



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

*Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine
Servizio Laguna di Venezia*

Analisi eventi di marea

Rapporto n. 05/2010

-

22-26 Dicembre 2010

San Polo, 50 - 30125 Venezia
Tel: 041 5220555 / 5235895 - Fax: 041 5220521
Segreteria previsione di marea: 041 5202027 / 5202083
e-mail: venezia@isprambiente.it
www.ispravenezia.it

Analisi evento 22-26 dicembre 2010

In questo documento viene presentata l'analisi dell'evento del 22-26 dicembre 2010 quale esempio del fenomeno di "storm surge", ovvero di un sensibile incremento del livello di marea all'interno della laguna e del golfo di Venezia, causato dall'azione contemporanea di persistenti venti di Scirocco e di una forte differenza di pressione atmosferica lungo il mare Adriatico.

I giorni che hanno preceduto l'evento in esame sono stati caratterizzati, a partire dalle ore 12:00 del giorno 21, da un generale decremento della pressione atmosferica lungo l'intero bacino del mare Adriatico, causato dal passaggio di una serie di impulsi ciclonici di origine atlantico-mediterranea.

Osservando l'andamento della pressione registrata da alcune stazioni meteorologiche presenti sul litorale adriatico (Venezia, Ancona, Vieste ed Otranto) si nota che l'andamento della pressione e l'entità della sua variazione non sono state omogenee nelle località considerate (figura 1). Nei primi giorni infatti, nell'Adriatico settentrionale la pressione è diminuita molto più velocemente che nella sua parte meridionale: a Venezia alle ore 23:00 del 22 dicembre la pressione è di 1009.6 hPa, ed in continuo abbassamento, mentre ad Otranto si mantiene sui valori del giorno precedente con 1015.6 hPa, determinando pertanto uno scarto di 6 hPa.

Nella giornata del 23 dicembre si assiste ad un vero e proprio "crollo barico" nel nord Adriatico: a Venezia la pressione scende di quasi 20 hPa in poco più di 24 ore, toccando il minimo di 990.4 hPa alle ore 3:00 del giorno 24, e rimanendo sotto i 991 hPa per alcune ore. Un'analoga situazione si verifica anche ad Ancona, che mantiene poi una pressione di circa 993 hPa per tutta la giornata del 24 dicembre.

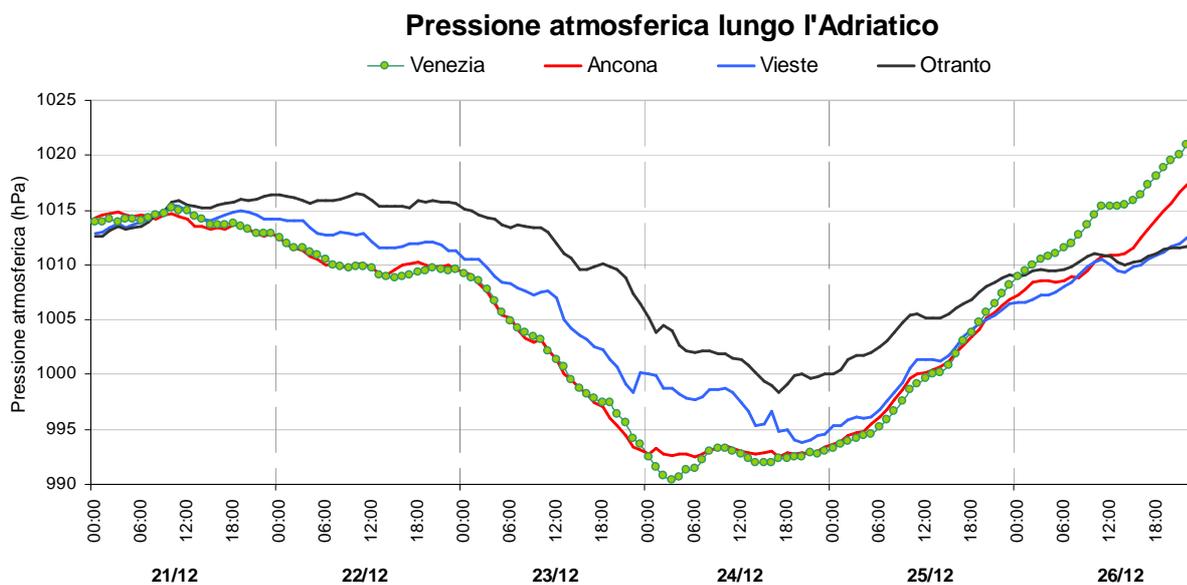


Figura 1

Nella parte meridionale del bacino adriatico la diminuzione di pressione è invece più contenuta. Contemporaneamente al minimo barico registrato a Venezia, ad Otranto la pressione misurata è pari a 1004 hPa, evidenziando pertanto una differenza tra nord e sud di 13.6 hPa, valore più che doppio rispetto ai 6 hPa del giorno precedente. Nella serata del 24 dicembre si raggiungono i minimi barici anche nell'Adriatico meridionale, prima ad Otranto (998.4 hPa alle ore 17:00) poi a Vieste (993.8 hPa alle ore 20:00).

Nei giorni successivi il nucleo depressionario lascia l'Italia e la pressione torna gradualmente a salire, mostrando a Venezia un aumento molto più rapido rispetto a quello delle altre località esaminate lungo l'Adriatico.

Le differenze nell'andamento della pressione tra Adriatico settentrionale e meridionale si ripercuotono anche sul regime dei venti registrati lungo il litorale. In concomitanza con l'abbassamento di pressione, nel basso e medio Adriatico si registrano persistenti venti dai quadranti meridionali. Ad Otranto il Libeccio soffia quasi ininterrottamente a partire dal pomeriggio del giorno 21, con un'intensità media di 5 m/s; a Vieste spira lo Scirocco da mezzogiorno del 21 dicembre alla mezzanotte del 23 dicembre, con un'intensità media di 6 m/s e punte di 12.5 m/s; ad Ancona si rileva Scirocco nella prima metà del giorno 22 e nella seconda metà del 23, con un'intensità media di 6 m/s e punte di 8.5 m/s (figura 2).

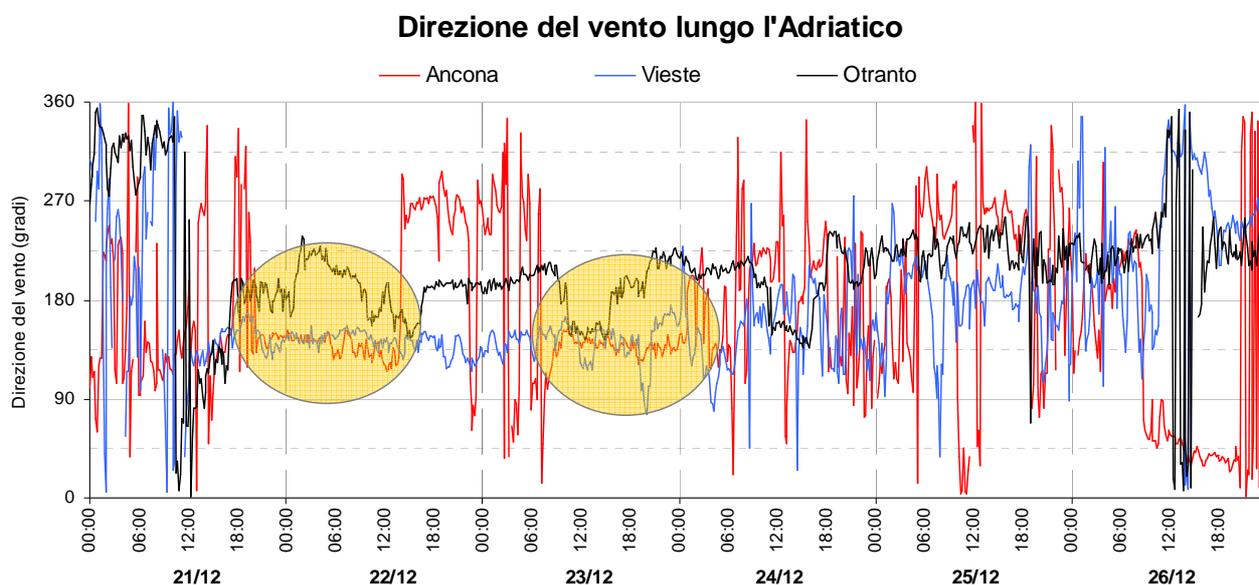


Figura 2

A Venezia tra il 21 e 22 dicembre è inizialmente prevalsa la Bora mentre il vento di Scirocco ha soffiato nella seconda parte del giorno 23 e nelle prime ore del 24, per un periodo minore rispetto a quanto registrato nel medio-basso Adriatico ma con un'intensità mediamente maggiore (8 m/s), favorita dalla notevole differenza di pressione riscontrata in quelle ore alle estremità dell'Adriatico.

Dalla mattina del 25 dicembre è poi tornata a spirare la Bora, con raffiche fino a 14.6 m/s (28 nodi), innescata dal repentino rialzo barico verificatosi nell'Adriatico settentrionale (figura 3).

Direzione e Velocità del vento nell'alto Adriatico - Lido Diga Sud (Venezia)

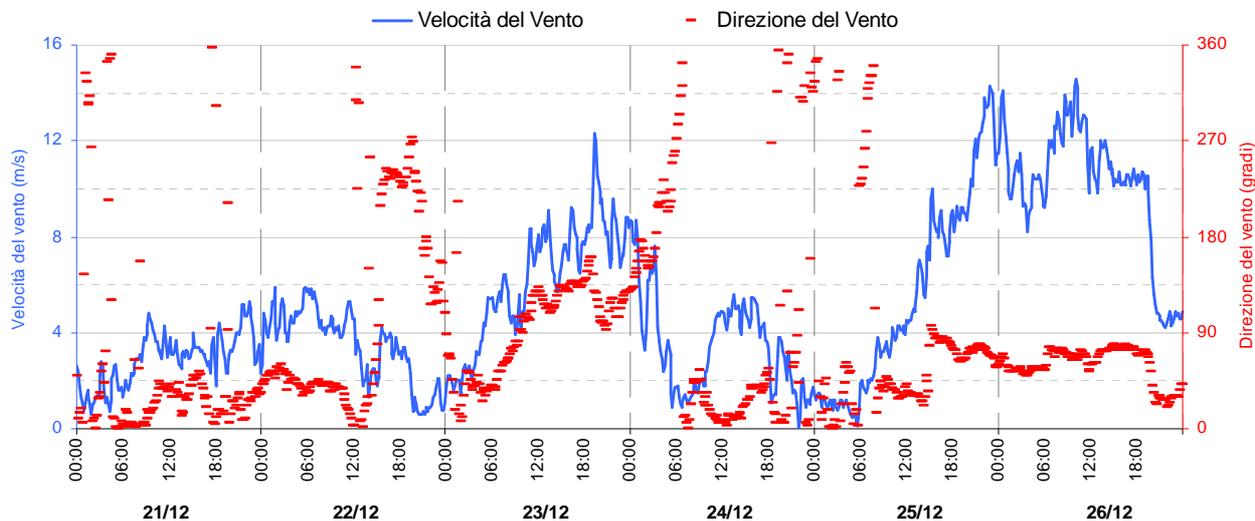


Figura 3

L'azione congiunta della pressione in diminuzione e dello spirare dei venti dai quadranti meridionali nei giorni antecedenti all'evento in esame determina un'evidente amplificazione del fenomeno della marea nell'Adriatico settentrionale.

A Venezia - Punta della Salute, infatti, viene dapprima rilevato un colmo di +101 cm, riscontrato alle 11:10 del 22 dicembre, con un sovralzato (il cosiddetto contributo meteorologico) di 32 cm sopra la marea astronomica. Sotto la spinta dei venti di Scirocco si registra successivamente una massima di +124 cm alle 12:10 del giorno 23, con un sovralzato di 61 cm. Al culmine dell'evento, in corrispondenza del minimo di pressione rilevato a Venezia, si realizza un picco di +144 cm alle 01:40 del 24 dicembre, con un sovralzato di ben 83 cm. Il successivo massimo di marea fa registrare un valore ancora elevato, con +115 cm alle ore 11:50 dello stesso giorno (figura 4). Nei giorni seguenti, sotto l'azione di forti venti di Bora, la marea si mantiene ancora molto sostenuta, con massimi che permangono al di sopra dei 100 cm anche il 25 e 26 dicembre (livello evidenziato in figura 4).

All'interno della laguna una situazione analoga si verifica anche a Chioggia: si registrano infatti una massima di +119 cm alle ore 11:30 del 23 dicembre, con un sovralzato di 57 cm, ed una punta di +138 cm alle ore 01:20 del giorno 24, con un sovralzato di 79 cm. Nei giorni di Natale e S. Stefano la marea mantiene i propri massimi ancora sopra i 100 cm.

È interessante sottolineare come a Chioggia l'effetto del vento di Bora induca ad un'intensificazione del sovralzato, piuttosto che un suo smorzamento, per tutta la giornata del 26 dicembre. Mentre a Venezia dalla serata del giorno 25 esso tende gradualmente a diminuire, a

Chioggia si rileva un andamento opposto ed il sovralzato di fatto aumenta. Questo fenomeno è essenzialmente dovuto all'orientamento della laguna, che nel suo asse maggiore è diretta nello stesso verso di propagazione del vento di Bora (da nord-est a sud-ovest), influenzando così l'assetto idraulico lagunare.

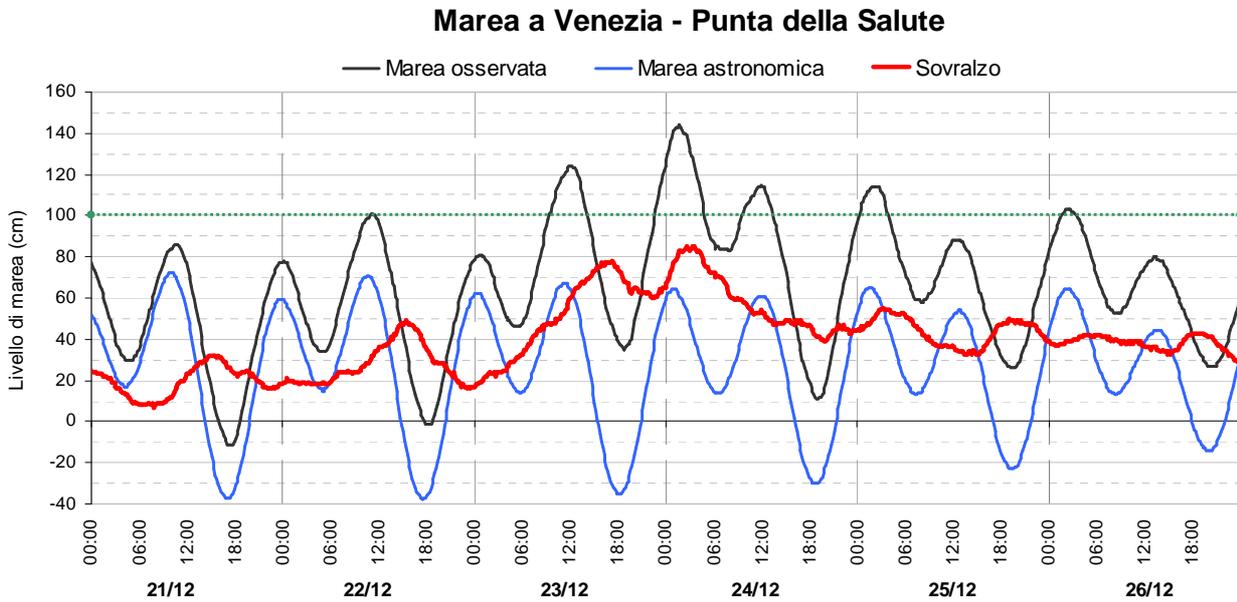


Figura 4

Ponendo l'attenzione all'esterno della laguna, nell'andamento dei livelli di marea si notano delle analogie rispetto i valori registrati dalle stazioni mareografiche situate al suo interno, ma anche delle significative differenze per quanto riguarda il sovralzato.

In piattaforma CNR, situata in mare aperto a 15 km circa dal litorale veneziano, si raggiungono i +126 cm alle ore 10:50 del giorno 23, con un sovralzato di 62 cm, e alle 00:10 del 24 dicembre si toccano +157 cm, con un contributo meteorologico di 96 cm. La vigilia di Natale e nei giorni successivi la marea rimane poi ampiamente al di sopra dei 100 cm, smorzandosi molto lentamente (figura 5).

A Grado, situata all'imboccatura del golfo di Trieste, si registrano +129 cm alle ore 10:10 del 23 dicembre, con un sovralzato di 62 cm, ed una massima di +154 cm alle 00:20 del giorno 24, con una differenza rispetto la marea astronomica di 90 cm.

L'andamento del sovralzato mette in evidenza come l'effetto dello Scirocco, che ha soffiato a Venezia nel pomeriggio del 23 dicembre, abbia avuto in questo caso un'influenza locale, e sia stato significativo principalmente all'interno della laguna piuttosto che al suo esterno. Infatti, osservando il contributo meteorologico che si realizza in piattaforma CNR, si nota la mancanza del picco di sovralzato che si registra invece a Venezia e a Chioggia attorno alle ore 17:00 del giorno 23.

Marea in mare aperto - Piattaforma oceanografica CNR

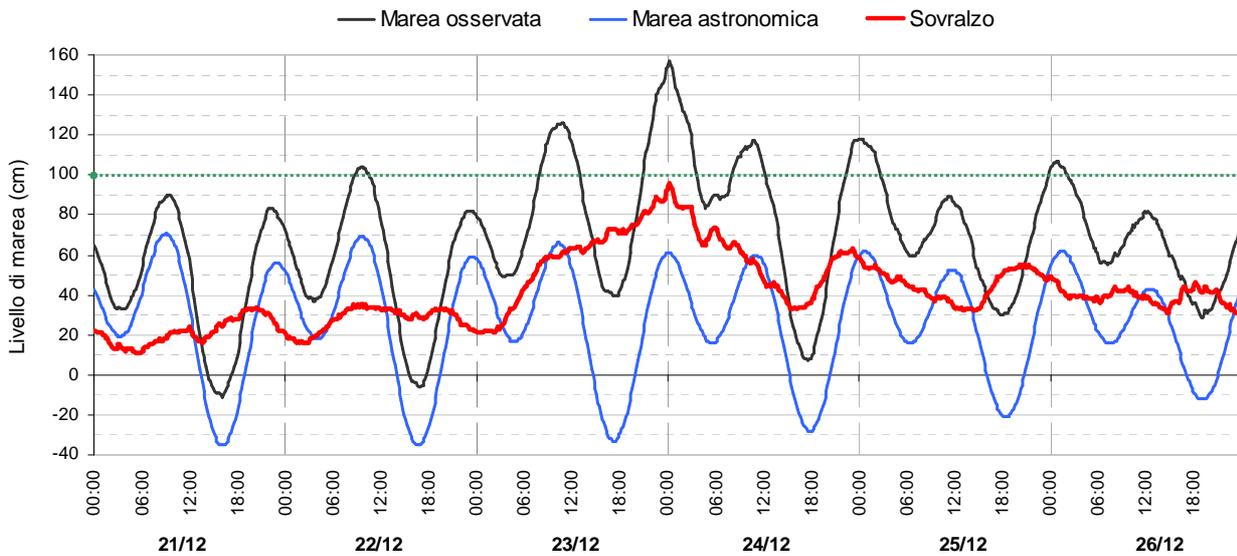


Figura 5

In coda all'evento, nei giorni di Natale e S. Stefano, sia a Venezia ma ancor più in mare aperto, l'andamento del sovrizzo mette chiaramente in evidenza la formazione di un'onda di sessa con periodo prossimo alle 22 ore. Tale onda si sviluppa a seguito dell'impulso meteorologico che ha avuto luogo sul bacino adriatico nella notte del 23 dicembre e, essendo un'oscillazione libera della superficie del mare, tende ad attenuarsi gradualmente.

Tornando infine alla marea registrata a Punta della Salute è possibile fare un'ultima considerazione. I picchi del sovrizzo di 78 cm e 83 cm rilevati nel pomeriggio del 23 e nella notte del 24 dicembre, sono coincisi rispettivamente con un minimo e con un massimo di marea astronomica. Quest'ultimo ha dato luogo all'evento di "acqua alta" di +144 cm mentre il primo non ha determinato questa situazione solamente perché verificatosi in fase con la minima astronomica. Se il vento di Scirocco registrato a Venezia si fosse manifestato qualche ora prima, ovvero in concomitanza temporale con la massima astronomica di +67 cm delle ore 11:20, avrebbe potuto dar luogo ad una marea eccezionale di +145 cm (data dalla somma di 78 e 67 cm), determinando così due eventi particolarmente gravosi per la città di Venezia nel giro di poche ore.

In conclusione si possono schematicamente distinguere le seguenti fasi dell'evento:

1. una prima fase in cui la pressione nell'alto Adriatico inizia a scendere mentre nella parte bassa del bacino soffiano venti di Scirocco e la pressione si mantiene costante, determinando il primo picco nel sovrizzo attorno alle ore 14:00 del 22 dicembre;
2. una seconda fase coincidente con il brusco crollo di pressione nella parte alta del bacino adriatico, il contemporaneo instaurarsi di venti provenienti dal secondo quadrante anche lungo la costa veneta, con le massime registrate a Venezia il giorno 23 di +124 e +144 cm;

3. una terza fase in cui la pressione torna gradualmente a salire, si instaurano forti venti di Bora all'interno della laguna (andamento singolare del sovrizzo a Chioggia) e si ha la generazione di un'onda di sessa in Adriatico.

Conclusioni

Nei giorni 23 e 24 dicembre 2010, sotto l'azione di forti venti sciroccali e di una brusca diminuzione di pressione sull'Adriatico settentrionale, nel bacino lagunare veneziano è stata registrata un'alta marea eccezionale, che è poi rimasta molto sostenuta anche nei giorni successivi.

I picchi raggiunti a Venezia mettono in evidenza come l'andamento della marea nell'alto Adriatico sia fortemente influenzato dagli impulsi meteorologici che si generano sulla sua superficie. Ad una diminuzione della pressione barometrica corrisponde un innalzamento del livello del mare e l'azione del vento tende ad insaccare le acque nella direzione del suo verso di propagazione. Pertanto, se si sommano gli effetti di una pressione in drastica diminuzione nell'alto Adriatico e di una persistente azione dei venti di Scirocco, si possono ottenere notevoli amplificazioni del livello di marea, raggiungendo valori più che doppi rispetto quelli previsti dalla sola componente astronomica.