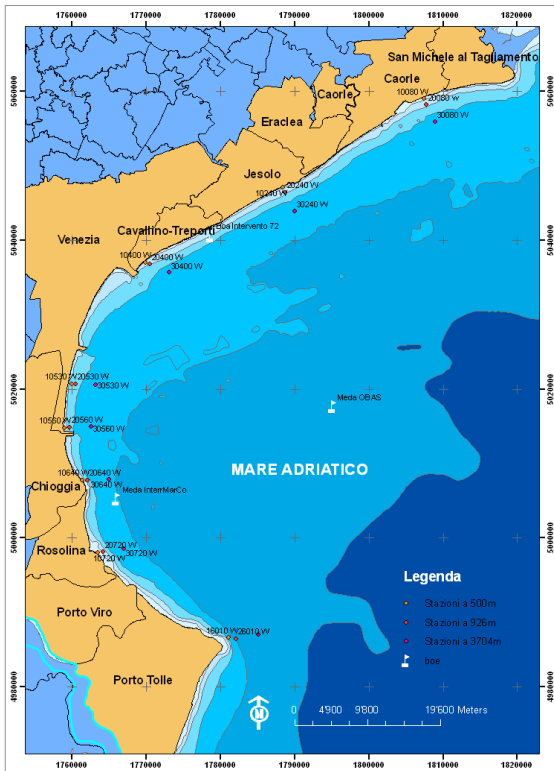


Rapporto di sintesi sugli andamenti dei principali parametri oceanografici e meteo-marini delle acque costiere del Veneto

Campagna di dicembre: 3,9,22 e 23 dicembre 2008

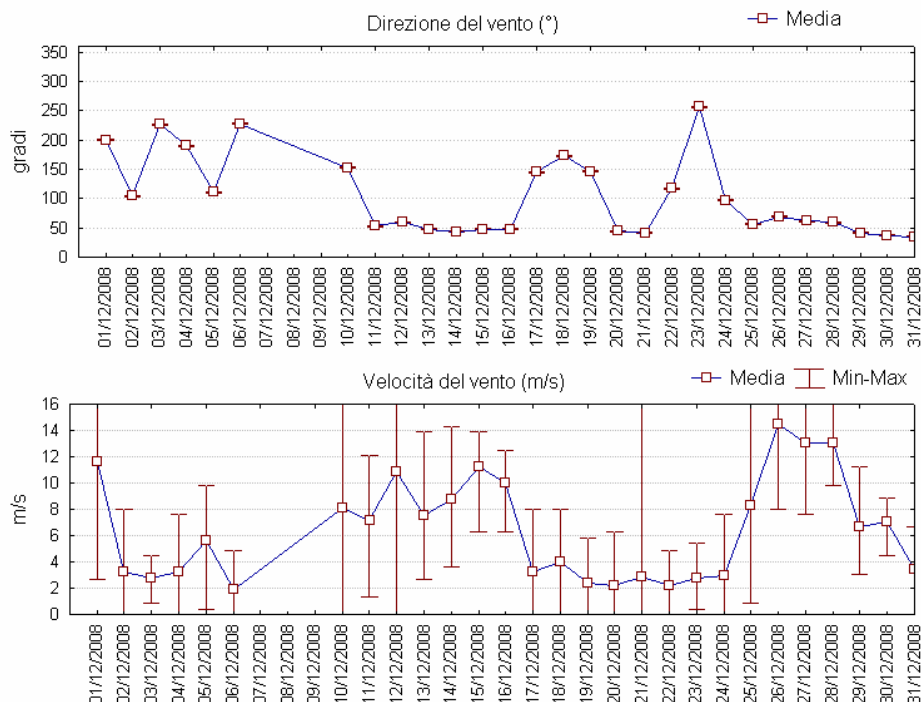
La qualità delle acque marino-costiere del Veneto è controllata da ARPAV attraverso una rete di monitoraggio di otto transetti perpendicolari alla linea di costa, costituiti ciascuno da tre stazioni di prelievo per la matrice acqua, due per la matrice benthos e una per le matrici sedimento e biota. Nel corso della campagna di monitoraggio, oltre al prelievo dei campioni analizzati dai laboratori competenti di ARPAV, vengono effettuate misure dei principali parametri chimico-fisici dell'acqua mediante una sonda multiparametrica, e osservazioni sul campo che consentono, con l'integrazione dei dati rilevati dalla Rete Regionale di Boe Meteo Marine, di redigere il presente rapporto.

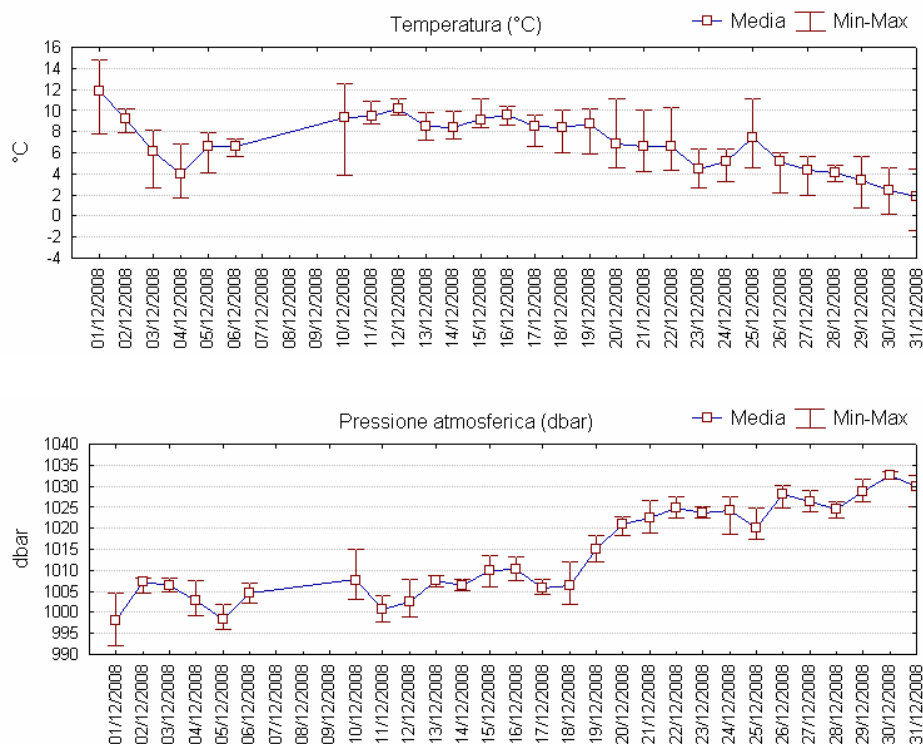


Transetti	Localizzazione	Stazioni	Distanza dalla costa (m)
008	Centro spiaggia Brussa Caorle (Ve)	10080	500
		20080	926
		30080	3704
024	Direzione Villaggio Marzotto Jesolo Lido (Ve)	10240	500
		20240	926
		30240	3704
040	Direzione campeggio Marina di Venezia Cavallino Treporti (Ve)	10400	500
		20400	926
		30400	3704
053	Direzione Spiaggia San Pietro in Volta Venezia (Ve)	10530	500
		20530	926
		30530	3704
056	Direzione Ca' Roman, Pellestrina – Venezia (Ve)	10560	500
		20560	926
		30560	3704
064	Direzione Residence Magnolia – Isola Verde Chioggia (Ve)	10640	500
		20640	926
		30640	3704
072	Fronte Hotel Capo Nord, Isola di Albarella Rosolina (Ro)	10720	500
		20720	926
		30720	3704
601	Direzione Foce Po di Pila Porto Tolle (Ro)	16010	500
		26010	926
		36010	3704

Rete Regionale Boe Meteomarine

Si riportano i dati rilevati nel mese di dicembre di temperatura dell'aria, direzione e velocità del vento e pressione atmosferica rilevati dalla Boa denominata "Campo Sperimentale" situata a circa 2 miglia nautiche (nM) dalla costa del Cavallino, antistante la foce del fiume Sile.





La campagna di dicembre 2008

La campagna di monitoraggio del mese di dicembre 2008 è stata effettuata nei giorni 3,9,22 e 23. Nelle figure 1 e 2 vengono riportati i grafici di distribuzione dei principali parametri oceanografici quali **temperatura dell'acqua, salinità, ossigeno disciolto e clorofilla a**, sia in superficie che al fondo, rilevati durante la campagna per mezzo della sonda multiparametrica.

La **temperatura in superficie** mostra un valore medio lungo tutta la costa del Veneto di circa 9,7 °C. L'area centrale compresa tra i transesti 040 (Cavallino) e 064 (Chioggia) risulta più calda (valore medio 10,91 °C), specialmente sottocosta di fronte a Chioggia e Venezia (valore medio che supera di poco gli 11 °C), mentre le aree settentrionale e meridionale presentano valori più omogenei dalla costa al largo e mediamente inferiori di 2°-3°C rispetto all'area centrale.

I valori della temperatura al **fondo** (media dell'intera costa 12,32°C) risultano superiori rispetto a quelli superficiali di 2,62°C. La temperatura al fondo si presenta piuttosto omogenea lungo tutta la costa; nelle aree antistanti Caorle e Albarella (transesti 008 e 072) è possibile notare un gradiente costa-largo crescente (da 9,59 °C sottocosta a 12,85 °C al largo, per il transetto a nord, da 9,78 °C sottocosta a 12,88 °C al largo, per quello a sud).

La **salinità in superficie** varia visibilmente lungo tutto il tratto di costa monitorato. L'area centrale, compresa tra i transesti 040 (Cavallino) e 064 (Chioggia), mostra un valore medio superiore (32,20 PSU) rispetto alla zona più a nord (26,68 PSU) e, soprattutto, rispetto a quella più a sud (valore medio pari a 15,16 PSU). A causa delle copiose precipitazioni che hanno caratterizzato il mese di dicembre, la salinità rilevata nelle stazioni di fronte a Porto Tolle è risultata decisamente bassa (valore medio di 7,88 PSU) ad indicare la presenza di un plume fluviale del Po.

Al **fondo**, la salinità rilevata lungo tutta la costa veneta è omogenea e presenta un valore medio di 35,60 PSU, superiore di 9,04 PSU rispetto alla media superficiale.

L'**ossigeno disciolto**, misurato in **superficie**, presenta valori medi lungo tutta la costa monitorata che si attestano attorno all' 88,45% con un massimo di 102,73% al transetto 008 (Caorle) e un minimo di 71,68% nella stazione a 926 m dalla costa del transetto 072 (Albarella).

Nei transesti settentrionali (Bibione-Caorle e Jesolo) la situazione risulta omogenea e il valore medio della percentuale di ossigeno si attesta attorno al 97,22%. Per quanto riguarda la zona centro-meridionale si osserva un gradiente negativo costa-largo, con valori medi inferiori rispetto all'area settentrionale che si attestano attorno al 90%.

L'ossigeno al **fondo** ha una distribuzione molto simile a quella superficiale con valori medi che si attestano intorno a 87,86%, con un massimo di 99,40% al transetto 008 (Caorle) e un minimo di 80,38% al transetto 601 (Porto Tolle). Il tratto di costa compreso tra Caorle e Jesolo (rispettivamente transesti 008 e 024) presenta valori medi omogenei e superiori (valore medio pari a 97,59%) rispetto alle zone del centro-sud (valore medio pari a 84,62%) dove invece si nota un gradiente negativo dell'ossigeno procedendo verso il largo (valori medi compresi tra 90,45% e 80,95%).

La **clorofilla a in superficie** rilevata nel tratto di costa antistante Bibione-Caorle (transetto 008 con valore pari a 0,56 µg/l) e nel tratto più a sud antistante a Porto Tolle-Albarella (transesti 601 e 072 con valore medio pari a 0,50 µg/l) presenta valori medi inferiori rispetto a quelli riscontrati nell'area antistante la laguna (valore medio pari a 1,12 µg/l) dove è visibile un gradiente negativo procedendo verso la costa, con un piccolo massimo riscontrato al largo di Chioggia (3,91 µg/l).

Per quanto riguarda i valori di clorofilla *a* al **fondo** è evidente un gradiente negativo costa-largo più accentuato nell'area a nord della laguna di Venezia. Il valore massimo è stato riscontrato nella stazione a 500 m del transetto 008 (1,12 µg/l) e il valore minimo nella stazione a 3704 m del transetto 601.

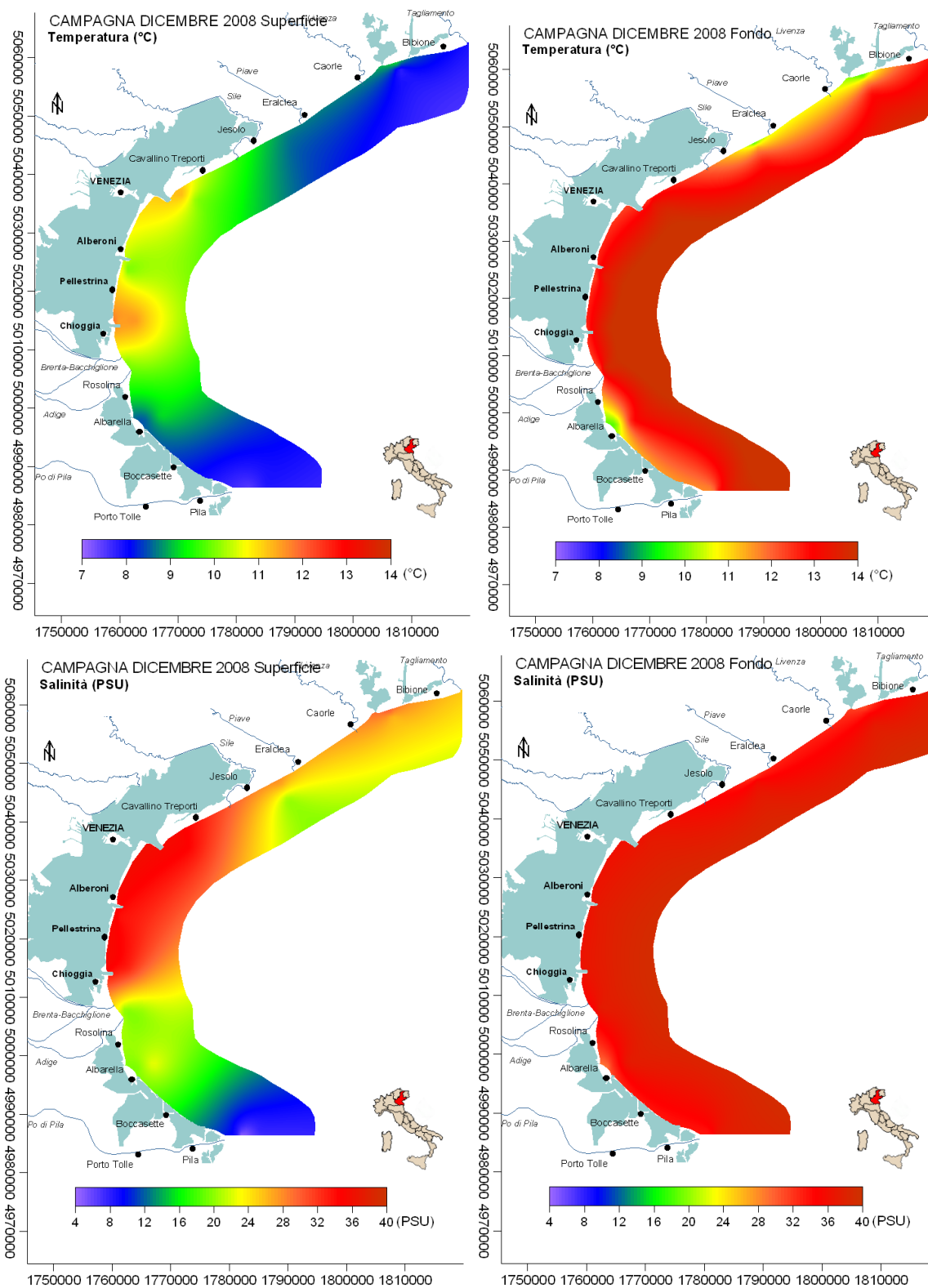


Fig.1: mappa di distribuzione dei parametri temperatura e salinità in superficiale e al fondo

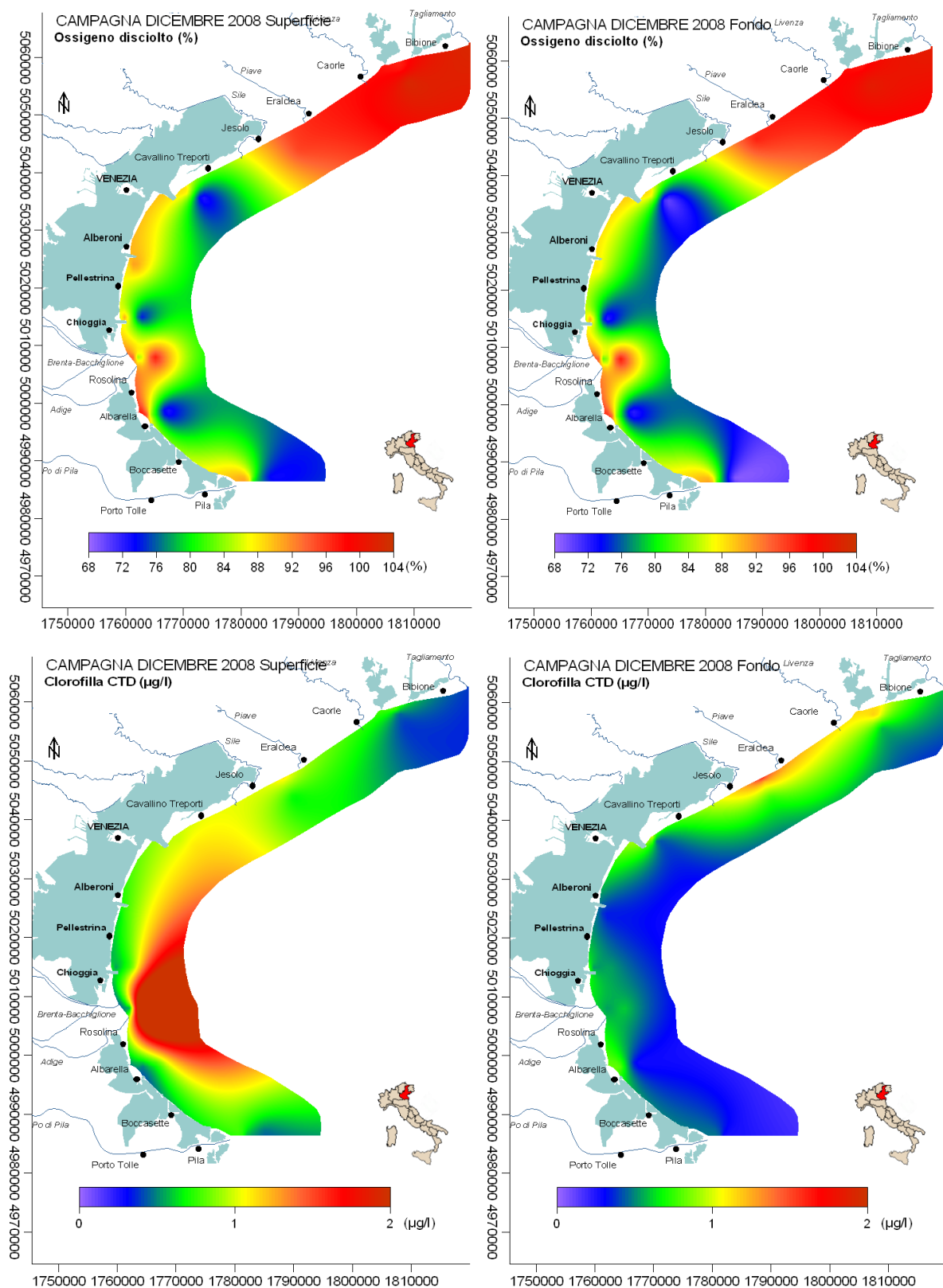


Fig.2 mappa di distribuzione dei parametri ossigeno disciolto e clorofilla "a" in superficie e al fondo

Altre osservazioni

Le osservazioni effettuate con **telecamera subacquea** durante la campagna del mese di dicembre 2008, hanno evidenziato una colonna d'acqua e dei fondali generalmente puliti ad eccezione dei transesti 056 (Venezia), 064 (Chioggia) e 601 (Porto Tolle) dove è stata riscontrata una lieve presenza di fiocchi e torbidità lungo la colonna e una leggera risospensione al fondo. La **colorazione** dell'acqua è risultata nella norma in tutto il tratto di costa monitorato.

La **trasparenza**, misurata mediante "disco secchi", è risultata generalmente buona sotto costa, ad eccezione dei transesti maggiormente influenzati dal fiume Adige e dal Po (064 e 601) dove è risultata minore di 0,5 m. Procedendo verso il largo la trasparenza è risultata particolarmente scarsa in tutti i transesti monitorati.

Analisi delle serie storiche

L'analisi delle serie storiche è redatta in collaborazione con l'Istituto CNR – ISMAR di Venezia

Acque Costiere fino alle 3 miglia nautiche

Confrontando l'andamento della **temperatura superficiale** dell'acqua del 2008 con il periodo 1991-2007, emerge una tendenza al riscaldamento per quanto riguarda il periodo invernale e estivo (Fig. 3 a).

L'inverno (gennaio-marzo) 2008 è risultato più mite di 0,7°C rispetto al valore medio della serie storica ('91-'07) e più freddo di quasi 2°C rispetto allo stesso periodo nel 2007, specialmente a marzo, con una differenza di quasi 4°C (Fig 3 b).

La primavera (aprile-giugno) 2008 è risultata più fredda di poco più di 0,5°C rispetto alla media degli ultimi 17 anni e di 1,5°C rispetto al 2007.

L'estate 2008 (luglio-settembre) ha presentato temperature superficiali più alte di circa 1°C rispetto al valore medio della serie storica, con un picco massimo nel mese di agosto (27,40°C), ed è risultata lievemente superiore anche rispetto all'anno scorso (>0,70°C).

Il mese di novembre 2008 è risultato più caldo sia rispetto ai dati storici (+1,30°C) sia rispetto al 2007 (1,59°C).

La temperatura del mese di dicembre 2008 (9,30°C) è diminuita di 6,13°C rispetto a novembre 2008 (15,43°C). Durante la campagna di dicembre 2008, la temperatura superficiale dell'acqua è risultata lievemente minore sia rispetto al valore rilevato nello stesso mese del 2007 (9,64°C) sia rispetto al valore medio della serie dei dati storici dello stesso periodo (10,11°C). Complessivamente la temperatura superficiale dell'acqua nel periodo autunnale (ottobre-dicembre) del 2008 è risultata in linea con i dati storici.

Per quanto riguarda il mese di dicembre 2008, i valori di **salinità superficiale** (23,87 PSU) risultano minori rispetto a quelli del mese di novembre 2008 (30,02 PSU). Dal grafico si può notare, inoltre, che la salinità di dicembre 2008 è inferiore di 10,71 PSU rispetto a dicembre 2007 (34,58 PSU) e di 9,65 PSU rispetto al valore medio della serie storica (33,52 PSU) (Fig. a). In generale, durante il periodo primaverile-estivo del 2008, le elevate precipitazioni hanno portato ad una diluizione della colonna d'acqua con un abbassamento della salinità (specialmente in maggio e agosto). Per quanto riguarda l'autunno 2008, le scarse precipitazioni di ottobre hanno riportato la situazione alla normalità, con valori leggermente superiori rispetto agli anni passati, mentre le cospicue piogge di novembre e dicembre hanno bruscamente diminuito la salinità fino a 24 PSU rispetto ai 33-35 PSU della serie storica.

I valori medi di **ossigeno disciolto superficiale** rilevati nel mese di dicembre 2008 (87,86%) sono risultati inferiori sia rispetto ai valori rilevati nel mese di dicembre 2007 (98,19%) sia rispetto ai valori medi rilevati dal 1991 al 2006 (90,19%).

L'andamento dell'ossigeno nell'inverno 2008 è risultato generalmente simile a quello rilevato nel 2007 e negli ultimi 16 anni, mentre in primavera ed estate sono stati riscontrati valori superiori rispetto al passato, probabilmente correlabili alla maggiore attività biologica (bloom fitoplanctonici con prevalenza di diatomee e assoluta assenza di dinoflagellate potenzialmente tossiche) dovuta al cospicuo apporto di nutrienti da parte dei principali fiumi veneti in seguito alle abbondanti precipitazioni.

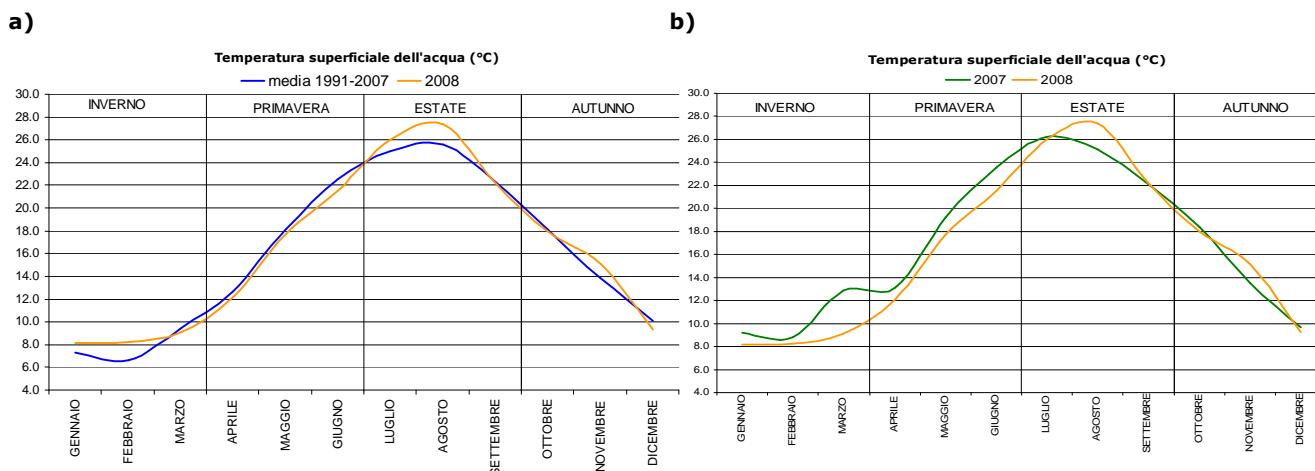


Fig. 3: Confronto tra le temperature superficiali medie mensili dell'acqua dell'anno 2008 e quelle relative al periodo 1991-2007(a) e all'anno 2007 (b),

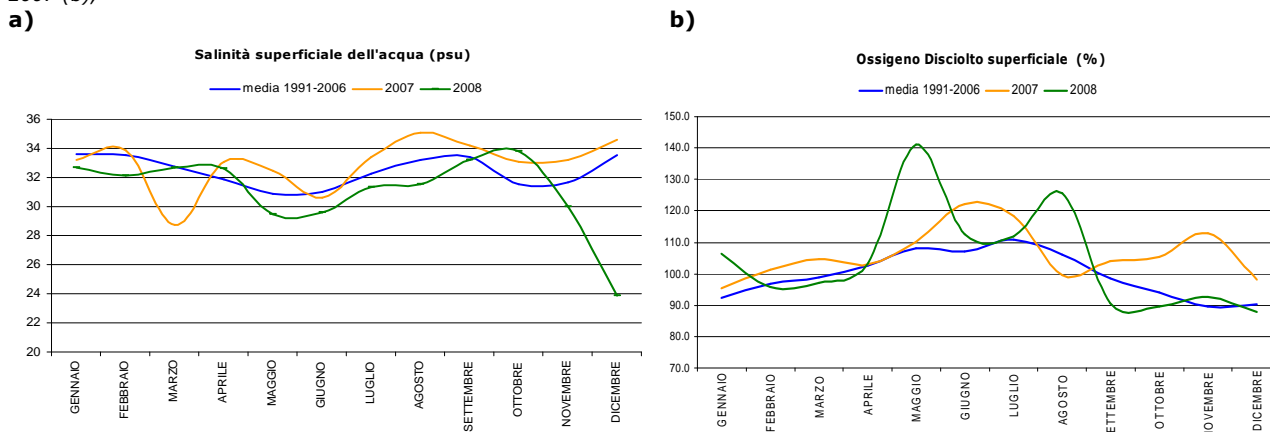


Fig. 4: Confronto tra i dati dello strato superficiale di salinità (a) e ossigeno disciolto (b) relative al periodo 1999-2006 e gli anni 2007 e 2008

Acque al largo, stazione a 20 miglia da Chioggia

Campagna di dicembre 2008: acque al largo

Le condizioni generali di bassa pressione e di tempo perturbato e piovoso del mese di dicembre hanno significativamente influito sulle proprietà termoline delle acque al largo della costa veneta.

La **temperatura** è variata notevolmente tra la superficie ed il fondo: nei primi metri della colonna d'acqua (strato 0-5) la temperatura sale rapidamente dalla superficie al fondo di circa 4°C (da 9,7°C in superficie a 13,6°C a 5 m), mentre tra la quota di 5 m ed il fondo aumenta di circa 1,5°C.

Lo stesso incremento dalla superficie al fondo misurato per la temperatura è stato riscontrato per la **salinità**: nei primi metri della colonna d'acqua (strato 0-5) la salinità aumenta rapidamente di circa 2 unità (da 34 PSU in superficie a 36,4 PSU a 5 m), mentre tra la quota di 5 m ed il fondo (29 m) aumenta di circa un'unità.

La struttura termalina della colonna ha evidenziato una situazione di passaggio tra autunno ed inverno in cui il rimescolamento termico, tipico della stagione invernale, non si è ancora completamente verificato: lo strato superficiale più freddo risente della temperatura atmosferica mentre, negli strati profondi, permangono acque relativamente più calde non ancora rimescolate.

L' **ossigeno disciolto** ha presentato valori prossimi alla saturazione negli strati superficiali (95%) e valori leggermente sottosaturi negli strati prossimi al fondo (86,7% a 29 m).

I valori da fluorescenza, parametro che dà una misura della biomassa fitoplanctonica presente nell' acqua e quindi in ultima analisi dà una stima della trofia, sono risultati bassi lungo tutta la colonna (inferiori a 1 µg/l), evidenziando una condizione di sostanziale oligotrofia.

Nel complesso la **temperatura** superficiale dell'acqua (9,7°C) è risultata più bassa (-2,4°C) di quella dello scorso anno nello stesso periodo (18,3°C) e di 4,4°C inferiore alla media degli ultimi anni (19,8°C).

I valori di **salinità** superficiale sono risultati inferiori sia alla media del periodo (1999-2006: -2,6 PSU) che a quelli registrati nel 2007 (- 3,9 PSU).

Confronto con gli anni precedenti

Sono stati messi a confronto i valori medi mensili, calcolati per il periodo 1999-2006, con quelli relativi al 2007 e al 2008, di temperatura, salinità e ossigeno disciolto delle acque superficiali (Fig. 5).

Per il **2007**, l'andamento annuale della **temperatura** ha evidenziato un delta t positivo nel periodo primaverile-estivo (massimo 2,2°C) rispetto al periodo 1999-2006, analogamente a quanto osservato per le acque costiere. Al contrario nel periodo autunnale i valori sono risultati inferiori rispetto alla media degli ultimi anni (in novembre 3,2°C al di sotto della media mensile). Il massimo assoluto è stato invece misurato nel mese di luglio 2007 (26,5°C: + 1,7°C rispetto alla media).

Nel **2008** (nei mesi di febbraio, marzo e luglio) la temperatura è stata superiore alla media degli anni precedenti, nettamente inferiore nel mese di aprile (-2,5 °C) e dicembre, e pari ai valori medi nei mesi di maggio, giugno e ottobre.

La variazione annuale della **salinità** nel **2007** ha evidenziato valori tendenzialmente più elevati nei mesi di giugno, agosto e dicembre rispetto alla media degli anni precedenti (picchi massimi superiori a 1 unità), valori confrontabili nei primi due mesi del 2008, inferiori in maggio, giugno, luglio e dicembre, e superiori nel mese di ottobre.

L'andamento dell'**ossigeno disciolto** (valori medi pari al 98,5%) mostra, in generale, valori più elevati rispetto alla media nel periodo tardo-invernale e primaverile-estivo, e valori decrescenti nel periodo autunnale. Il confronto tra i dati disponibili per il 2007 e l'andamento medio ha messo in luce, analogamente a quanto riscontrato per le acque costiere, un picco massimo nel giugno 2007 (112% rispetto a 106%) e valori inferiori rispetto alla media del periodo tardo estivo e degli anni precedenti. Nel **2008** il picco massimo è stato invece misurato in maggio (+2,9% rispetto alla media). I dati dei mesi di giugno e luglio risultano prossimi alla saturazione ed inferiori alla media degli ultimi anni ed al 2007, i dati relativi al mese di ottobre risultano nella media degli ultimi anni e leggermente superiori a quelli relativi al 2007.

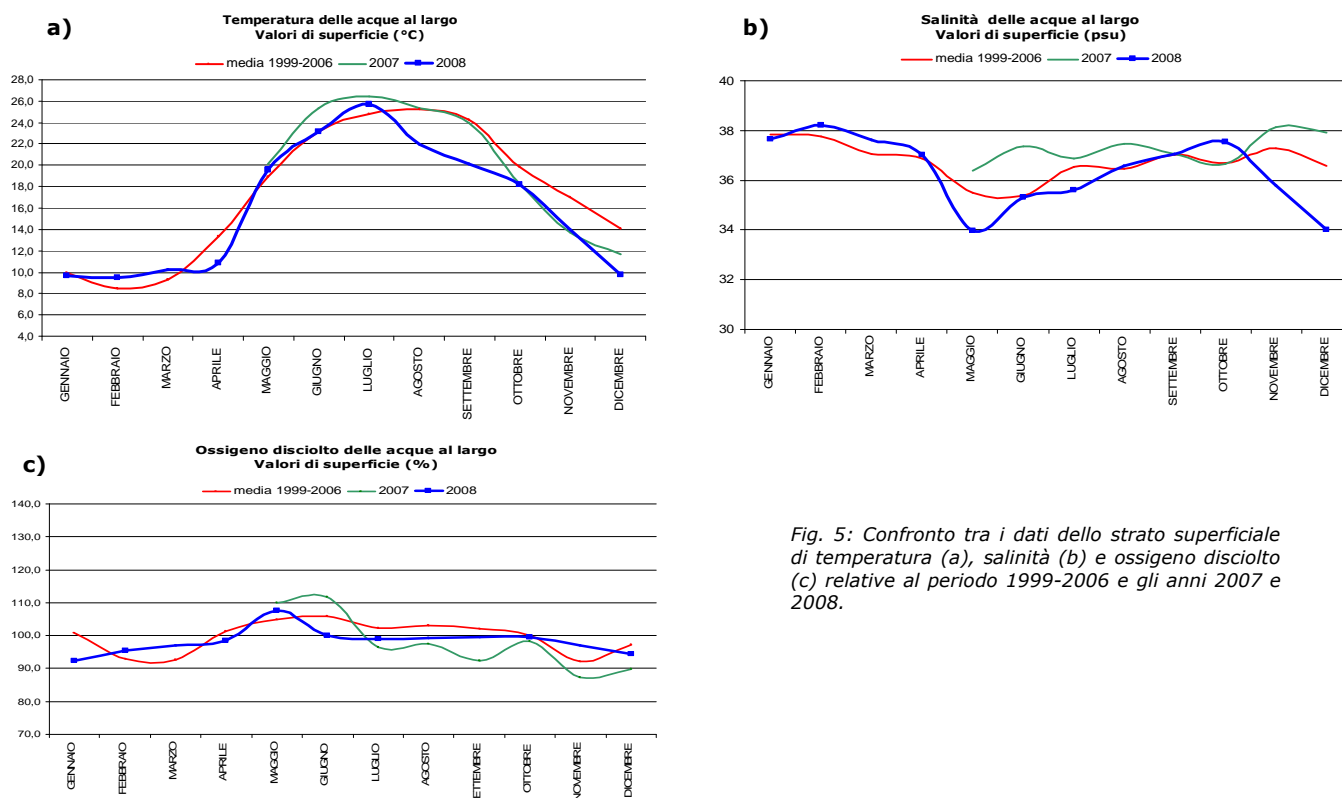


Fig. 5: Confronto tra i dati dello strato superficiale di temperatura (a), salinità (b) e ossigeno disciolto (c) relative al periodo 1999-2006 e gli anni 2007 e 2008.

Considerazioni Generali

Nel corso del **2008** i valori di **salinità** superficiale hanno risentito delle variazioni della piovosità: le elevate precipitazioni, che hanno caratterizzato il periodo primaverile-estivo e i mesi di novembre e dicembre 2008, e le scarse precipitazioni relative alla seconda metà di settembre ed alla prima di ottobre, si sono tradotte rispettivamente in valori di salinità inferiori alla media degli anni precedenti nel periodo primaverile-estivo, leggermente superiori nel mese di ottobre e nettamente inferiori nel mese di dicembre.

La **temperatura** dell'acqua ha evidenziato valori leggermente superiori alla media degli anni passati in maggio e luglio, inferiori rispetto allo stesso periodo del 2007, sostanzialmente uguali nel mese di ottobre ed inferiori in dicembre.

La struttura termoclinale della colonna (Fig. 6) è stata caratterizzata da una sostanziale omogeneità nel periodo invernale e dalla tipica stratificazione estiva, con acque più calde e meno salate in superficie e acque più fredde e salate al fondo.

Questi due strati a diversa densità sono rimasti separati da un livello intermedio, caratterizzato dalla diminuzione della temperatura dall'incremento della salinità in funzione dell'aumento della profondità.

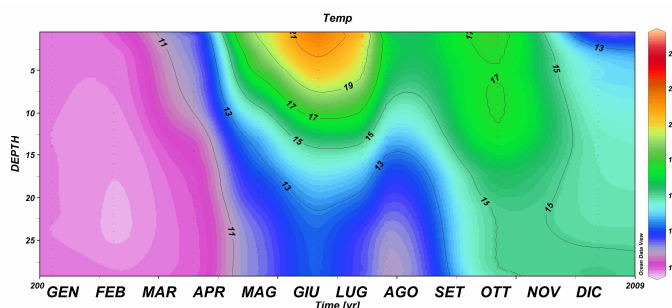
L'ampiezza di questo strato di discontinuità termica ed alina si è ampliato col progredire della stagione estiva e, anche in ottobre, la colonna si è mantenuta sostanzialmente stratificata per il perdurare di condizioni meteorologiche tipicamente estive (alta pressione, assenza di vento e tempo soleggiato). Per questo motivo la distribuzione dei valori dell'**ossigeno disciolto** (Fig. 7a), lungo la colonna, dei mesi di giugno, luglio ed ottobre, è stata caratterizzata da valori più alti negli strati superiori della colonna (più favorevoli all'attività biologica), e da valori più bassi negli strati prossimi al fondo, dove il riciclo della materia organica, che abbisogna di ossigeno, ha prevalso sui processi fotosintetici.

In particolare, nel mese di ottobre, la stratificazione della colonna ha influenzato anche la distribuzione del **fitoplancton** (Fig. 7b) che ha presentato picchi di biomassa (4,8 µg/l rilevato da fluorimetro *in situ*) proprio sopra il termocline, a carico di diatomee non tossiche rappresentative del periodo autunnale. Pur tuttavia, nel corso del 2008, le **condizioni trofiche** delle acque al largo sono state caratterizzate da una condizione generale di bassa trofia.

Le **concentrazioni medie dei nutrienti inorganici disciolti** e della **clorofilla a** indicano infatti condizioni al limite tra meso- ed oligo-trofia: $N-NO_3 = 1.8$, $Si-SiO_4 = 4.4$, $P-PO_4 = 0.12$ µM e clorofilla a = 1.0 µg/l. Il valore massimo del $N-NO_3$ (9.0 µM) è stato osservato in maggio, durante il periodo dell'anno caratterizzato da una maggiore diluizione superficiale, mentre le maggiori quantità del $Si-SiO_4$ (fino a 14 µM) sono sempre state misurate nello strato vicino al fondo.

La **clorofilla a** ha presentato un massimo di 2,4 µg dm⁻³ in gennaio 2008. Soprattutto nei mesi di giugno e luglio 2008 si sono osservate condizioni di particolare oligotrofia: le scarse concentrazioni di nutrienti e valori di clorofilla a <1 µg dm⁻³ lungo tutta la colonna, corrispondenti a ossigenazioni relative di poco superiori alla saturazione ed inferiori ai valori degli anni precedenti, evidenziano una ridotta attività biologica.

a) Temperatura dell'acqua (°C)



b)

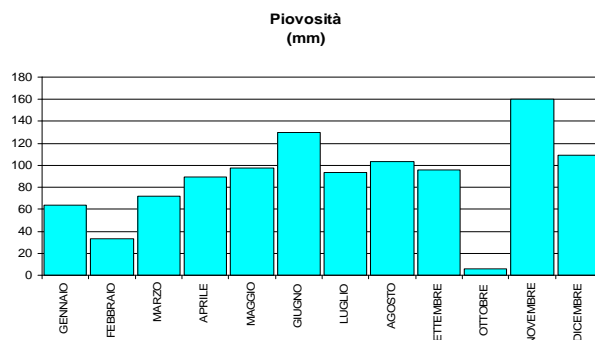
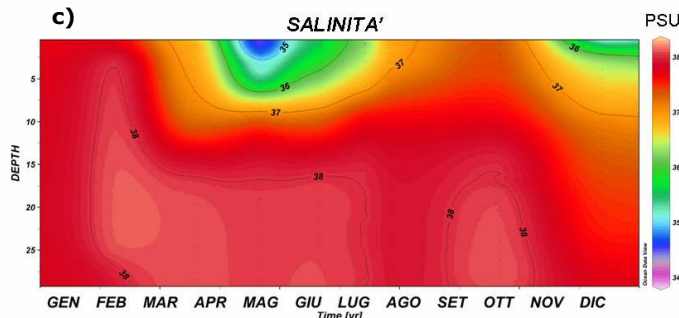
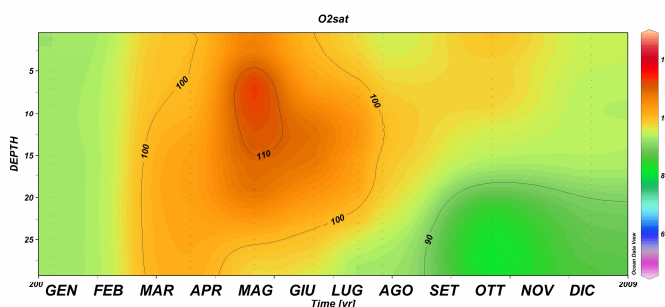


Fig. 6: Andamento di a) temperatura, b) piovosità (media mensile) e c) salinità nel 2008.

c) SALINITÀ



a) OSSIGENO (%)



b)

CLOROFILLA a (µg/l)

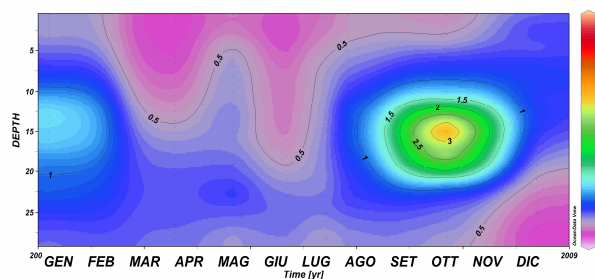


Fig. 7: Andamento di a) ossigeno disciolto e b) clorofilla "a" nel 2008.