguna di Venezia".

I valori relativi alla torbidità raccolti da tali strumenti sono espressi in NTU, unità nefelometrica di torbidità, che per la conversione in mg/l necessita di un confronto con la determinazione

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

gravimetrica dei solidi sospesi in condizioni di torbidità diverse, al fine di ricavare una curva di calibrazione. La conversione NTU-mg/l è dipendente, infatti, sia dallo strumento di misura sia dalle caratteristiche del sedimento in sospensione.

Allo scopo della taratura infatti vengono prelevati campioni di acqua in corrispondenza della quota di posizionamento dei sensori di torbidità per le necessarie analisi di laboratorio.

Il rapporto finale dell'attività riporta come valori massimi della torbidità nelle vicinanze di tutte e tre bocche quasi 400 mg/l, mentre i valori medi variano da 15 a 30 mg/l. Appare evidente come i valori massimi sono stati raggiunti nelle situazioni con forte vento soprattutto con bora. In particolare, i massimi assoluti di torbidità appaiono in concomitanza con l'evento di bora forte verificatosi nel mese di Febbraio 2004.

La risposta della torbidità al vento varia in funzione della profondità della zona e dalla esposizione all'influenza del vento. La maggior reattività si incontra alle profondità più basse. Nella bocca di Lido, ad esempio, la zona a Nord della bocca di porto risulta essere quella che maggiormente viene sollecitata da eventi ventosi.

Le stazioni interne in genere rispondono in un modo più accentuato rispetto a quelle collocate in mare. L'andamento della torbidità nella bocca di Chioggia presenta dei picchi associati al vento più attenuati rispetto le altre stazioni nei periodi di vento intenso.

Sono stati analizzati anche i tempi necessari al sistema per tornare in una situazione di torbidità non influenzata dal vento. Generalmente non oltre il decimo giorno dall'evento di vento la torbidità scende ai livelli antecedenti l'evento. Quindi viene concluso che i picchi di concentrazione generati dal vento vengono assorbiti dal sistema in tutte e tre bocche e nelle loro vicinanze in un arco di tempo che va dai 2 ai 20 giorni.

Il rapporto riporta inoltre un'analisi degli istogrammi di frequenza percentuale dei valori registrati in tutte le 11 stazioni, classificati in base a 10 classi di frequenza relativa.

Tale analisi conclude che il III quartile (75%) dei valori rimane inferiore ai 25 mg/l e da ciò viene indicato tale valore come rappresentativo del fondo naturale. Il restante 25% del totale di dati di torbidità misurati può essere imputato, secondo il rapporto in questione, a momenti in cui le condizioni del vento hanno significativamente alterato lo stato base del sistema, producendo una forte risospensione.

Questo valore di fondo, mediato per tutte e tre le bocche, risulta altresì significativamente più alto di quello che è stato valutato dalle misure effettuate da CORILA (linea 3.5) negli anni 2001-2003 e dallo studio APAT effettuato da CNR negli anni 2001-2004, avvicinandosi a quello segnalato in questi studi nella sola bocca di Chioggia, dove i valori medi sono più alti che a Malamocco ed a Lido.

Tale differenza può essere attribuita:

- ad una possibile maggior frequenza di eventi di vento nel periodo considerato (non è stato possibile estrarre un sottoinsieme significativo dei dati CORILA-APAT da sovrapporre temporalmente a quelli dello studio MAV),
- ad una differente considerazione da parte dell'operatore che ha condotto l'analisi dei dati degli eventi di *fouling*, che nello studio MAV sono considerati presenti solo da una certa data in poi, mentre possono portare ad una sopravvalutazione della torbidità, oscurando il cammino ottico del sensore.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il quadro della conoscenza pregressa rispetto l'andamento della torbidità nella zona delle bocche di porto appare approfondito rispetto le dinamiche ambientali e le loro cause.

In particolare, appare evidente come esso presenti una elevatissima dinamica, passando da valori pressoché nulli a valori anche di qualche centinaio di mg/l. La causa principale di tali variazioni è la risospensione da vento, che si presenta particolarmente forte in caso di eventi di bora. Il numero di tali eventi, variabile da anno in anno, è comunque limitato nell'ambito dei 12 mesi ed è maggiormente concentrato nei mesi invernali, quando l'attività biologica è più bassa.

Per quanto riguarda i valori medi, a motivo sia della elevata variabilità naturale, sia di alcune difficoltà intrinseche alla misurazione, l'individuazione di un valore di fondo per la torbidità sulla base dei valori acquisiti precedentemente all'avvio delle attività di cantiere appare affetto da una rilevante incertezza.

Per gli scopi del Piano di Monitoraggio, appare prudente considerare inizialmente il valore di fondo più basso, quale risulta dalle serie temporali più lunghe raccolte da parte di CORILA e da APAT-CNR e procedere via via durante la misurazioni ad un suo eventuale aggiornamento. I dati qui presentati sono stati infatti utilizzati nella definizione dei limiti di torbidità all'interno delle bocche di porto in presenza di attività di dragaggio ("Definizione dei valori soglia della torbidità all'interno delle bocche di porto", settembre 2005).

Risulta evidente inoltre che, nel corso dell'attività di monitoraggio, dovrà essere posta particolare attenzione alla frequente manutenzione, anche nei mesi invernali, degli strumenti ottici fissi, al fine di evitare un *drift* del segnale dovuto all'oscuramento del sensore da parte del fouling.

6. BIBLIOGRAFIA

- Primo Programma di Ricerca CORILA 2000-2004, linea 3. 5 "Stima dei flussi d'acqua, delle sostanze organiche ed inorganiche, disciolte e particellate, e degli organismi planctonici attraverso le bocche di porto nella laguna di Venezia", Rapporto Finale, aprile 2004
- M. Gacic, A. Mazzoldi, V. Kovacevic, F. Arena, I. Mancero, G. Gelsi, G. Arcari. "Analysis of current measurements in inlets of the Venice Lagoon". In "Scientific Research and Safeguarding of Venice. CORILA. Research Programme 2001-2003. Volume I. 2001 results" pp. 489-498. 2002
- V. Kovacevic, A. Mazzoldi, M. Gacic, I. Mancero, S. Marinetti. "Current structure in front of the Lagoon of Venice as derived from the Coastal HF Radar data". In "Scientific Research and Safeguarding of Venice. CORILA. Research Programme 2001-2003. Volume I. 2001 results". pp. 477-487. 2002
- J. D. Paduan, V. Kovacevic, A. Mazzoldi, M. Gacic, I. Mancero, S. Marinetti. "Vorticity patterns offshore of the Venetian Lagoon from HF Radar observations". In "Scientific Research and Safeguarding of Venice. CORILA. Research Programme 2001-2003. Volume II. 2002 results". pp. 361-372. 2003
- S. Cosoli, A. Mazzoldi, M. Gacic, V. Kovacevic, I. Mancero, V. Cardin, F. Arena. "Non-tidal responses in inlet fluxes of the Venice Lagoon". In "Scientific Research and Safeguarding of Venice. CORILA. Research Programme 2001-2003. Volume II. 2002 results". pp. 373- 387. 2003
- M. Gacic, A. Mazzoldi, D. Paduan, V. Kovacevic, S. Cosoli, I. Mancero, F. Arena, V. Cardin. "Water fluxes in Venice lagoon inlets and coastal circulation ". In "Scientific Research and Safeguarding of Venice. CORILA. Research Programme 2001-2003. Volume III. 2003 results". pp. 311-321. 2005
- C. Amos, R. Helsby, G. Umgiesser, A. Mazzoldi, L. Tosi. "Sand transport in Northern Venice Lagoon". In "Scientific Research and Safeguarding of Venice. CORILA. Research Programme 2001-2003. Volume III. 2003 results". pp. 369-383. 2005
- F. Costa, V. Defendi, L. Zaggia. "Stima del trasporto solido alla bocca di Lido". Rapporto Finale. Settembre 2005
- Studio B.6.78/I Attività di monitoraggio alle Bocche di Porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. . Consorzio Venezia Nuova - Esecutore Thetis. Rapporto finale stazioni fisse.