Monitoraggio delle acque di transizione e marino costiere della Regione Friuli Venezia Giulia

Laguna di Marano e Grado: analisi dei valori di torbidità rilevati nel 2019

A CURA DI:

STATO DELL'AMBIENTE - QUALITÀ DELLE ACQUE MARINE E DI TRANSIZIONE

IN COLLABORAZIONE CON:

STATO DELL'AMBIENTE - QUALITÀ DELLE ACQUE INTERNE

AREA INTERVENTO E SVILUPPO STRATEGICO – SISTEMA INFORMATIVO E ICT

Aprile 2020

Inquadramento ambientale

I fattori che influenzano la torbidità delle acque possono avere sia origine ambientale che antropica. Quelli di origine ambientale sono associali alle caratteristiche morfologiche e sedimentologiche dell'area indagata, alla circolazione e persistenza delle masse d'acqua, all'azione degli agenti atmosferici, in particolare del vento, all'elevata portata fluviale che incrementa il trasporto solido del particellato sospeso e alle fioriture fitoplanctoniche.
Tra i fattori antropici le attività di cabotaggio nei canali lagunari sembrano quelle che maggiormente influiscono sulla torbidità delle acque, in particolare la risospensione del sedimento per l'azione dell'erosione causata dal movimento delle eliche dei motori marini e dal moto ondoso prodotto, durante la navigazione, dai natanti.

Obiettivo

Allo scopo di raccogliere dati relativi alla torbidità dell'acqua, associati a misure di temperatura, conducibilità e pressione sono state installate due sonde multiparametriche capaci di lavorare per lunghi periodi di tempo in maniera continua. Le misure acquisite saranno utili sia ad incrementare la conoscenza sulla distribuzione di tale parametro in ambito lagunare che per dare supporto alle eventuali azioni di mitigazione durante le fasi di dragaggio del fondale lagunare.

Strumenti e Posizione

Nella giornata del 01/04/2019 sono state installate, nella laguna di Marano e Grado, due sonde multiparametriche "Hydrolab HL4" dotate di sensoristica per la misura della profondità, temperatura, conducibilità e torbidità. Una sonda è stata fornita da Arpa FVG, l'altra dalla Regione - U.O. idrografica del Servizio gestione risorse idriche.
Le aree di indagine (Figura 1) comprendono il canale denominato "Canale Coron" (Sonda C - Figura 2a), che collega la bocca lagunare di Sant'Andrea al porto di Aprilia Marittima e il canale denominato "Canale dell'omo morto" (Sonda B - Figura 2b) che collega l'abitato di Grado all'isola di Barbana. Gli strumenti sono stati installati su pali tramite apposite staffe e tubo in acciaio (Figura 3).

Figura 1 – Laguna di Marano e Grado con "Canale Coron" e "Canale dell'omo morto"

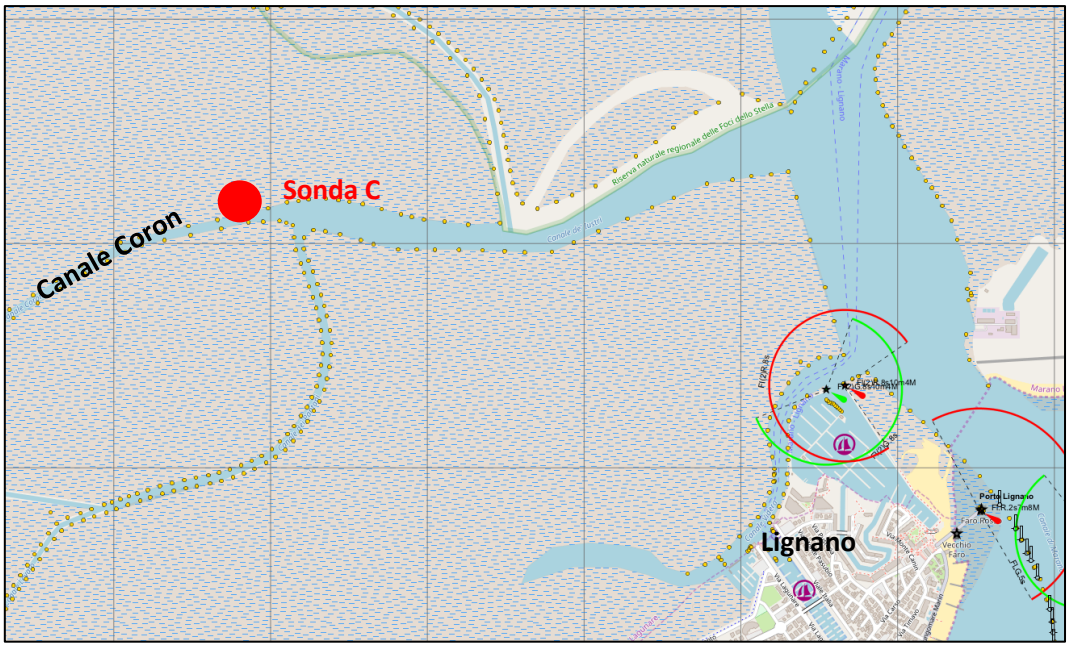


Figura 2a - Posizione dello strumento sul "Canale Coron" (Lignano).

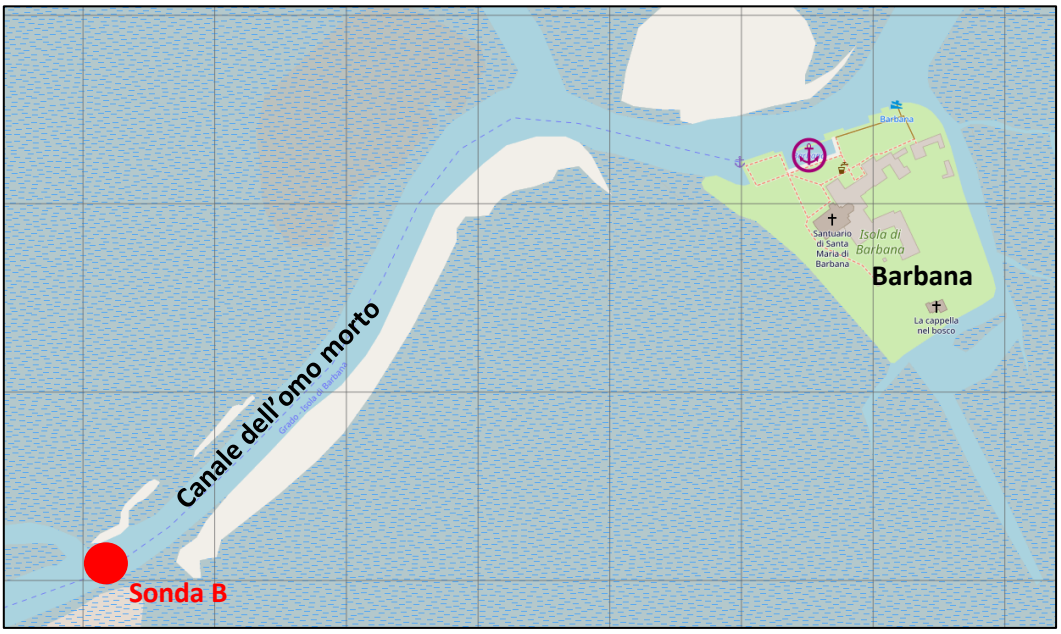


Figura 2b - Posizione dello strumento sul "Canale dell'omo morto" (Grado)

L'acquisizione dati si è protratta fino al 18 novembre, quando le sonde sono state recuperate per il rimessaggio invernale (pulizia e taratura) allo scopo di evitare danneggiamenti associati a possibili basse temperature (inferiori a 0°C). Nel periodo considerato (01/04/19-18/11/19) le due sonde hanno acquisito circa 40000 record ciascuna. I dati acquisiti su un data logger, collegato a ciascuna sonda, sono stati inviati a cadenza giornaliera con sistema GPS/GPRS su opportuni server per la loro archiviazione e resi disponibili come dati "grezzi" alla seguente pagina web di Arpa FVG: http://www.arpaweb.fvg.it/bs/gmapsbs.asp.

Figura 3 - Fotografia del sistema che mantiene lo strumento e il data logger alloggiato sul palo.

Caratteristiche morfologiche e sedimentologiche dei due siti di misura

I due siti indagati presentano caratteristiche morfologiche, batimetriche e sedimentologiche differenti (Figura 4).

(a)

(b)

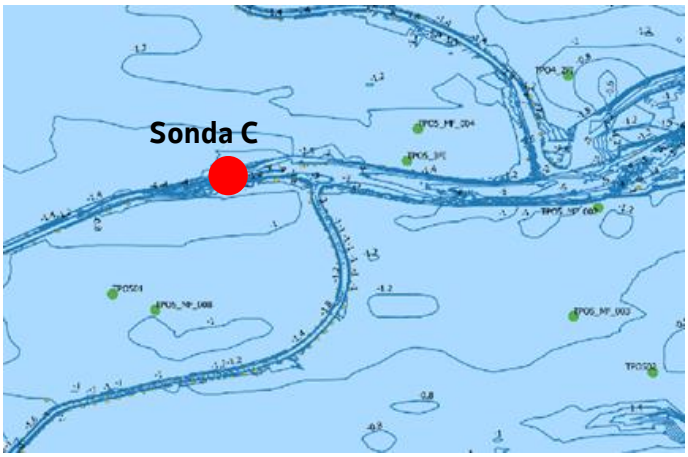


Figura 4 - Caratteristiche batimetriche dell'area del "Canale dell'omo morto" (a) e del "Canale Coron" (b).

L'area lagunare del "Canale Coron" presenta in generale batimetrie più elevate rispetto all'areale del "Canale dell'omo morto". In particolare il "Canale Coron", nell'area di posizionamento della sonda, ha una batimetria

variabile da -1.2 m a -4 m e una larghezza di circa 80-100 m, è circondato da piane di marea con una batimetria variabile tra -1 m e -1.2 m che si presentano in emersione solamente con elevate maree sizigiali. Il fondale è costituito prevalentemente da sabbie e in minor misura da peliti sabbiose.
Il "Canale dell'omo morto" ha una batimetria variabile tra -0.2 m e -1.5 m, una larghezza di circa 30-50 m ed è circondato da piane di marea, con profondità variabile tra 0.6 m e 0.4 m, che si presentano spesso in emersione durante i periodi di bassa marea. Il fondale è costituito prevalentemente da pelite sabbiosa.

Caratteristiche idrologiche

Nella laguna di Marano e Grado la circolazione delle masse d'acqua è associata principalmente all'azione del flusso mareale, del vento e delle portate fluviali. In Figura 5 sono presentate due situazioni che descrivono la distribuzione e velocità del campo di corrente in ambito lagunare come prodotto della modellistica oceanografica.

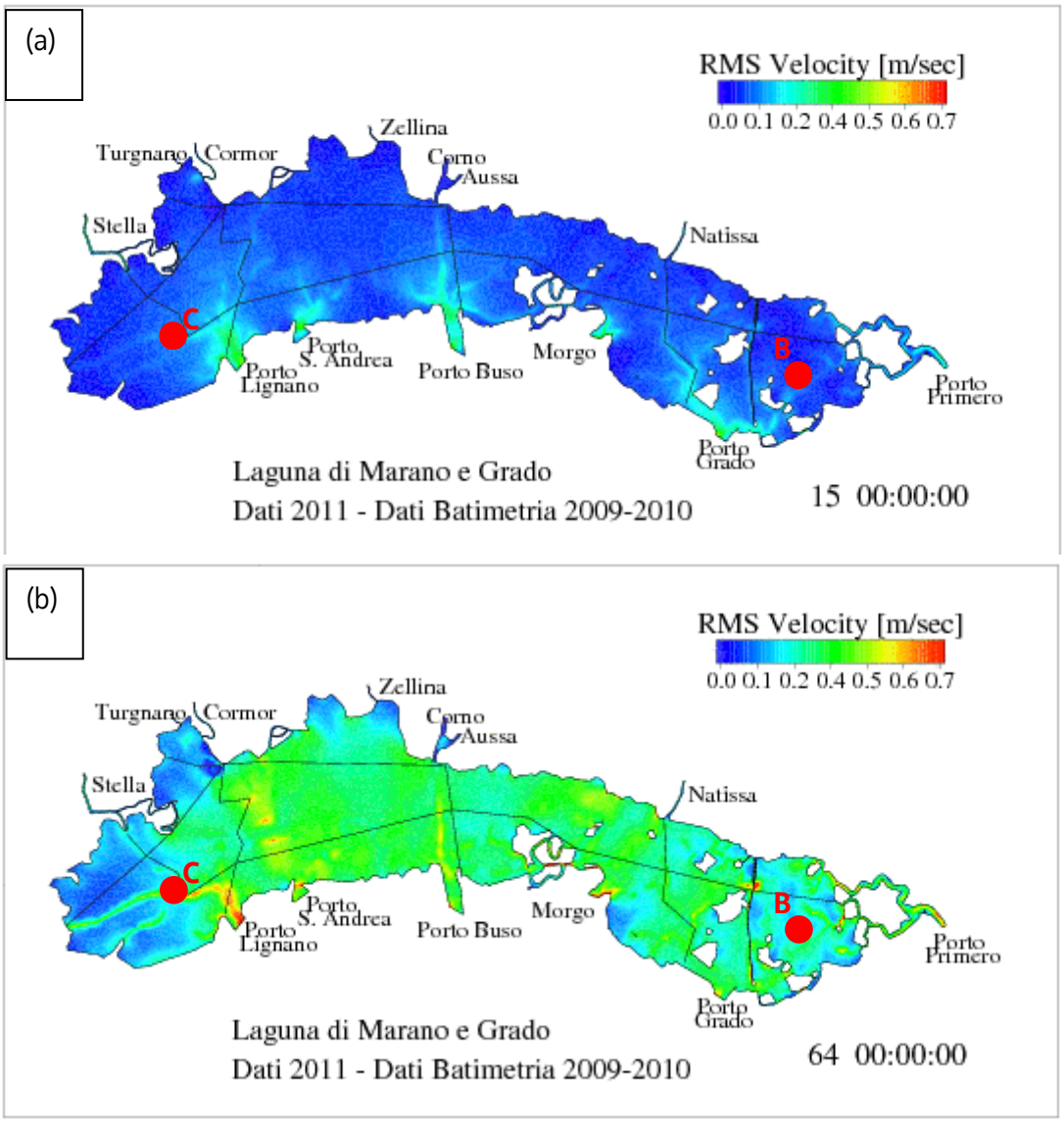


Figura 5 - Distribuzione del campo di corrente con flusso scarso (a) ed elevato (b). Elaborazione da modello oceanografico "SHYFEM" (Arpa FVG – elaborazione I. Scroccaro).

In linea di massima si osserva che in entrambe le situazioni, sia in quella con flusso scarso che in quella con flusso elevato, l'area del "Canale Coron" presenta una dinamica più marcata rispetto a quella del "Canale dell'omo morto".

Agenti atmosferici

Tra questi è soprattutto il vento che può aumentare la torbidità, in quanto agisce sia innescando il moto ondoso che attuando un trascinamento delle masse d'acqua, che comporta un attrito tra l'acqua e il fondale lagunare, con conseguente risospensione del sedimento lagunare.

Venti provenienti dal I e II quadrante (Bora e/o Levante) producono il loro effetti soprattutto nell'area gradese della laguna. Il moto ondoso prodotto, raramente supera i 0.5 m d'altezza d'onda, ma comunque è sufficiente a risospendere in parte il sedimento lagunare.

Venti meridionali, che innescano un moto ondoso proveniente da Sud, condizionano principalmente le bocche lagunari dove per effetto di sommatorie e rifrazioni tra treni d'onda si possono raggiungere altezze d'onda di circa 1.5-2.0 m. Il materiale risospeso dal moto ondoso in prossimità della bocca lagunare può, trascinato da correnti di marea entrante nella laguna, modificare la torbidità delle acque in prossimità delle bocche stesse.

Trasporto solido fluviale

I maggiori fiumi tributari al bacino lagurare sono: Stella, Cormor, Zellina, Corno-Aussa e Natissa sono fiumi di risorgiva, tranne il Cormor, e di conseguenza presentano, in generale una scarsa portata fluviale ed un relativo minimo trasporto solido (Tabella 1); in situazione di elevata portata posso, però, contribuire ad incrementare la torbidità delle acque lagunari.

Fiume	Portata fluviale media [m3 /s]
Stella	35.4
Turgnano	0.5
Cormor	9.3
Zellina	1.1
Corno	4.6
Ausa	10
Natissa+Terzo	10.3
Isonzato	0.5

Tabella 1 - Portata fluviale media dei fiumi tributari alla laguna di Marano e Grado. (da Ret, M., 2006. Bilancio idrologico e circolazione idrica della Laguna di Marano e Grado. Tesi di laurea, Università di Udine).

Le acque lagunari possono inoltre venir interessate da un aumento della torbidità per effetto della plume del fiume Isonzo, che in situazione di elevata portata (superiore a 500-800 m^3/s) può distribuirsi all'interno delle bocche lagunari per effetto della corrente di marea anche attraverso il canale Isonzanto. La Figura 6 presenta la relazione tra portate isontine di media ed elevate entità e la corrispondente concentrazione di materiale solido in sospensione (tratto da: Azioni di monitoraggio della portata e flussi del fiume Isonzo, redazione delle linee guida per un piano di manutenzione del fiume ed altre attività connesse nell'ambito del Programma di Cooperazione transfrontaliera e transnazionale 2007-2013: Progetto CAMIS - PROVINCIA DI GORIZIA Direzione Sviluppo territoriale e ambiente Pianificazione e marketing territoriale).

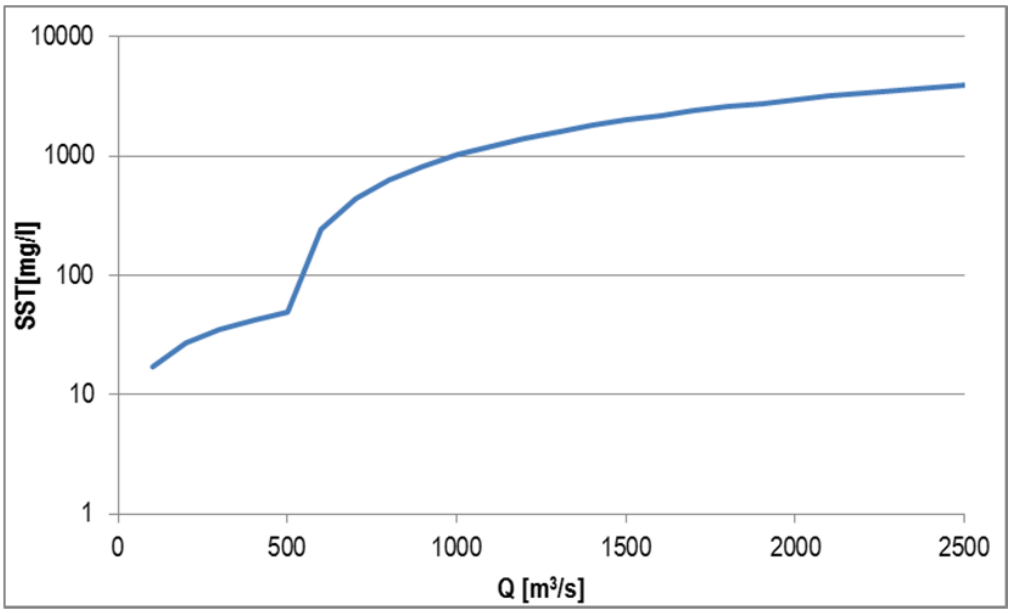


Figura 6 – Legame tra portata e trasporto solido in sospensione

Fioriture fitoplanctoniche

Il carico di sali nutritivi trasportati dai fiumi tributari, associato al loro tempo di permanenza nel bacino lagunare e alle condizioni favorevoli di temperatura, salinità delle acque e di irraggiamento solare possono produrre delle fioriture fitoplanctoniche che causano un aumento della torbidità delle acque. In linea generale, le zone lagunari dove tali fioriture sono maggiormente presenti sono quelle associate alla zona di "gronda lagunare" cioè la zona più settentrionale della laguna prossima alla terra ferma. In quest'area soprattutto nel settore maranese si asservano le aree a più alto tempo di residenza delle masse d'acqua dove quindi è maggiore la possibilità che si creino le condizioni ambientali favorevoli all'esplosione di fioriture fitoplanctoniche (Figura 7).

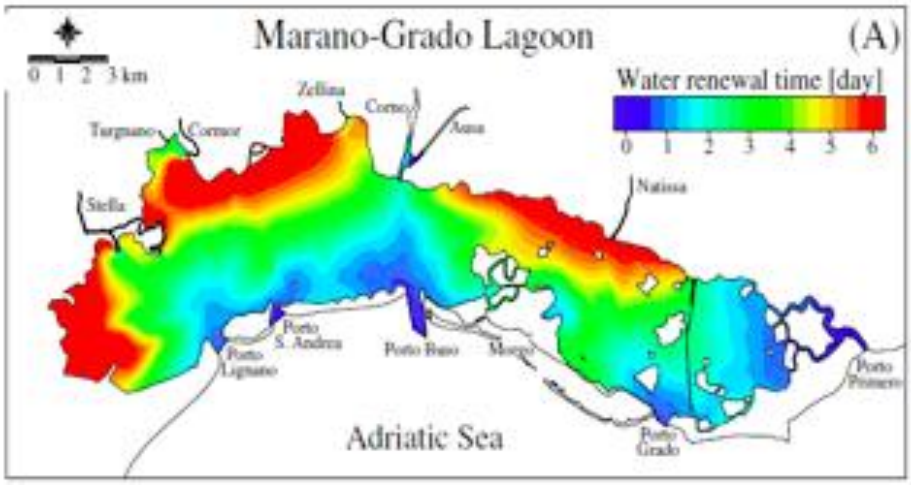


Figura 7 - Distribuzione delle aree lagunari a maggior tempo di residenza delle masse d'acqua. (Umgiesser G., Ferrarin C., Cucco A., De Pascalis F., Bellafiore D., Ghezzo M., Bajo M., 2014. Comparative hydrodynamics of 10 Mediterranean lagoons by means of numerical modeling. Journal of Geophysical Research).

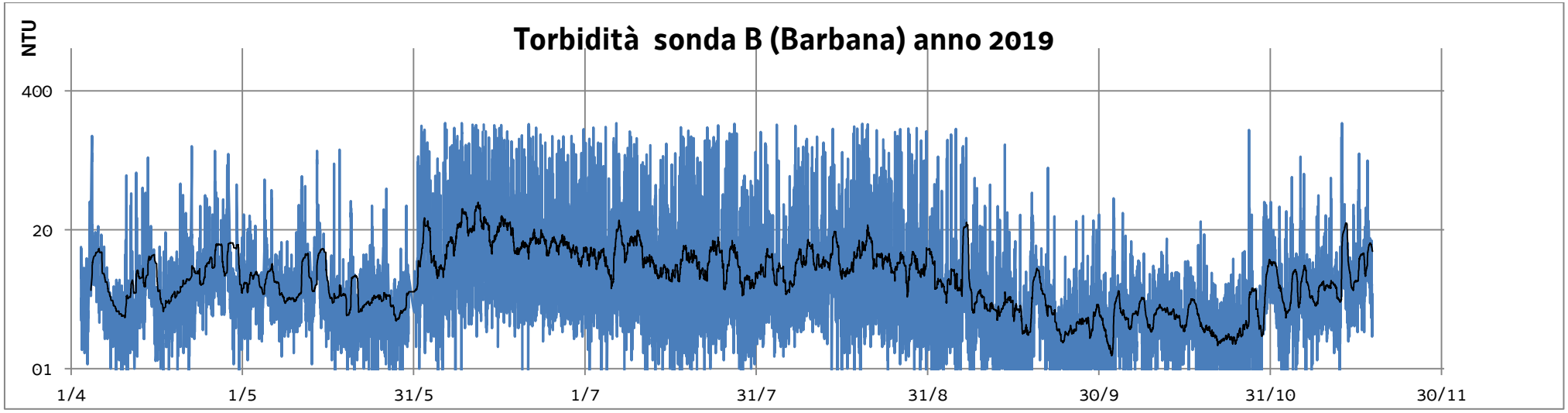
Analisi delle misure di torbidità relative alla sonda B (Canale dell'omo morto)

I grafici di Figura 8, presentano la distribuzione della torbidità, nella stazione in prossimità dell'isola di Barbana, associata a quella della pioggia e al campo di vento, mentre la Tabella 2 presenta l'analisi statistica dei dati di torbidità.

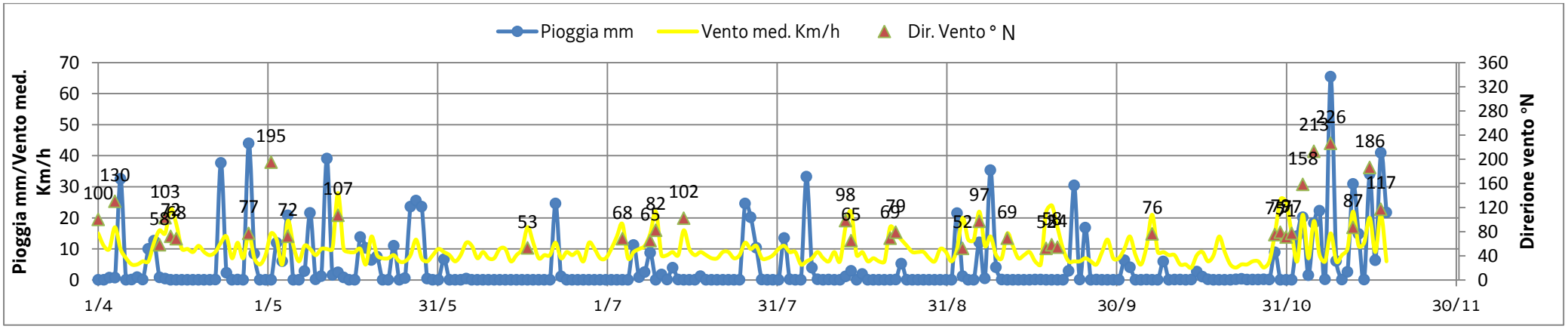
Per i mesi di aprile e maggio, la media della torbidità si attesta su valore di 7.7 NTU per poi incrementare notevolmente nel periodo luglio e agosto (35.5 NTU) e diminuire a 7.1 NTU nel periodo ottobre e novembre. Il deciso incremento del parametro si osserva all'inizio del mese di giugno e si mantiene elevato fino alla metà di settembre, evidenziando una forte difformità tra i valori del periodo estivo rispetto a quelli del periodo primaverile ed autunnale.

Torbidità (NTU) sonda B							
Statistiche 2019		*Statistiche aprile-maggio*		*Statistiche giugno-luglio-agosto-settembre*		*Statistiche ottobre-novembre*	
Media	**23.55**	**Media**	**7.69**	**Media**	**35.47**	**Media**	**7.09**
Errore standard	**1.15**	**Errore standard**	**0.74**	**Errore standard**	**1.92**	**Errore standard**	**1.13**
Mediana	**4.30**	**Mediana**	**4.50**	**Mediana**	**4.50**	**Mediana**	**3.40**
Moda	**0.00**	**Moda**	**3.60**	**Moda**	**0.00**	**Moda**	**1.60**
Dev. standard	**157.44**	**Dev. standard**	**45.77**	**Dev. standard**	**199.82**	**Dev. standard**	**73.00**

Tabella 2 - Statistiche generali e stagionali per la stazione sita nel "Canale dell'omo morto" presso Barbana.



(a) Valori di torbidità filtrati eliminando i picchi superiori a 200 NTU (in nero i valori mediati sulle 24h)



(b) Dati Meteorologici ARPA-FVG "OSMER" 2019 (stazione di Fossalon)

Figura 8 - Distribuzione della torbidità (a), della pioggia e del campo di vento (b).

La distribuzione dei valori di torbidità della Sonda B sembra suggerire che vi sia un notevole impatto legato al traffico delle imbarcazioni nel "Canale dell'omo morto", traffico composto sia da piccole imbarcazioni di pescatori, turisti e abitanti della zona, sia da battelli più grossi come la motobarca che effettua il servizio traghetto tra Grado e l'isola di Barbana. In particolare, quest'ultimo servizio lavora da aprile a ottobre ed intensifica le corse proprio nel periodo tra giugno e settembre per rispondere alla maggiore richiesta passando da 5 a 8 corse giornaliere. Tuttavia, nonostante la motobarca sia decisamente più grande delle imbarcazioni che mediamente navigano il canale, è ragionevole pensare che da sola non sia in grado di giustificare un così drastico cambiamento nella torbidità e che sia in realtà la somma del traffico di tutte le imbarcazioni a creare l'aumento della torbidità, dovuta quindi essenzialmente all'attività antropica.
Un ruolo importante potrebbero avere anche la morfologia, la tessitura del sedimento e la batimetria del "Canale dell'omo morto", la scarsa batimetria e la relativa poca ampiezza del canale favorirebbero una maggiore risospensione del sedimento del fondale ed una erosione delle barene e velme che delimitano il canale stesso.
Alterazioni minori della torbidità si osservano, inoltre, a maggio e novembre dovute alle piogge intense (Figura 8 (b)) e, per novembre, anche a causa dell'azione dei forti venti meridionali. In questo mese le abbondanti piogge hanno, aumentato notevolmente la portata del fiume Isonzo in pochi giorni (Figura 9) e molto probabilmente la dispersione della plume isontina nel golfo di Trieste ha raggiunto, almeno in parte, anche le zone più interne della laguna gradese, attraverso il canale Isonzato.

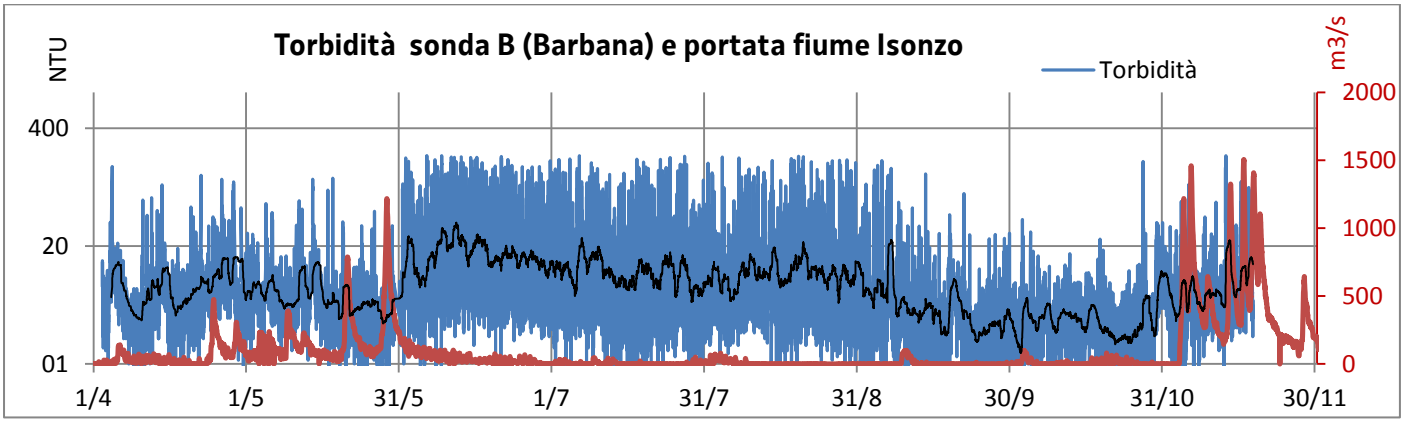


Figura 9 - Torbidità a confronto con la portata dell'Isonzo.

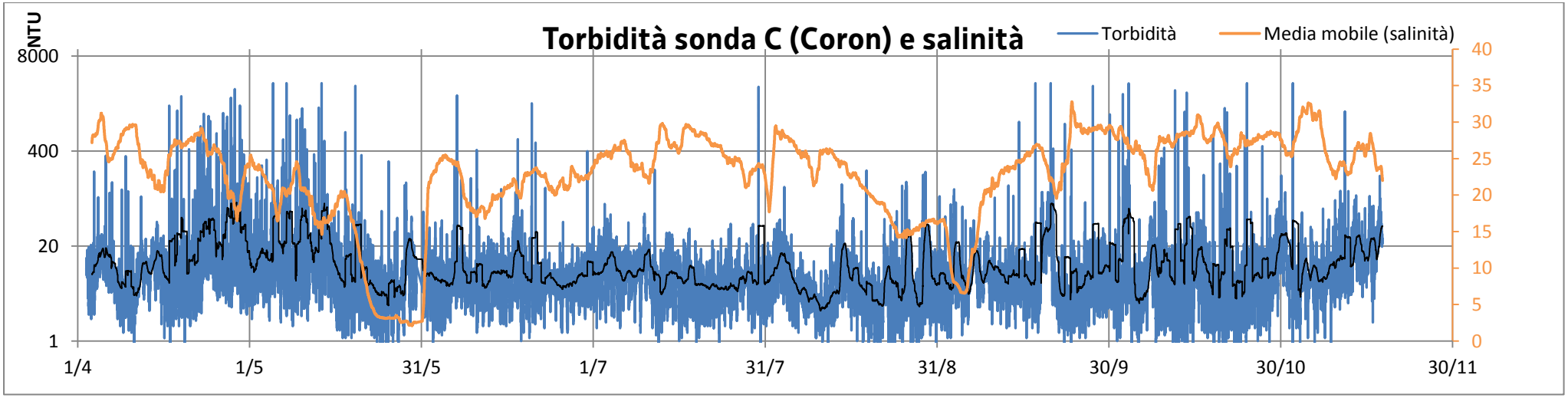
Analisi delle misure di torbidità relative alla sonda C (Canale Coron)

La Tabella 3 e i grafici di Figura 10 riassumono l'analisi statistica e la distribuzione della torbidità registrata dalla sonda C. In generale, i valori più alti si rilevano in primavera (media 20.5 NTU) ed autunno (media 17.2 NTU) spesso in concomitanza con intense precipitazioni piovose, nella stagione estiva la torbidità tende a diminuire (media 10.6 NTU). E' da notare, però, che in corrispondenza delle due importanti diminuzioni delle salinità osservate a fine maggio e ad inizio settembre non si registrano corrispondenti forti aumenti della torbidità, ciò potrebbe essere imputato all'afflusso, nel "Canale Coron", di acqua dolce con una non elevata concentrazione di particellato sospeso del fiume Stella; flusso d'acqua, inoltre, agevolato dall'azione di venti settentrionali. E' da sottolineare, ulteriormente, che l'area di indagine potrebbe essere anche interessata, per periodi molto brevi, dalle acque ad elevata torbidità derivanti dalle idrovore e sfioratori di piena presenti in zona.

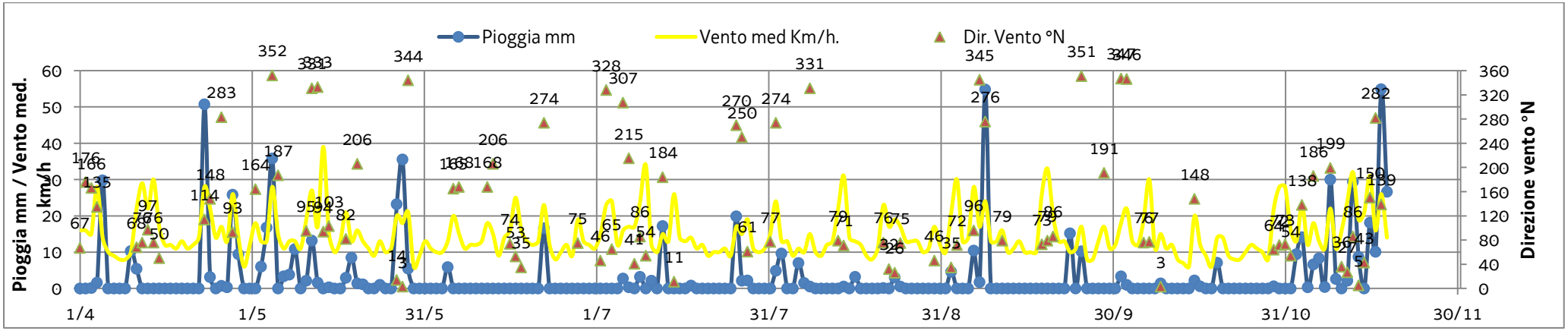
Scarsamente impattante sembra invece il traffico delle imbarcazioni, molto intenso anche in questa zona visto che il canale collega direttamente ai porti turistici di Aprilia Marittima ed è quindi costantemente navigato da diportisti diretti verso il mare aperto od altre zone della laguna. Probabilmente, la larghezza e la batimetria del canale (3-4 m) e la morfologia della laguna con poche barene, limita l'effetto di risospensione ed erosione del sedimento prodotto dallo spostamento delle masse d'acqua e dal moto ondoso delle imbarcazioni.

Torbidità (NTU) sonda C							
Statistiche 2019		***Statistiche aprile-maggio***		***Statistiche giugno-luglio-agosto-settembre***		***Statistiche ottobre-novembre***	
Media	**14.53**	**Media**	**20.54**	**Media**	**10.59**	**Media**	**17.19**
Errore standard	**0.68**	**Errore standard**	**1.75**	**Errore standard**	**0.65**	**Errore standard**	**1.75**
Mediana	**6.30**	**Mediana**	**7.20**	**Mediana**	**5.90**	**Mediana**	**6.40**
Moda	**4.00**	**Moda**	**5.50**	**Moda**	**4.40**	**Moda**	**4.50**
Dev. standard	**99.96**	**Dev. standard**	**131.06**	**Dev. standard**	**69.84**	**Dev. standard**	**118.89**

Tabella 3 - Statistiche generali e stagionali per la stazione sita nel "Canale Coron" presso Aprilia Marittima



(a) Valori di torbidità (in nero i valori mediati sulle 24h) a confronto con la salinità come indice per evidenziare gli apporti di acque dolci.



(b) Dati Meteorologici ARPA-FVG "OSMER" 2019 (stazione di Lignano Sabbiadoro).

Figura 10 - Distribuzione della torbidità (a), della pioggia e del campo di vento (b).

Conclusioni

Da questo primo anno di indagine si può osservare che la torbidità delle acque lagunari nelle due stazioni di rilevamento ha presentato valori in linea con quelli normalmente riscontrati in altre lagune ed in particolare in quella veneta. Dal punto di vista statistico, oltre il 93% dei valori registrati da entrambe le sonde ricade nell'intervallo compreso tra 0 e 25 NTU.

Stazione	Torbidità Media (NTU)	Torbidità Primavera (NTU)	Torbidità Estate (NTU)	Torbidità Autunno (NTU)	Profondità canale (m)	Larghezza canale (m)	Potenziale Forzante
Canale dell'omo morto (Barbana)	23.55	7.69	35.47	7.09	0.2 – 1.5	Circa 30-50	Attività di cabotaggio
Canale Coron (Aprilia Marittima)	14.53	20.54	10.59	17.19	1.2 - 4	Circa 80-100	Eventi meteorologici, apporti fiume Stella

Tabella 4 - Schema riassuntivo dei valori medi di torbidità.

Dal confronto dei dati delle due aree (Tabella 4) si rileva che quelli registrati nei pressi di Barbana hanno un valore medio superiore a quelli registrati sul "Canale Coron", rispettivamente 23.6 NTU (sonda B) e 14.5 NTU (sonda C).
Analizzando le medie stagionali, si evidenzia che, a parte il periodo estivo, l'area di Barbana si attesta su valori decisamente minori rispetto a quelli registrati sul "Canale Coron".
Come già evidenziato, l'elevata torbidità estiva registrata a Barbana può essere collegata al traffico nautico che aumenta considerevolmente nella stagione turistica.
La torbidità registrata sul "Canale Coron" rimane invece più stabile durante tutto il periodo di indagine e mostra, tendenzialmente, variazioni a seguito di periodi caratterizzati da piogge, che portano ad un incremento della portata del fiume Stella, oltre all'influenza degli scarichi delle idrovore presenti in quest'area lagunare.

Le misure che verranno acquisite nel 2020 andranno ad incrementare la serie storica di torbidità e contribuiranno ad implementare le conoscenze su questo importante parametro utile ad una gestione sostenibile di un ambiente vulnerabile ma resiliente come quello lagunare.