

WORKSHOP

I Sistemi multirischio in Italia

25 ottobre 2013

Bologna – Palazzo Gnudi

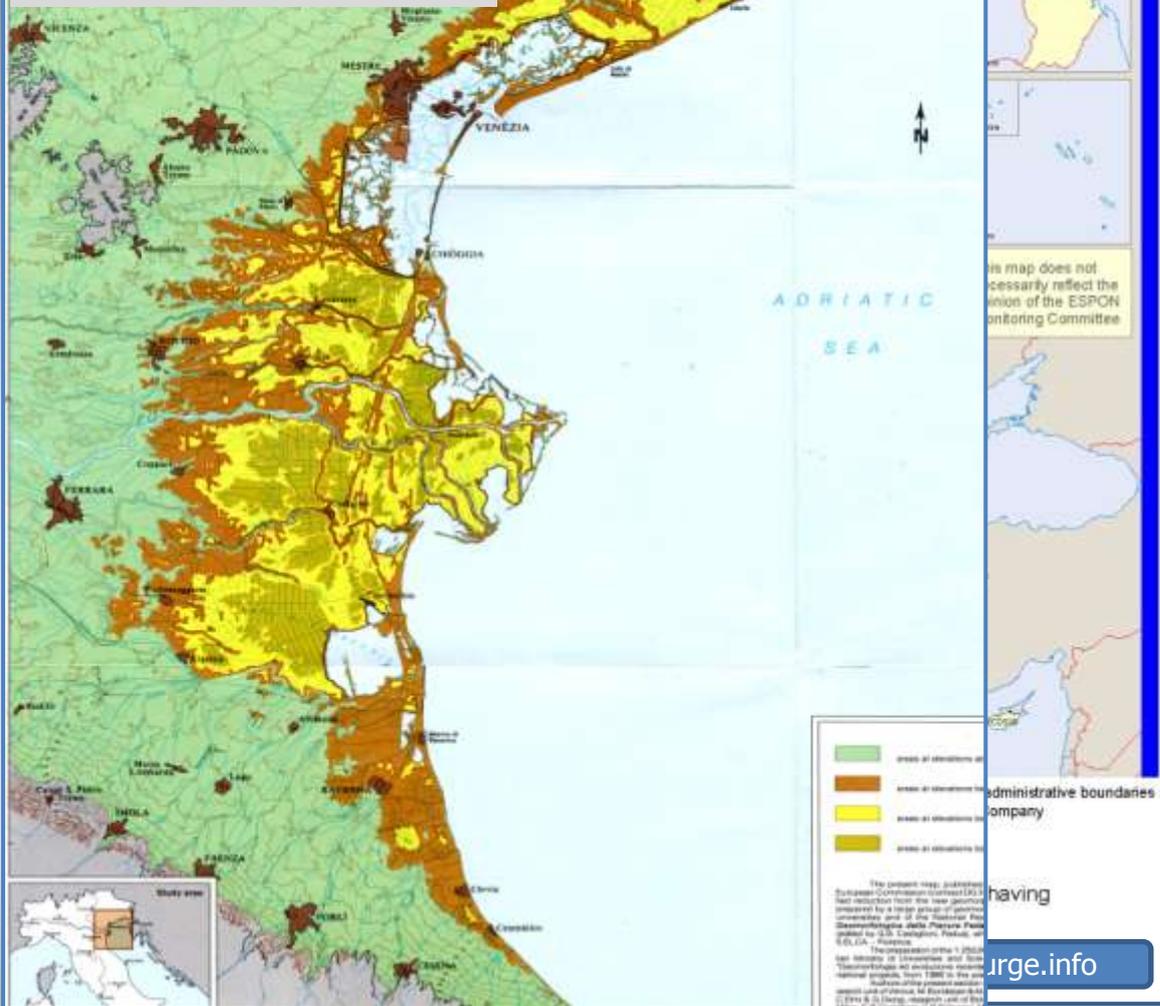
**Il Sistema ISPRA di previsione dei fenomeni di
storm surge in Alto Adriatico**

Maurizio Ferla

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)
Dipartimento Tutela Acque Interne e Marine – Servizio Laguna di Venezia
Castello 4665 – 30124 Venezia - www.venezia.isprambiente.it

Fig. 3
ELEVATION OF THE LOW PO AND VENETO-FRIULI PLAINS
 COASTAL AREAS AT RISK FROM STORM SURGES AND SEA-LEVEL RISE IN NORTHEASTERN ITALY
 M. Barbano, G.D. Cooklin, C. Eini, G. Galbusera, R. Marucci, P.A. Prossato and A. Tomasin
 Journal of Coastal Research, 11 (6), 1995
 scale 1:500,000

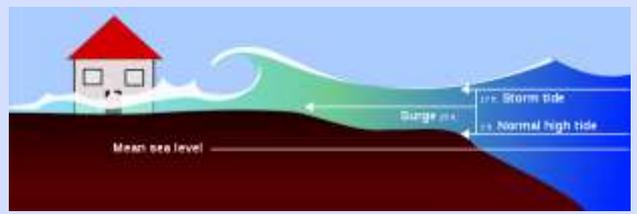
Journal of Coastal Research, 1995



Storm surge (SEV)

Condizione del livello del mare anormalmente alta innescata da insoliti fenomeni atmosferici particolarmente avversi

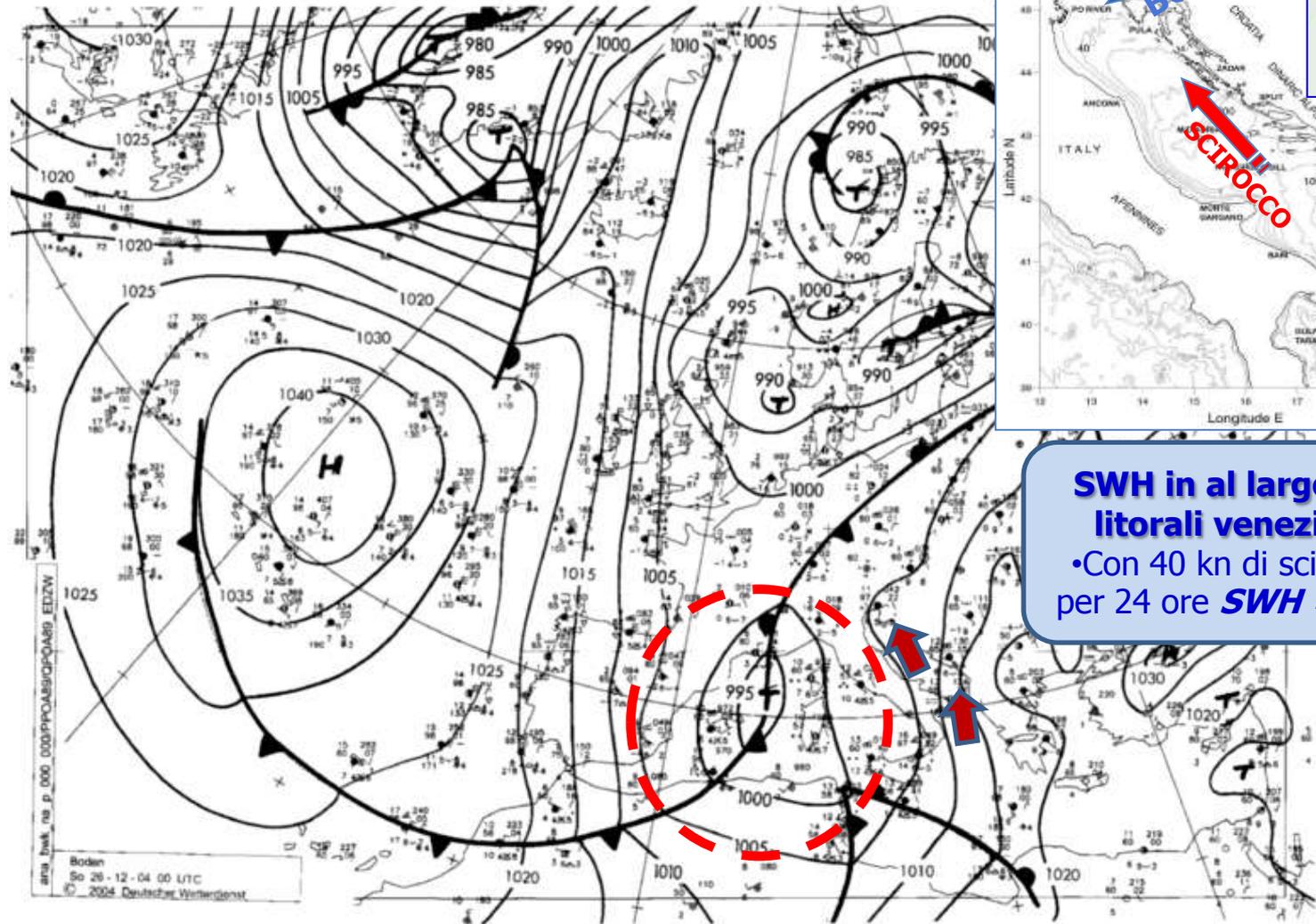
SEV sono associati al transito di profondi sistemi di bassa pressione associati a forti venti che sospingono le acque marine contro i litorali



Gran parte delle aree costiere della Terra sono esposte al rischio degli effetti dannosi degli SEV

large.info

Storm Surge & Mareggiate in Alto Adriatico



Storm Surge & Mareggiate in Alto Adriatico



Il mare si è mangiato le spiagge

Effetti devastanti della tempesta dal Polesine a Grado. Ma a Jesolo i danni più ingenti (oltre 5 milioni di euro)

VENEZIA - Le spiagge non si sono più. Le mareggiate le si portate via, in modo da lasciare inghiottite, dal Delta del Po alla Laguna di Venezia. Trecento metri di spiaggia si sono persi, in alcuni punti anche oltre un chilometro. Il mare ha mangiato le spiagge di Jesolo, Grado e Lido di Venezia. I danni sono ingenti, con costi di ricostruzione che superano i 5 milioni di euro. Le autorità hanno tentato di arginare la situazione, ma i danni sono stati devastanti. Le spiagge sono state allagate e la circolazione è stata interrotta. Le autorità hanno tentato di evacuare le zone a rischio e di mettere in sicurezza le infrastrutture.

260mila euro per la ricostruzione delle spiagge di Jesolo.

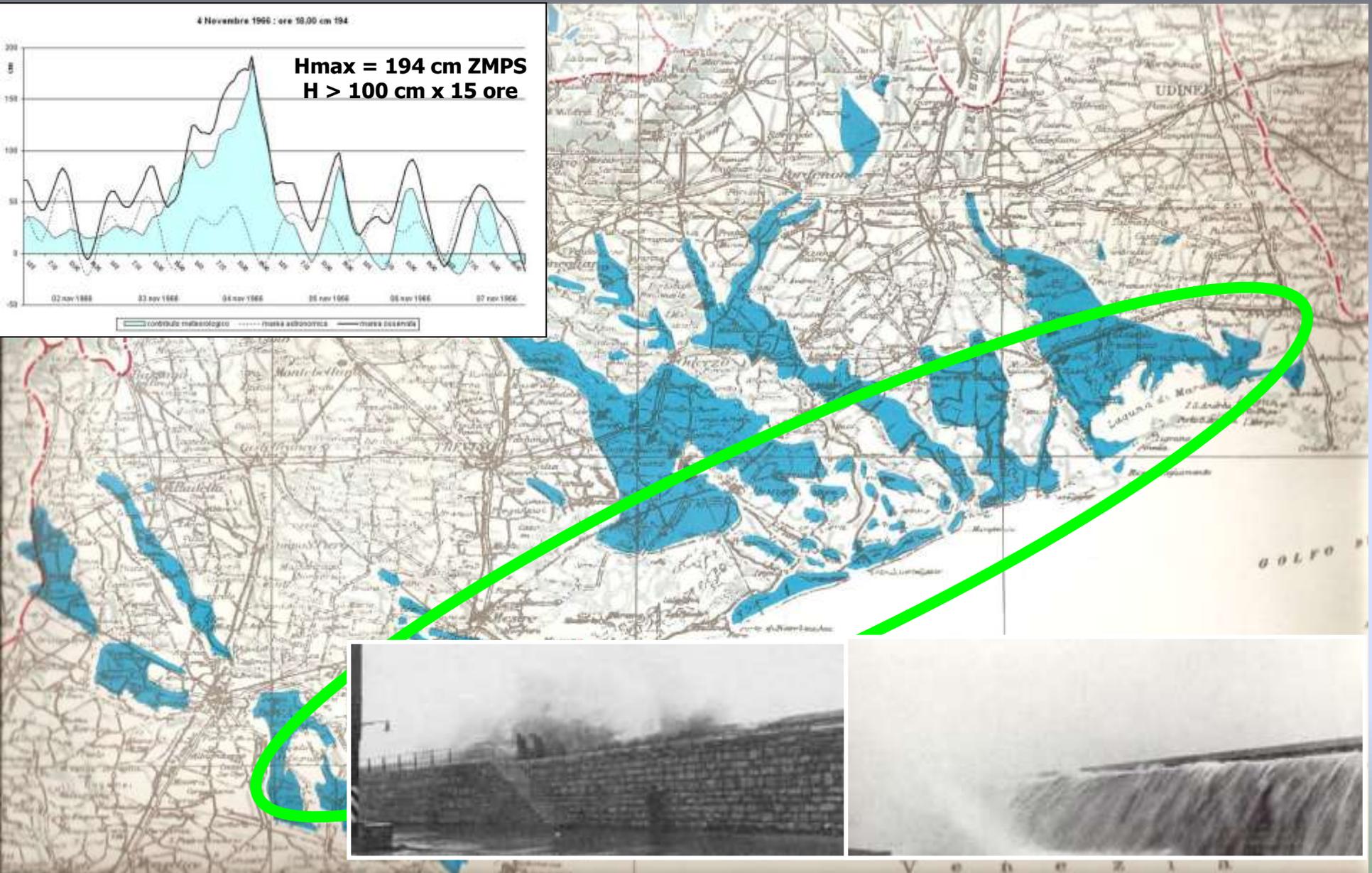
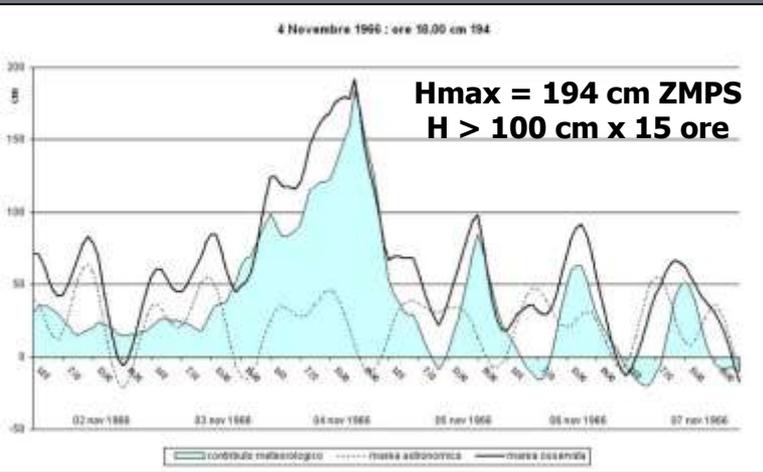
300mila euro per la ricostruzione delle spiagge di Grado.

MA il mare si è mangiato le spiagge di Jesolo e Grado. I danni sono ingenti, con costi di ricostruzione che superano i 5 milioni di euro. Le autorità hanno tentato di arginare la situazione, ma i danni sono stati devastanti. Le spiagge sono state allagate e la circolazione è stata interrotta. Le autorità hanno tentato di evacuare le zone a rischio e di mettere in sicurezza le infrastrutture.



4 NOV 1966: AREE INONDATE NEL NORD EST

(dai Grandi Fiumi: 1.750 km² dal Mare Adriatico: 440 km²)

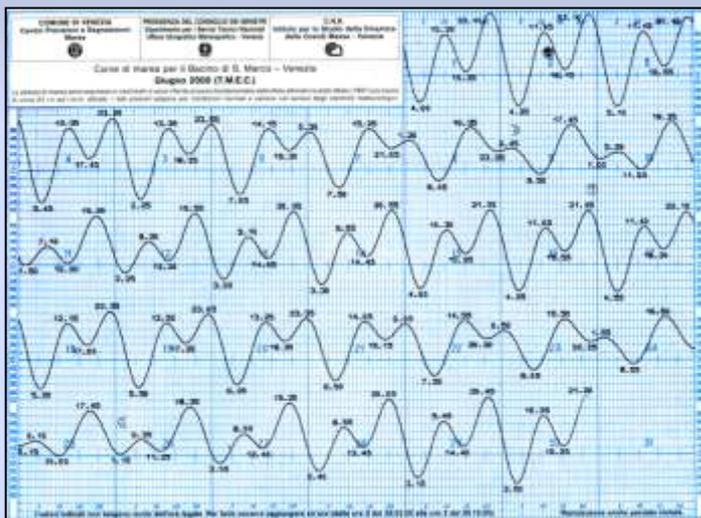


LA PREVISIONE DEI FENOMENI DI *STORM SURGE* NEL NORD ADRIATICO

Approccio metodologico

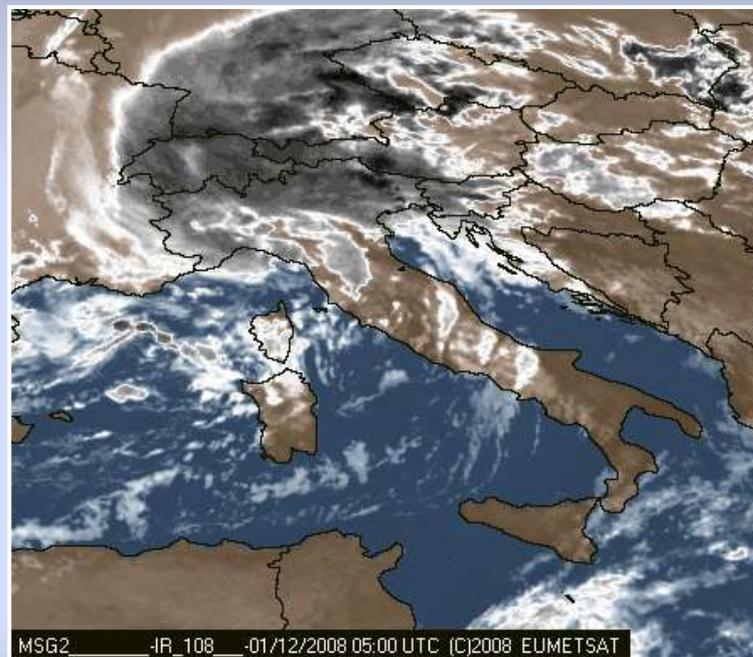
Livello della marea = L.M.M. + Astr. + Sovralzo (*surge/residual*)

Tavole di marea



Orizzonte temporale: anni

Contributo meteorologico (sessa)



Orizzonte temporale: 1-3-5 giorni

Il Sistema ISPRA di previsione dei fenomeni di *storm surge* in Alto Adriatico

Il sistema delle RETI in TR



CENTRI
FUNZIONALI
PROTEZIONE
CIVILE Reg.
VENETO e FVG

COMUNE DI
VENEZIA
ICPSM



Il sistema del Modelli

Previsioni puntuali

LS, PS, CH, BU, PC, PT, GR

Approccio Statistico: non si considera il processo fisico che genera il fenomeno ma si va a ricercare uno schema, *per esempio lineare autoregressivo*, che attraverso una serie di coefficienti caratteristici mette in relazione il ***sovralzo previsto*** con i valori relativi ai vari *fattori predittivi*.

Approccio Deterministico: ricerca delle *soluzioni numeriche* delle equazioni dell'idrodinamica che descrivono le oscillazioni del mare innescate dal processo di scambio di energia tra l'atmosfera e la superficie del mare.

L'APPROCCIO STATISTICO

$$\Delta(t + \tau) = a_0(\tau) + \sum_{k=1}^N \sum_{i=0}^{n(k)} b_i^k(\tau) \cdot \Pi^k(t - i \Delta t) + \sum_{k=2}^M \sum_{i=0}^{\tau/\Delta t - 1} c_i^k(\tau) \cdot \Pi^k(t + \tau - i \Delta t)$$

t l'istante della previsione,

τ indica l'anticipo con cui viene prevista l'altezza Δ ,

$a_0(\tau)$ Coefficienti della regressione, diversi per ogni stazione e per ogni anticipo τ .

$b_i^k(\tau)$ *Calibrazione su un set di circa 5 anni di dati validati (2002-2006; 2005-2011; 2007-2013)*

$c_i^k(\tau)$

Π^k ***I predittori***

Δt rappresenta il passo temporale con cui sono scanditi i valori dei predittori (nel caso specifico $\Delta t = 1$ ora).

L'APPROCCIO STATISTICO: I PREDITTORI

Parametri osservati 24 ore

- livello della marea stazione di riferimento (RMLV)
- velocità vento settori sud orientali PT_CNR (RMLV)
- pressione atm Genova, P. Torres, Bari e Venezia (RMN)

Aggiornamento in TR (< 1 ora)



Parametri di previsione 72 ore ECMRWF (valori esaorari)

BOLAM – ISPRA (valori orari)

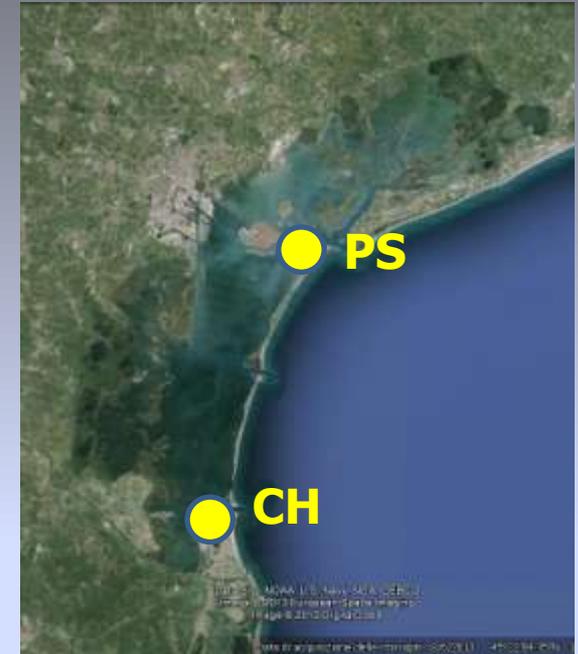
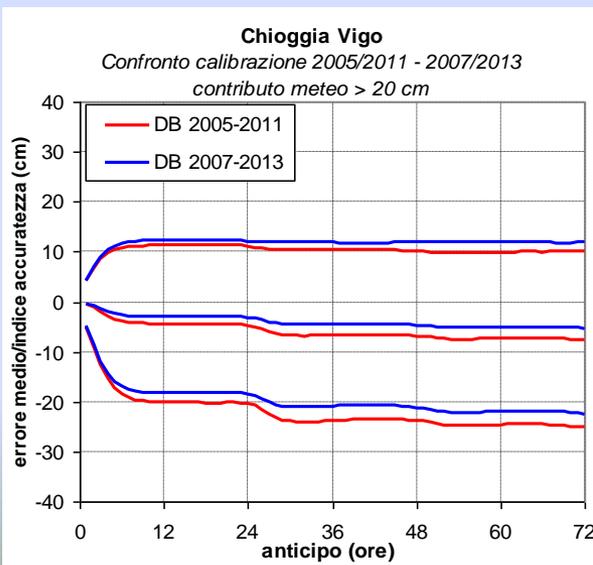
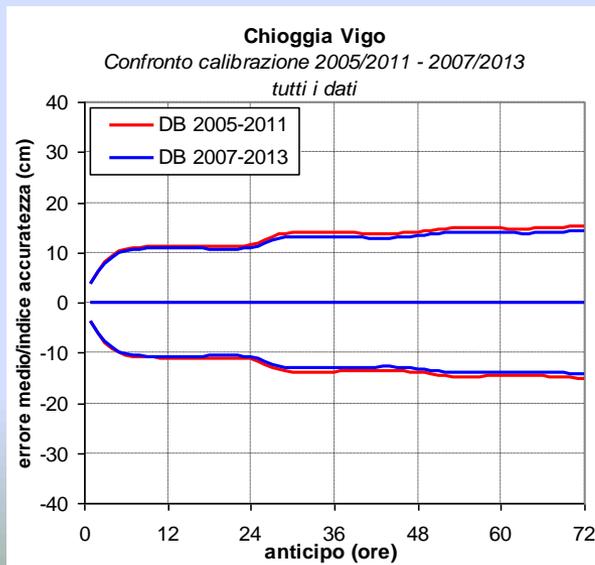
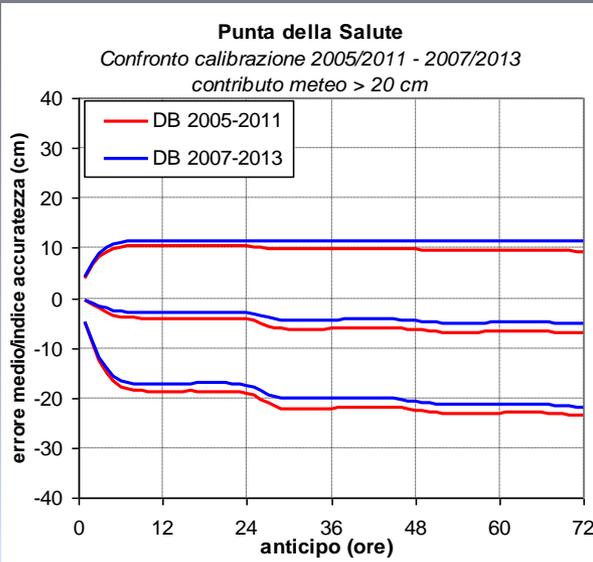
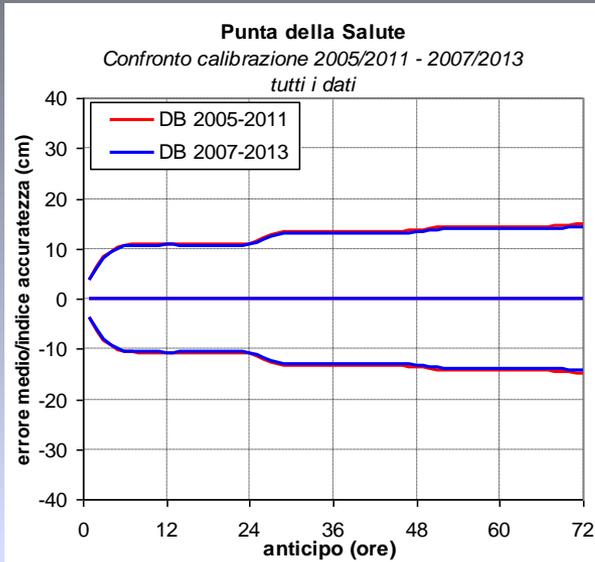
- Pressione atm (GE, P.Torres, BA e VE)
- Vento a PT_CNR (sud-est/nord-est)

Aggiornamento 24 ore



L'approccio statistico

Affidabilità in fase di calibrazione

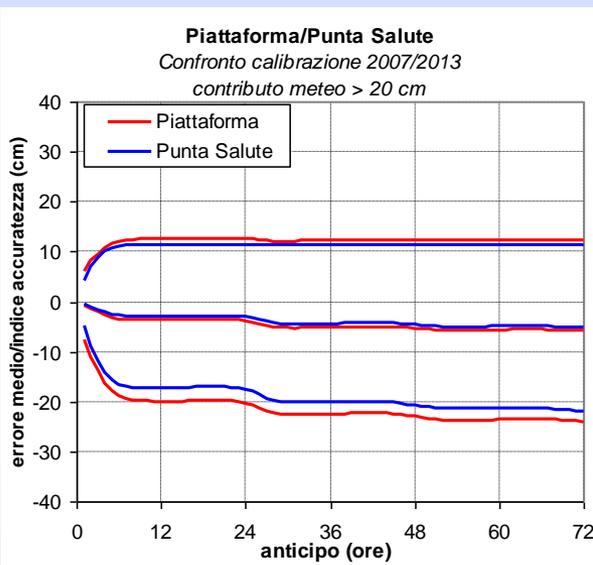
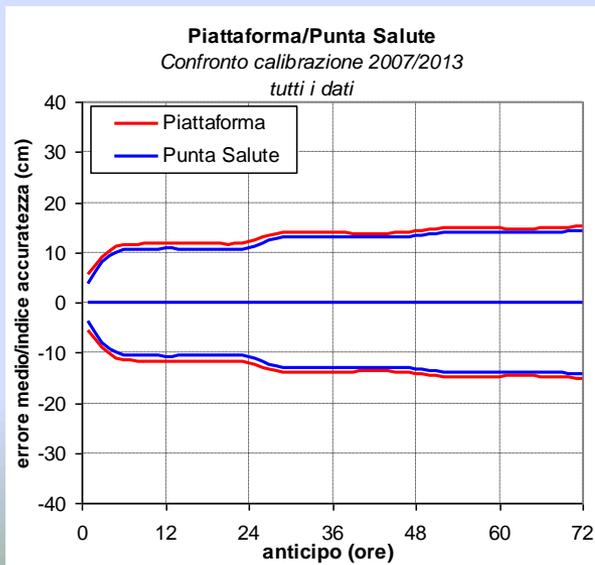
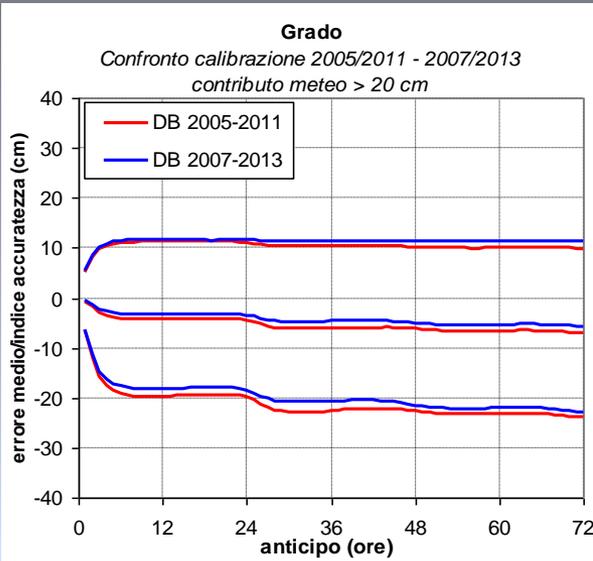
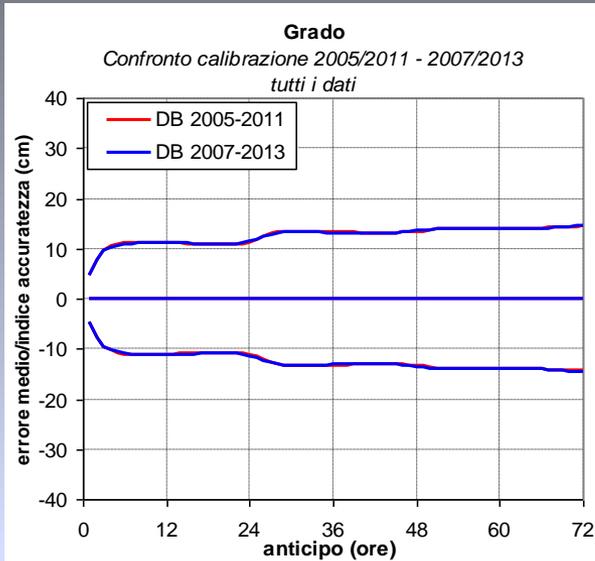


Parametri di riferimento

- Errore medio ϵ
- Indice di accuratezza I_c
 $= \epsilon \pm 2\sigma$
- Anticipo della previsione

L'approccio statistico

Affidabilità in fase di calibrazione

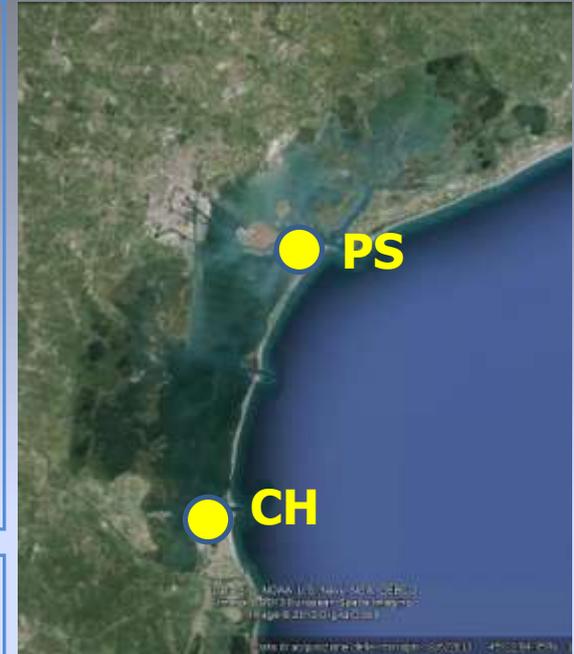
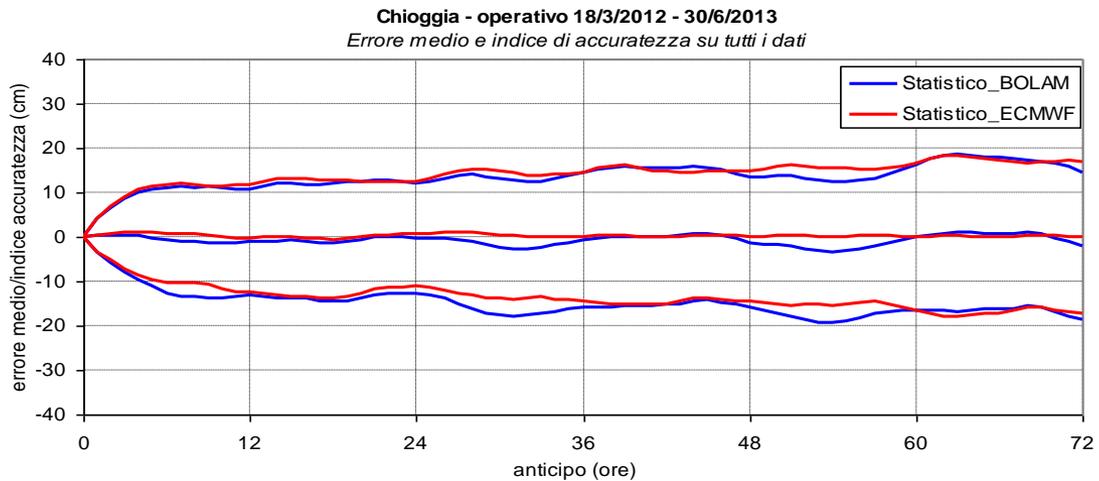
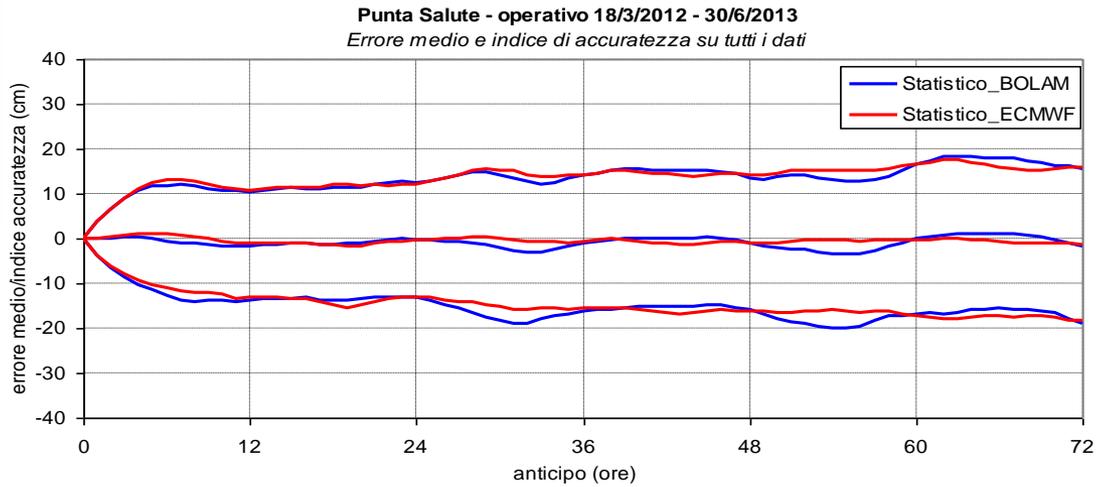


Parametri di riferimento

- Errore medio ϵ
- Indice di accuratezza I_c
 $= \epsilon \pm 2\sigma$
- Anticipo della previsione

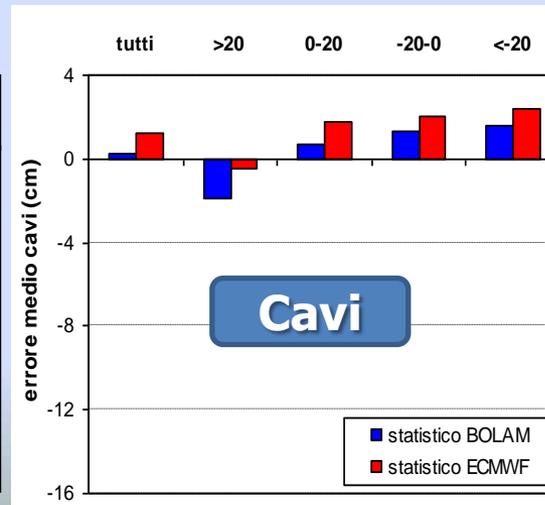
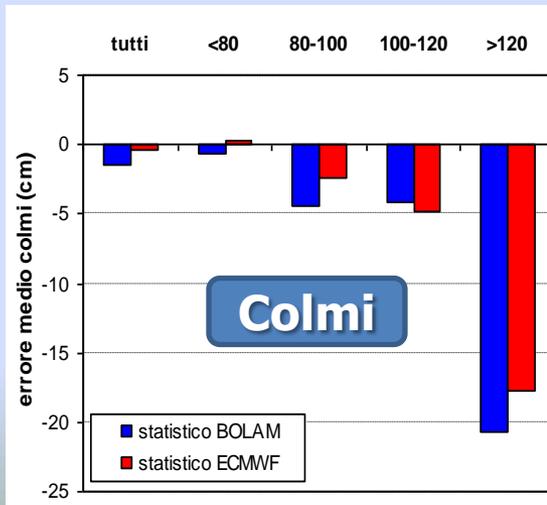
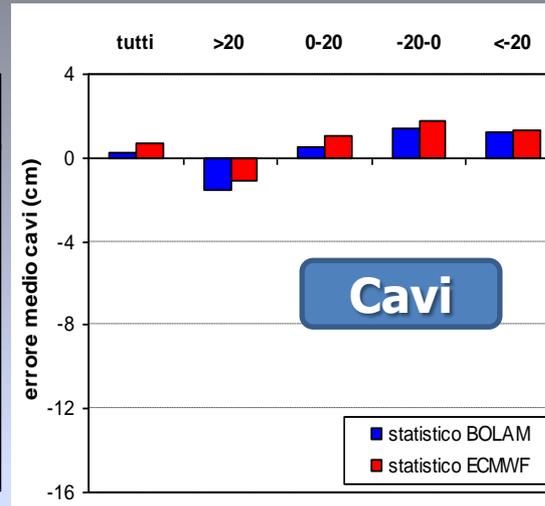
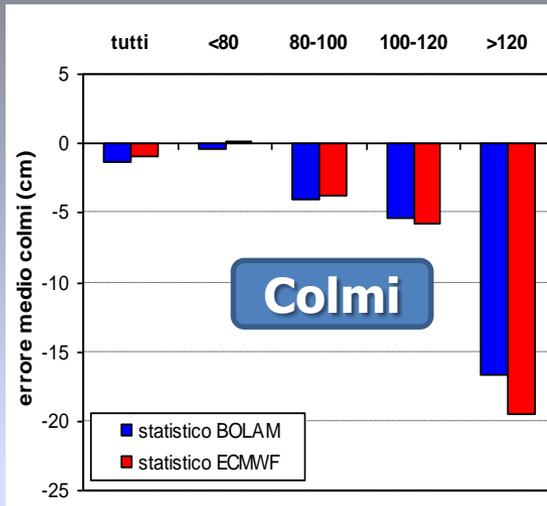
L'approccio statistico

Errore medio ε e indice di accuratezza $I_c = \varepsilon \pm 2\sigma$
fase operativa (1/01/2010 – 30/06/2013)



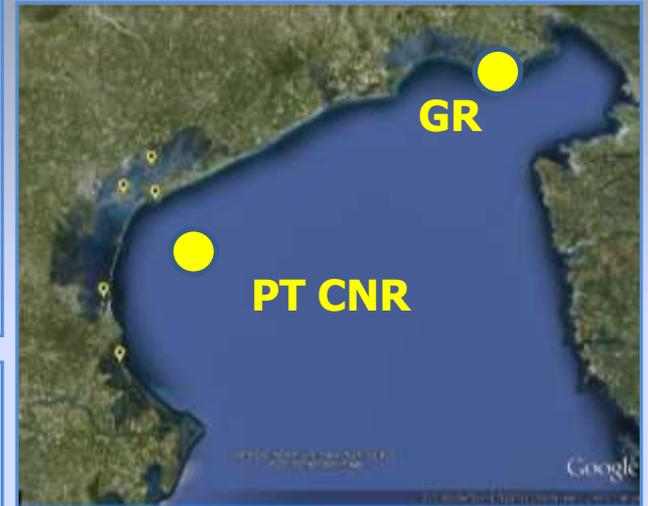
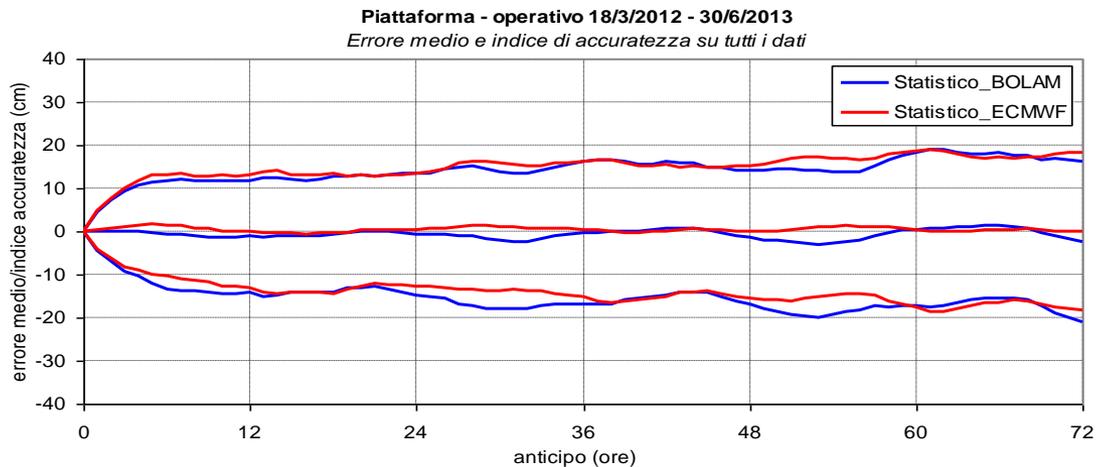
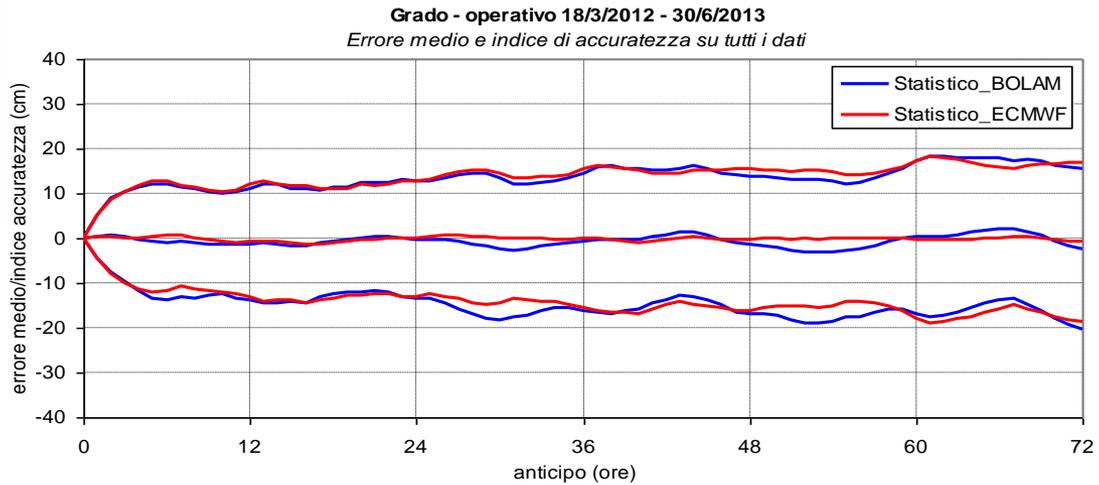
L'approccio statistico

Errore medio ε e indice di accuratezza $I_c = \varepsilon \pm 2\sigma$
fase operativa (1/01/2010 – 30/06/2013)



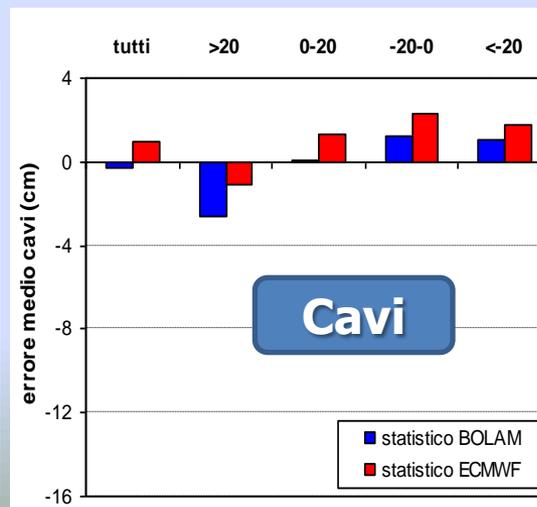
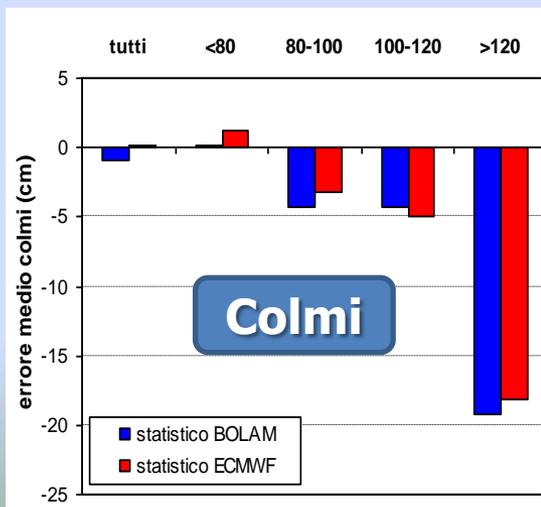
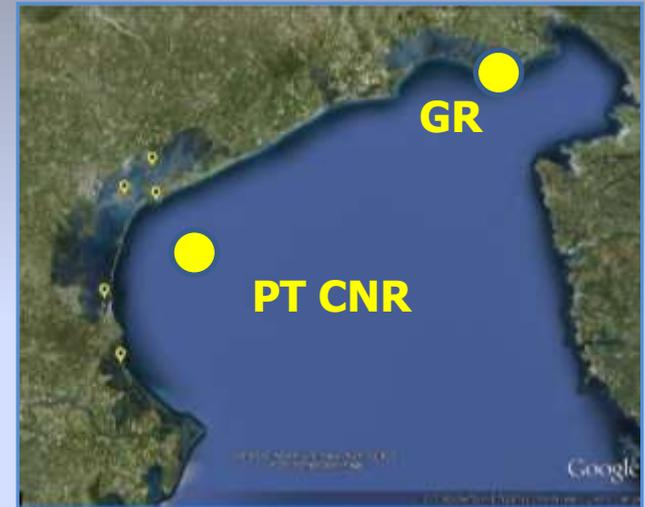
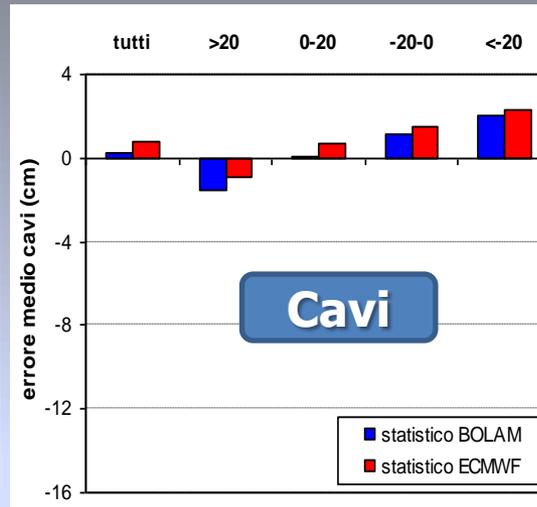
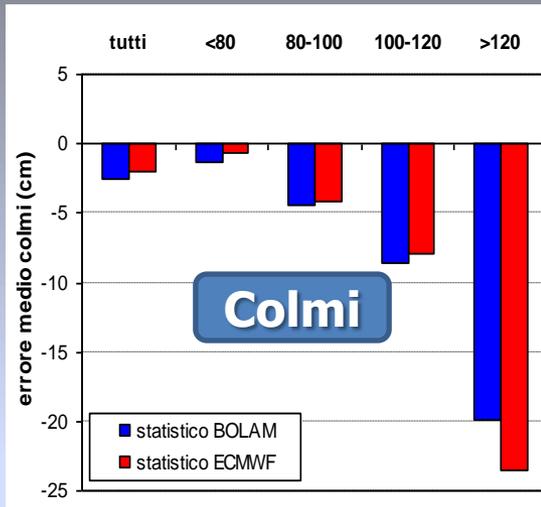
L'approccio statistico

Errore medio ε e indice di accuratezza $I_c = \varepsilon \pm 2\sigma$
fase operativa (1/01/2010 – 30/06/2013)



L'approccio statistico

Errore medio ε e indice di accuratezza $I_c = \varepsilon \pm 2\sigma$
fase operativa (1/01/2010 – 30/06/2013)



LA PREVISIONE DELLO STORM SURGE NELL'ALTO ADRIATICO

L'APPROCCIO DETRMINISTICO



A Storm Surge Operational System for the Mediterranean Sea based on a dynamical model and a 4D-PSAS assimilation system

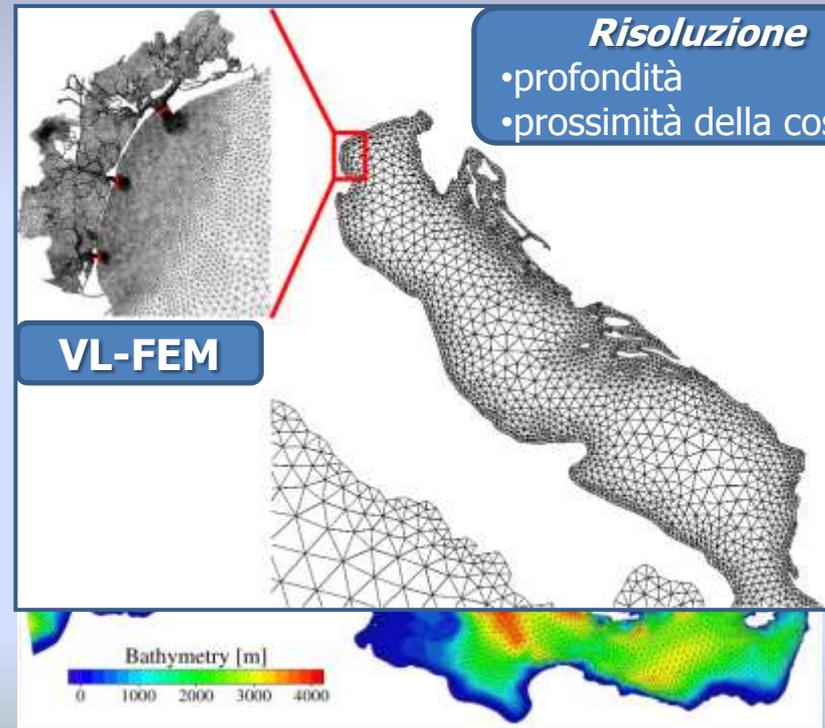


Il Modello

Versione semplificata SHYFEM 2D (Shallow Water Hydrodynamic Finite Element Model)

Le Forzanti

- Campi di vento e pressione previsti (ECMRWF - resolution is of 0.5 degrees, every 6 hours)
- Campi di vento e pressione previsti (BOLAM - resolution is of 0.1 degrees, 1 hour)



LA PREVISIONE DELLO STORM SURGE NELL'ALTO ADRIATICO

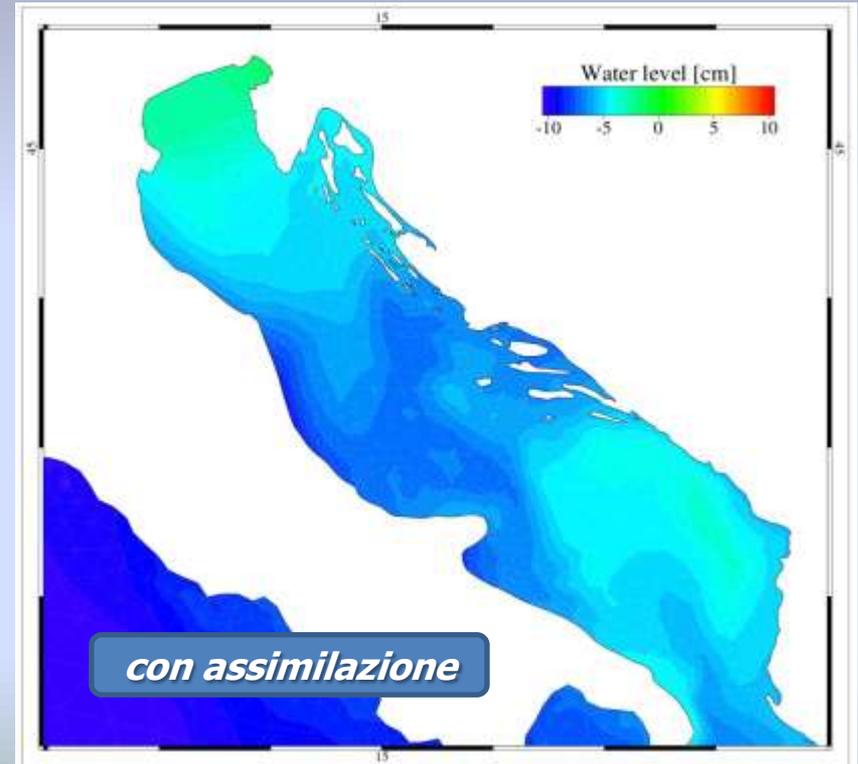
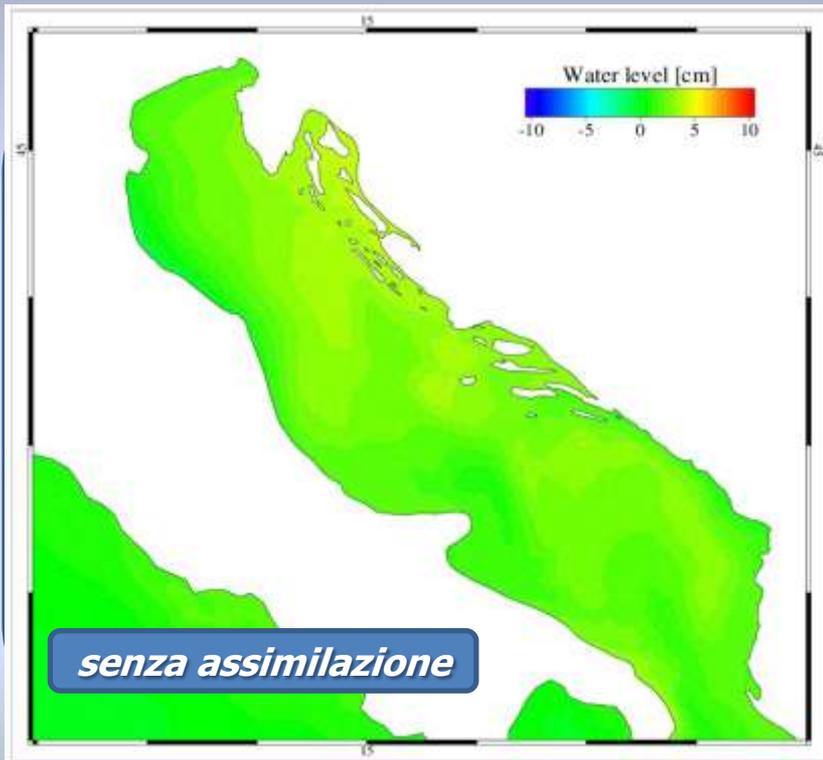
L'APPROCCIO DETERMINISTICO



A Storm Surge Operational System for the Mediterranean Sea based on a dynamical model and a 4D-PSAS assimilation system



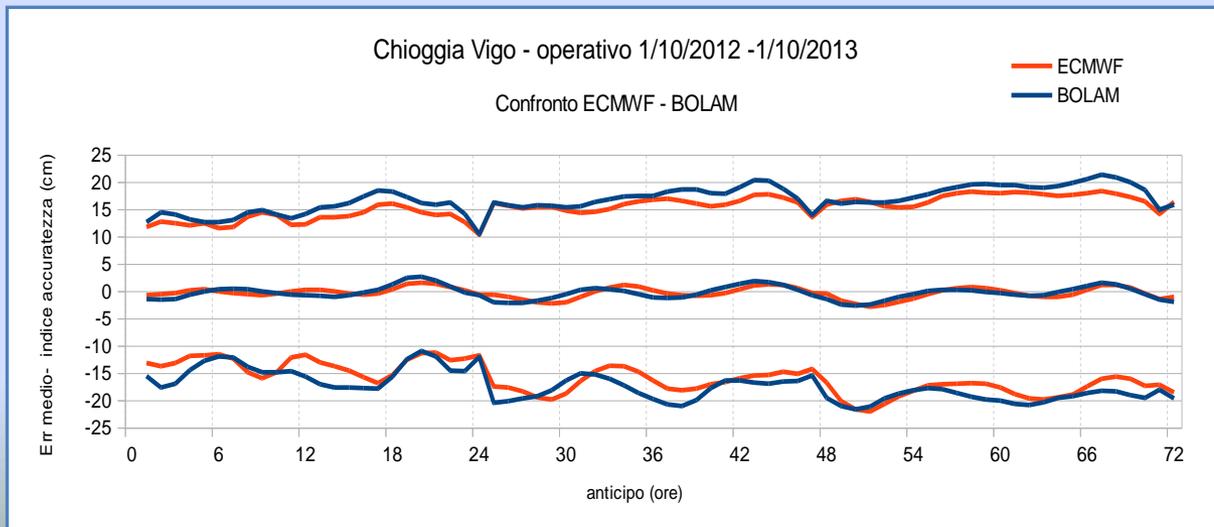
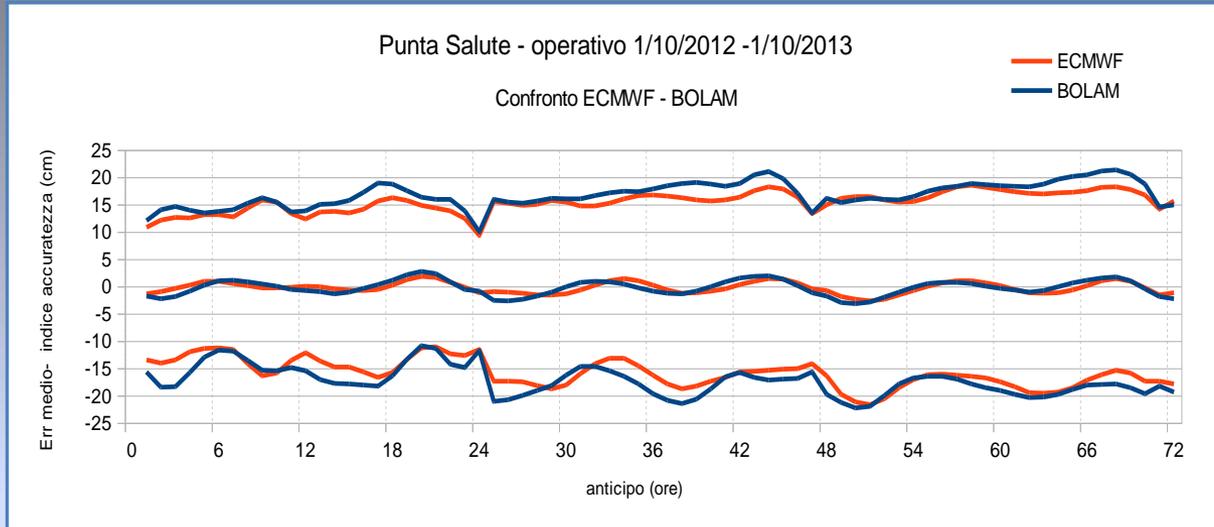
ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



L'approccio deterministico

Errore medio ε e indice di accuratezza $I_c = \varepsilon \pm 2\sigma$

fase operativa (1/10/2012 - 1/10/2013)

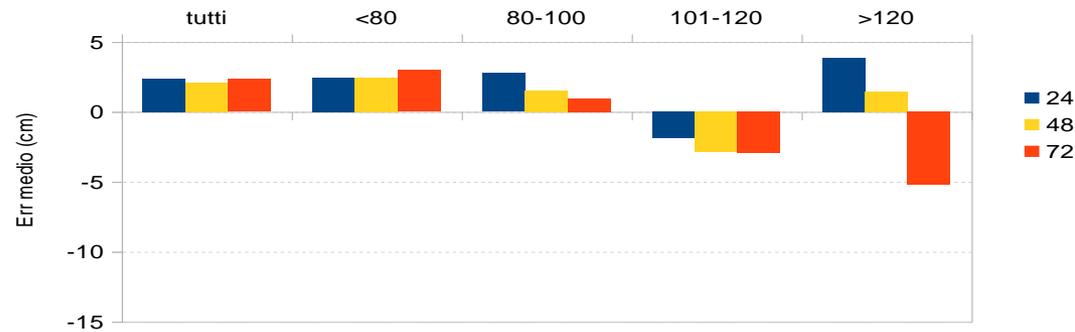


L'approccio deterministico

Errore medio ε e indice di accuratezza $I_c = \varepsilon \pm 2\sigma$
fase operativa (1/10/2012 – 1/10/2013)

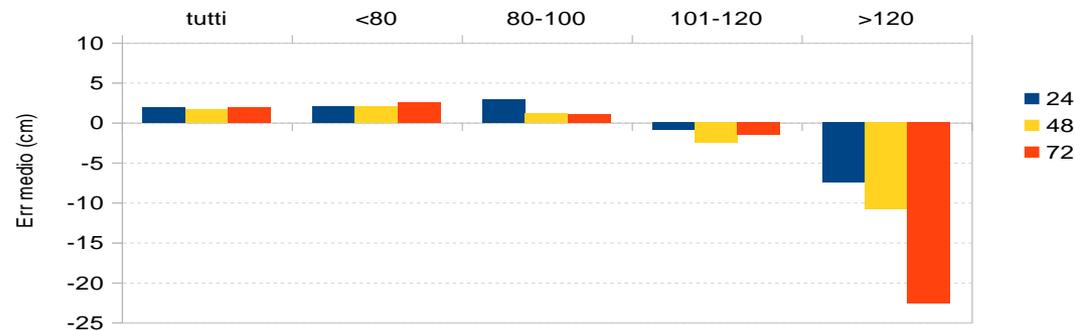
Punta Salute - BOLAM (mod 7ass)

Errore medio per classi di evento e per classi di anticipo



Chioggia Vigo - BOLAM (mod 7ass)

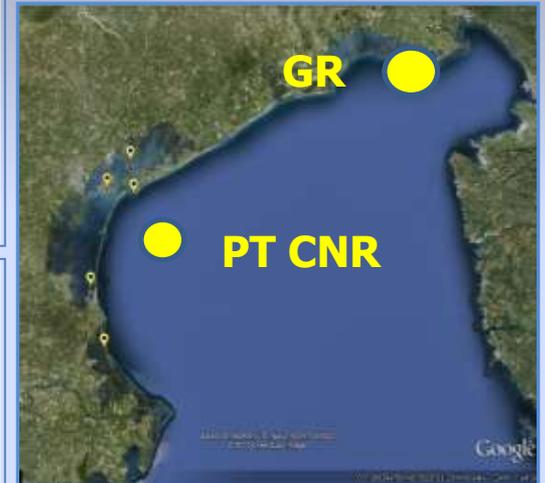
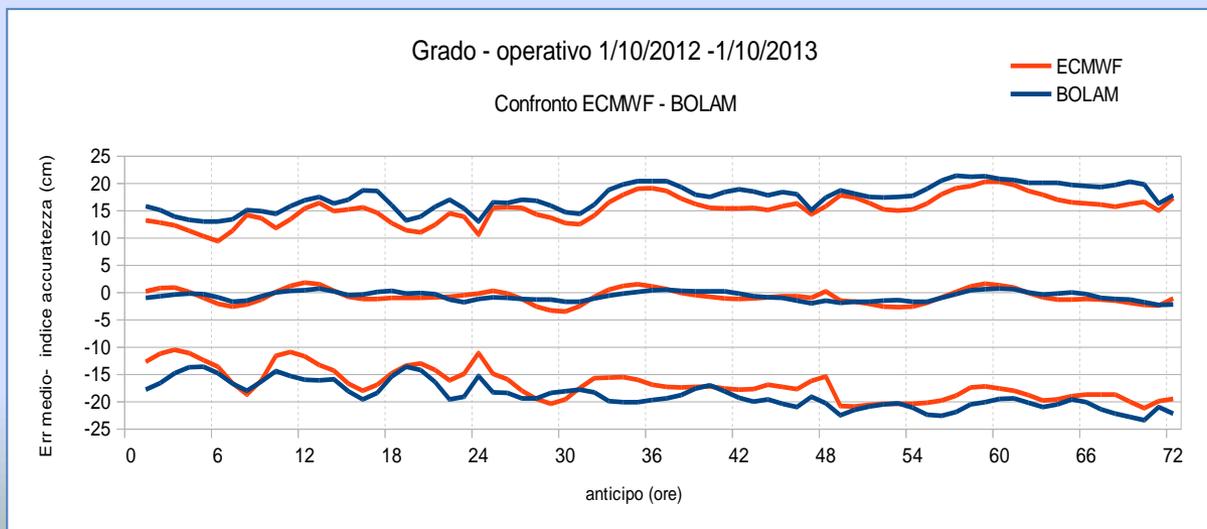
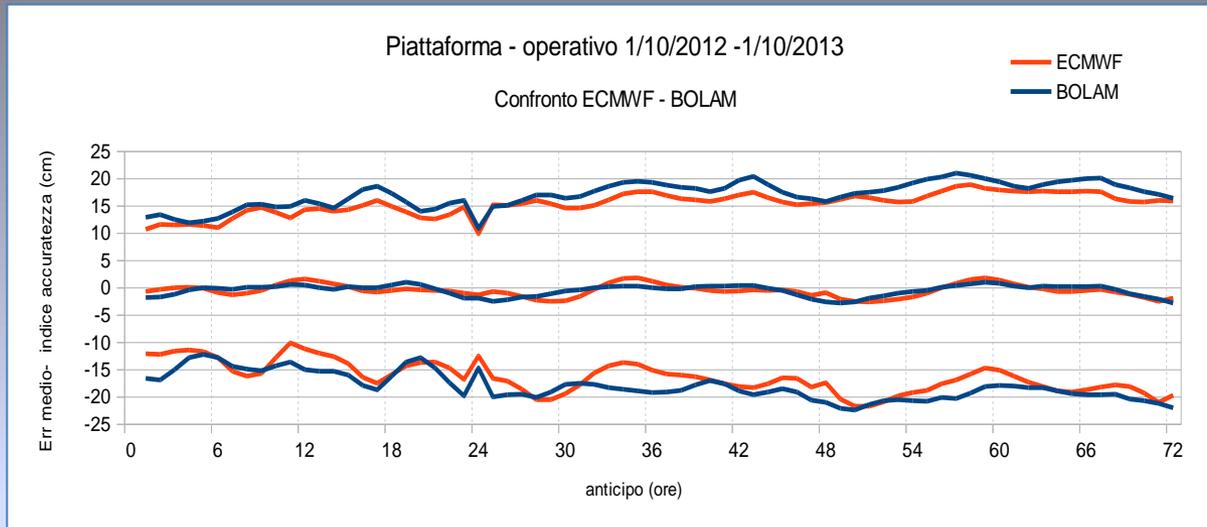
Errore medio per classi di evento e per classi di anticipo



L'approccio deterministico

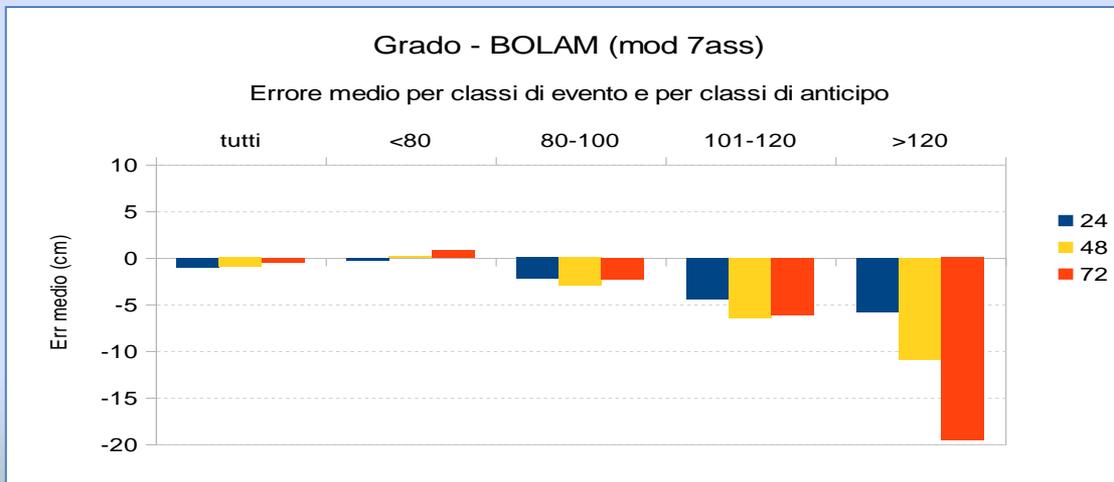
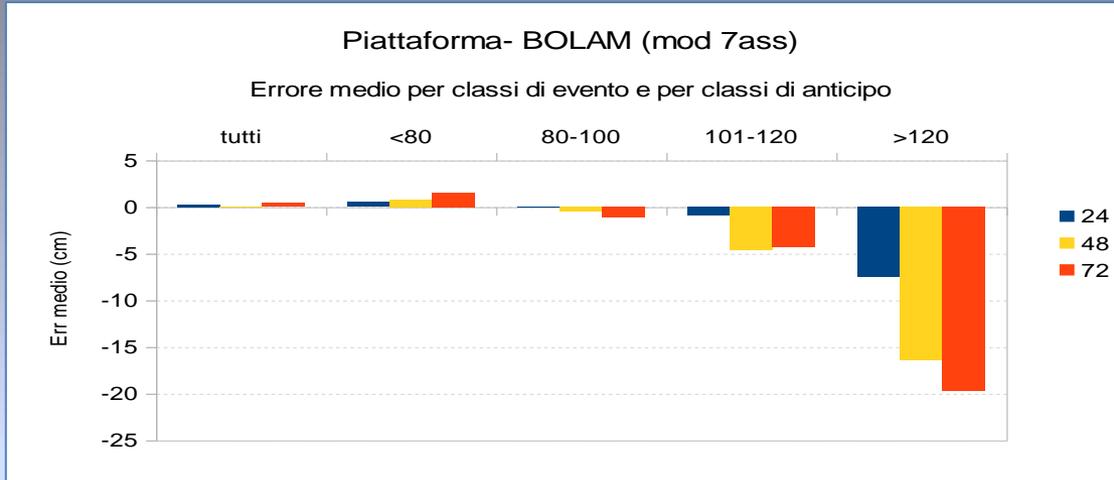
Errore medio ε e indice di accuratezza $I_c = \varepsilon \pm 2\sigma$

fase operativa (1/10/2012 - 1/10/2013)



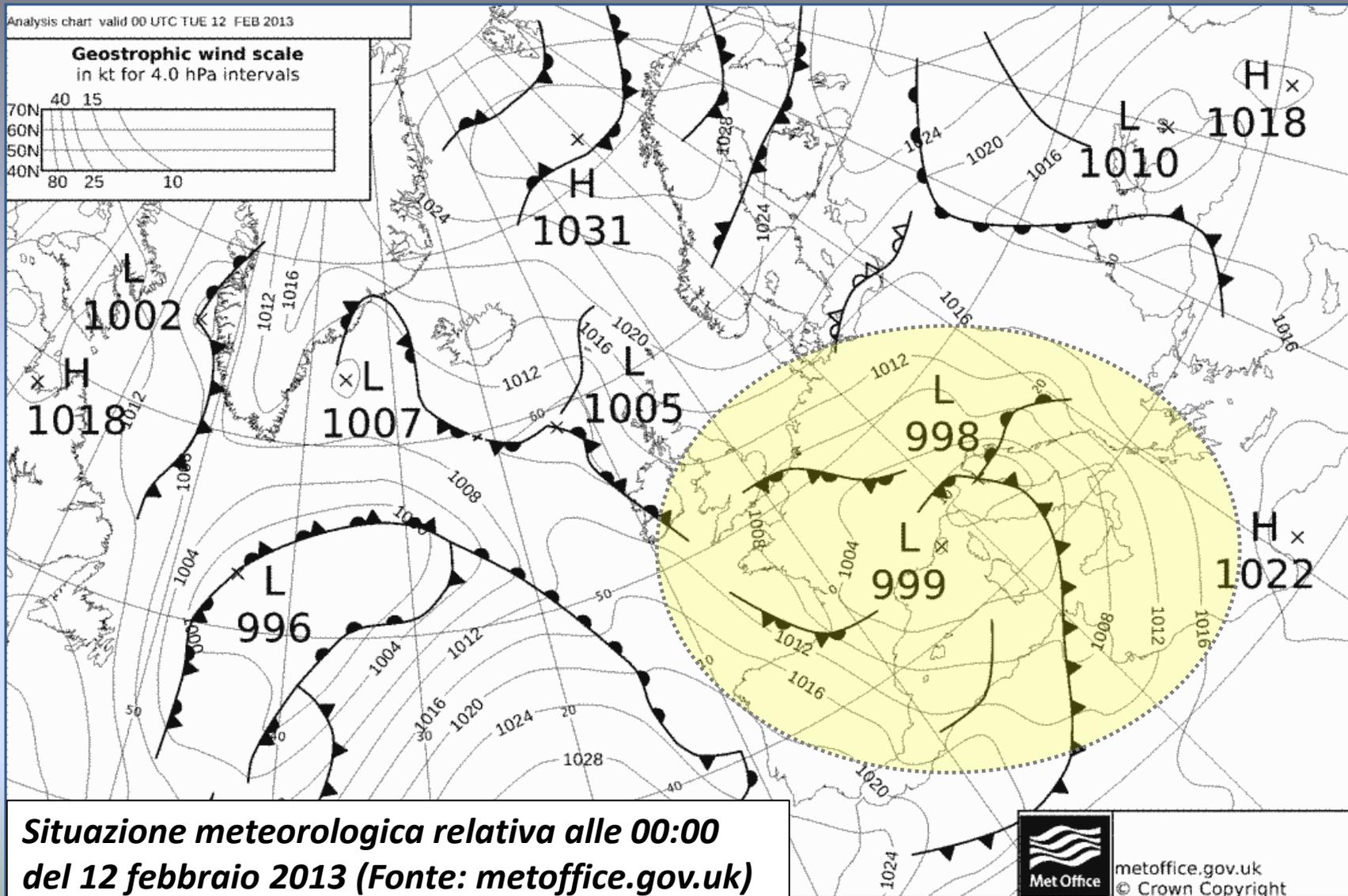
L'approccio deterministico

Errore medio ε e indice di accuratezza $I_c = \varepsilon \pm 2\sigma$
fase operativa (1/10/2012 – 1/10/2013)



PRESTAZIONI DEI MODELLI

L'EVENTO 11-12 FEBBRAIO 2013



**Situazione meteorologica relativa alle 00:00
del 12 febbraio 2013 (Fonte: metoffice.gov.uk)**

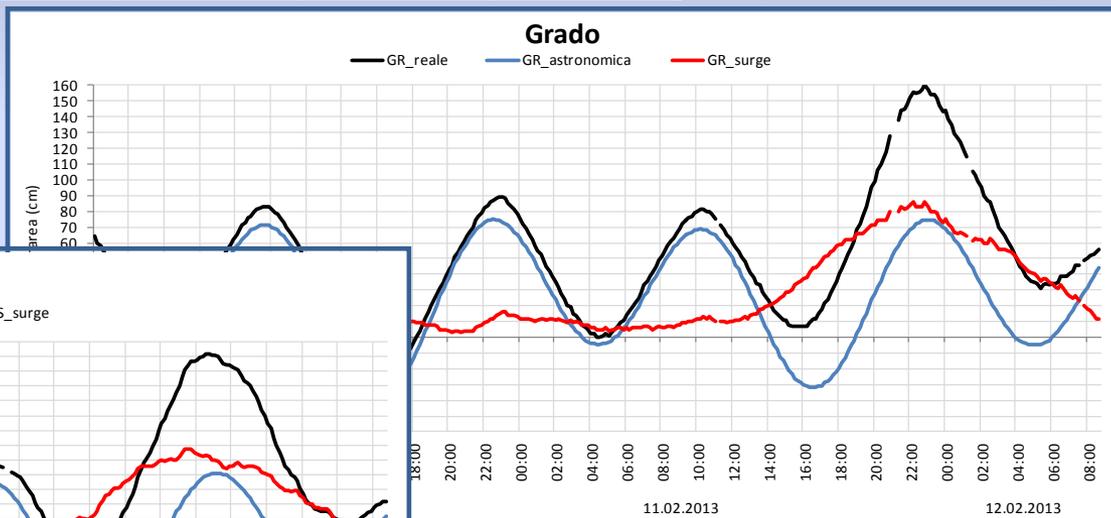
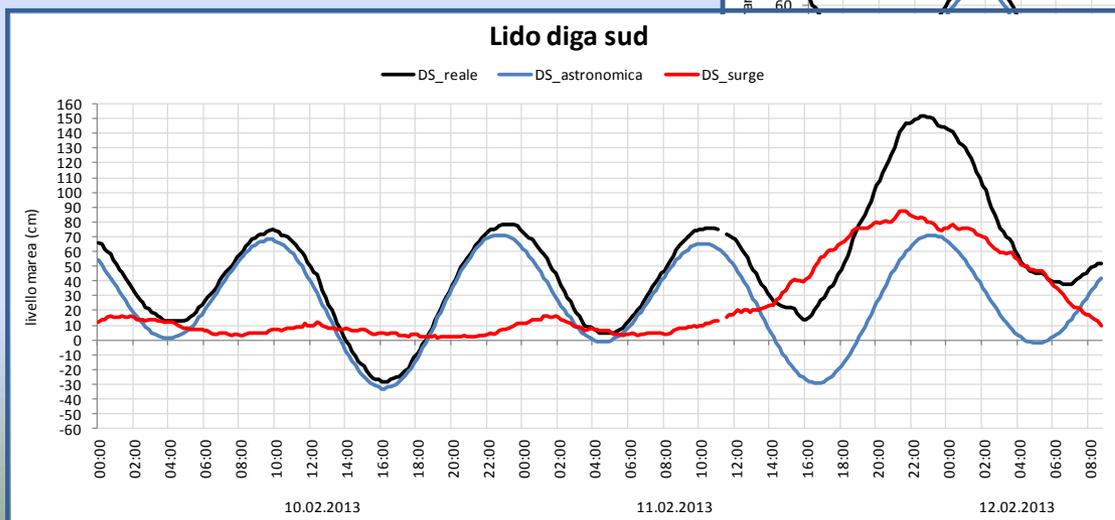
PRESTAZIONI DEI MODELLI

L'EVENTO 11-12 FEBBRAIO 2013

EV 11-12 FEB 2013

STAZIONI	Max Liv.	ora	Max Surge	Ora	Max Astr.	Ora
Lido D. Sud	152	22.30	90	22.00	70	23.00
P. Salute	144	00.10	78	01.00	70	00.00
Chioggia V.	155	11.30	90	22.15	70	11.30
Grado	160	23.00	86	23.00	75	23.30
P. Caleri	156	22.30	100	22.00	<i>68</i>	23.45

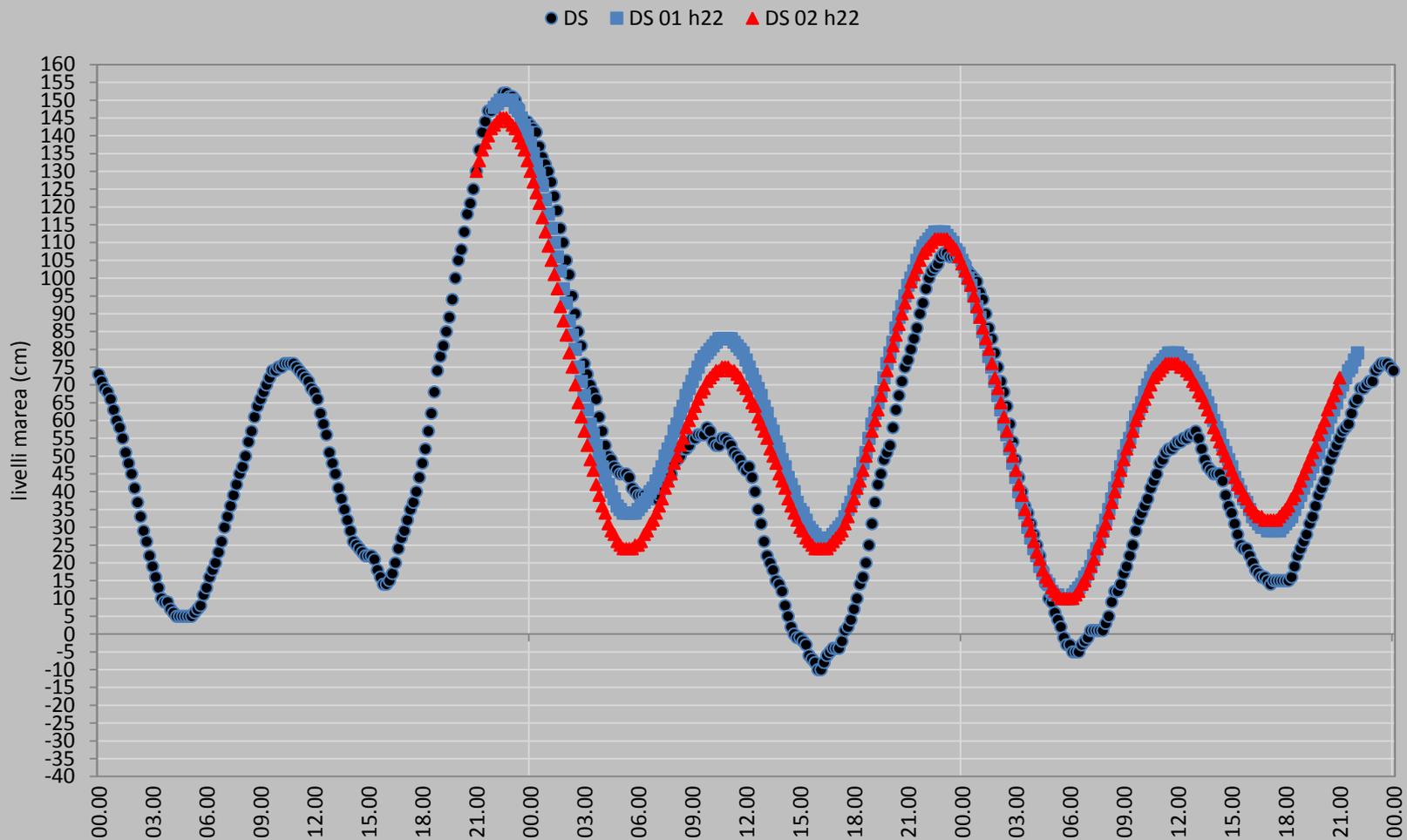
Evento ad elevata probabilità di alluvione (ex Direttiva 2007/60)



PRESTAZIONI DEI MODELLI

L'EVENTO 11-12 FEBBRAIO 2013- L'approccio Statistico

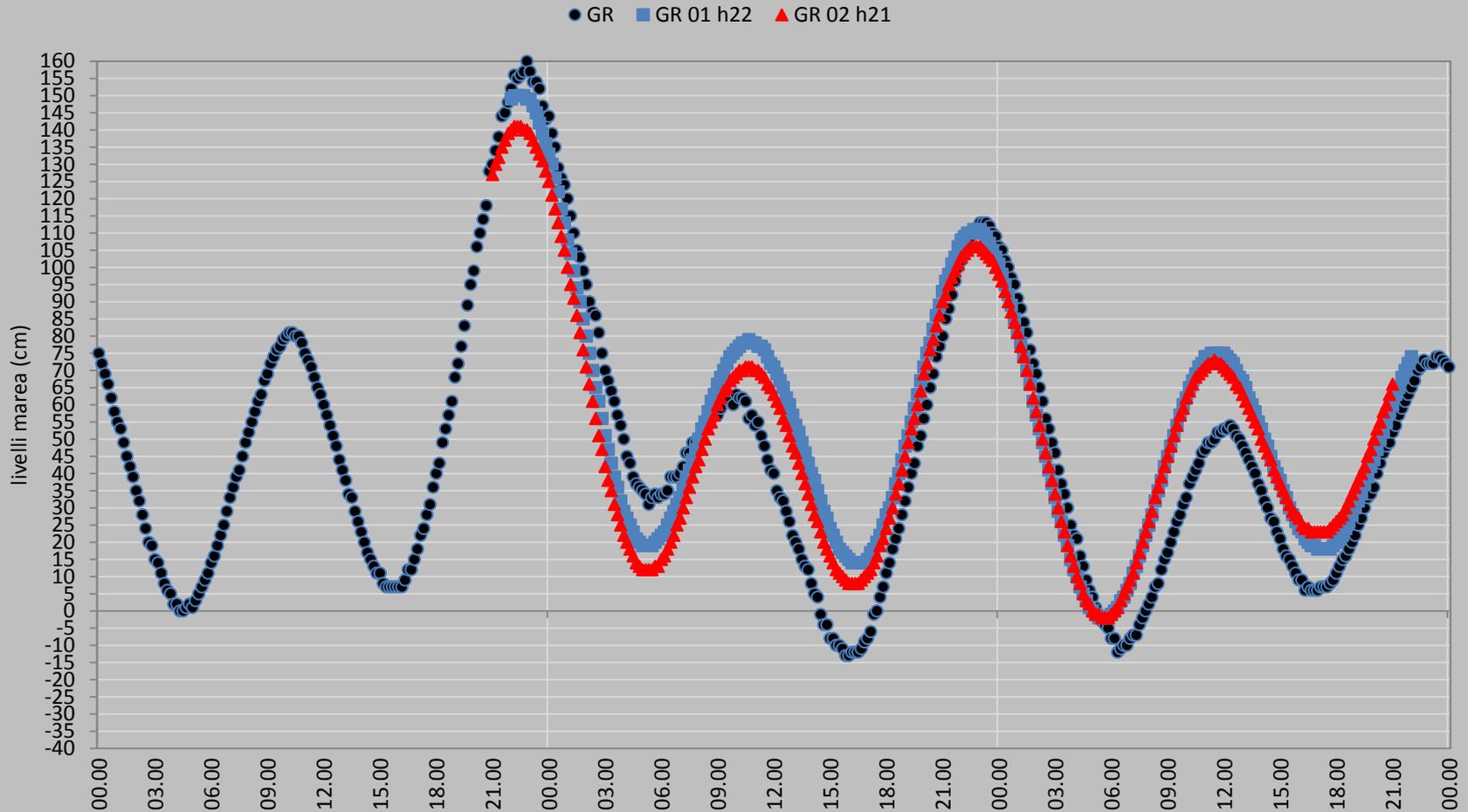
Lido Diga Sud - previsioni modelli del 11.02.2013 ore 22



PRESTAZIONI DEI MODELLI

L'EVENTO 11-12 FEBBRAIO 2013- L'approccio Statistico

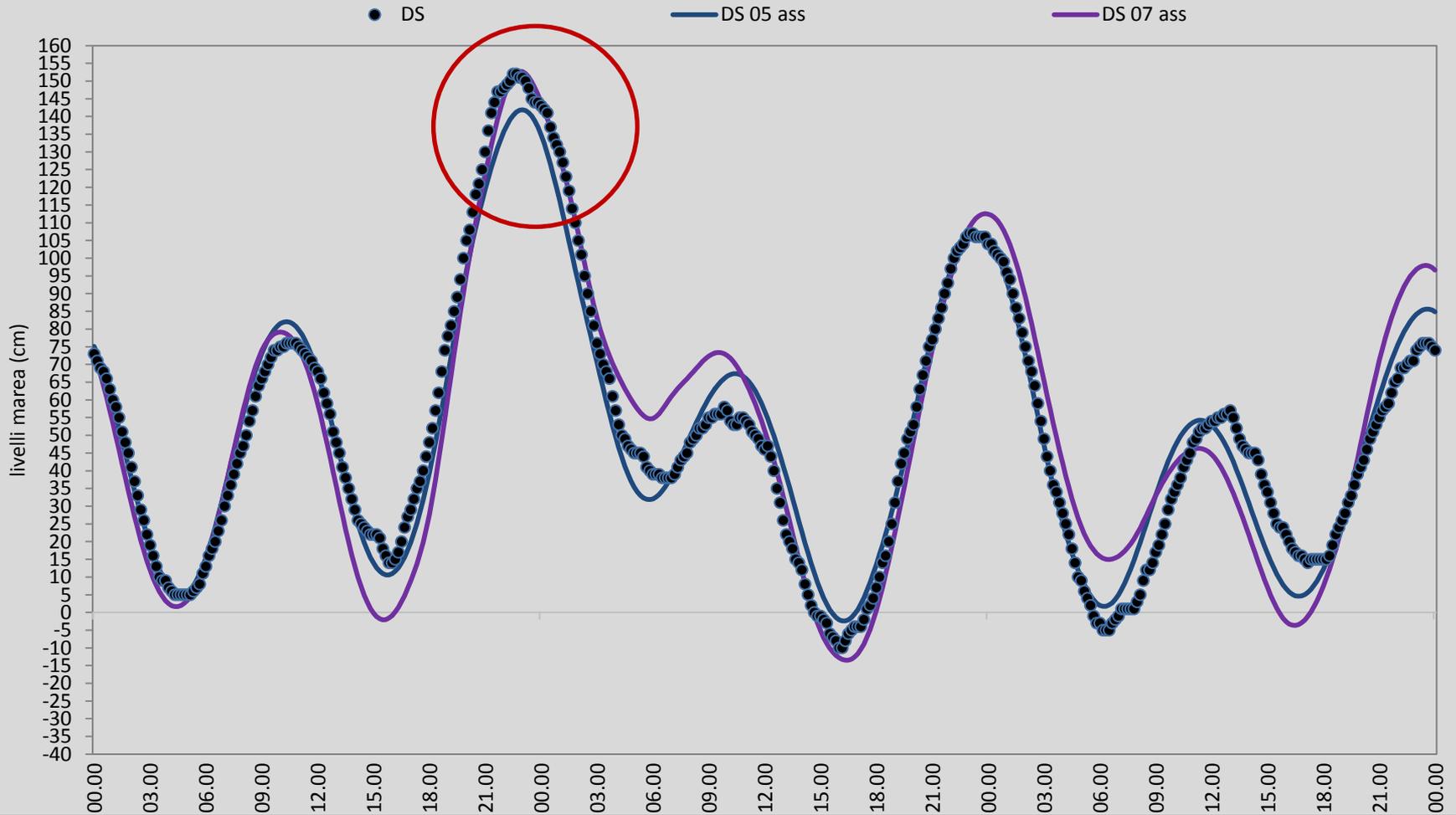
Grado - previsioni modelli del 11.02.2013 h 22



PRESTAZIONI DEI MODELLI

L'EVENTO 11-12 FEBBRAIO 2013- L'approccio Deterministico

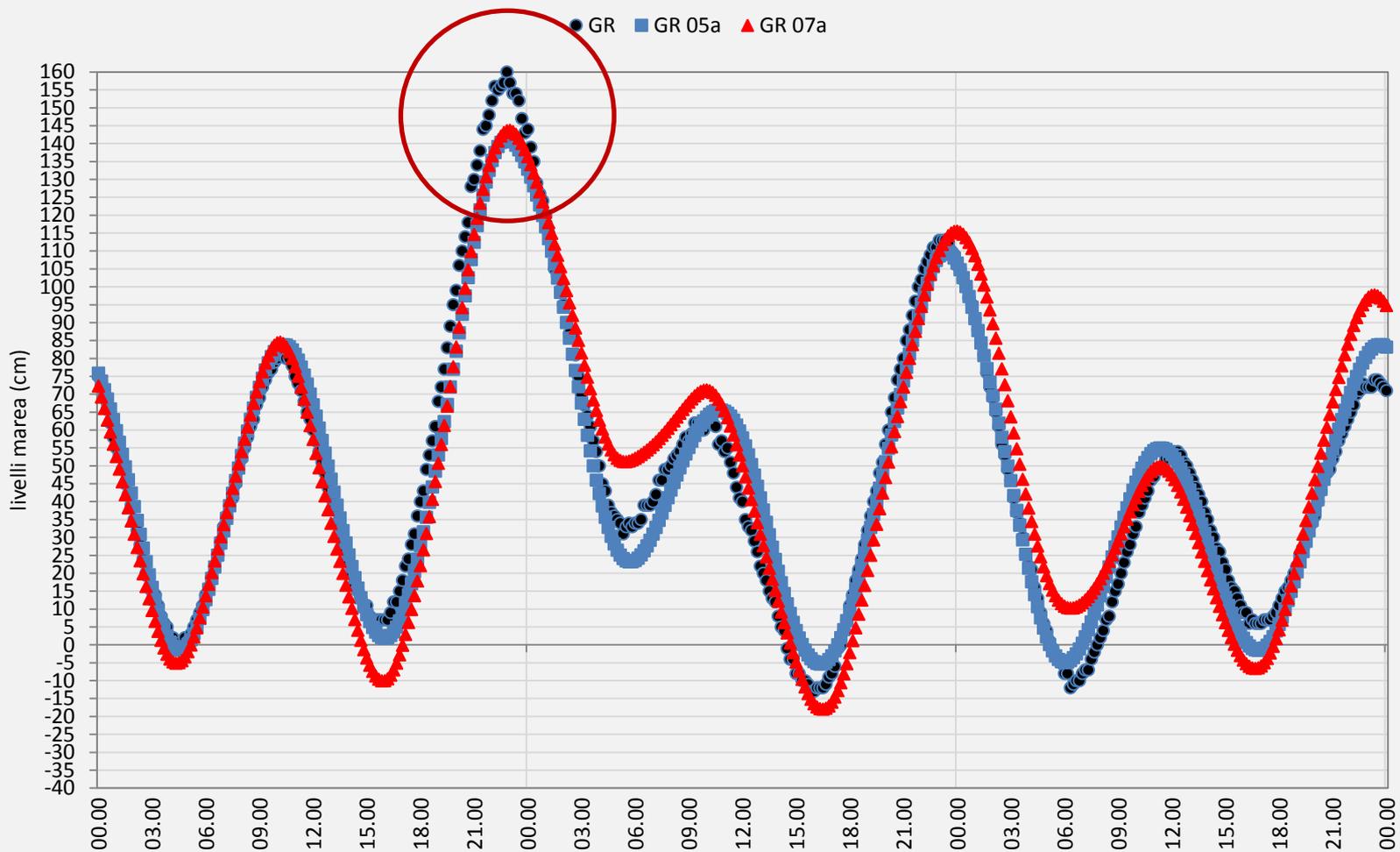
Lido Diga Sud - previsioni modelli del 11.02.2013



PRESTAZIONI DEI MODELLI

L'EVENTO 11-12 FEBBRAIO 2013- L'approccio Deterministico

Grado - previsioni modelli del 11.02.2013

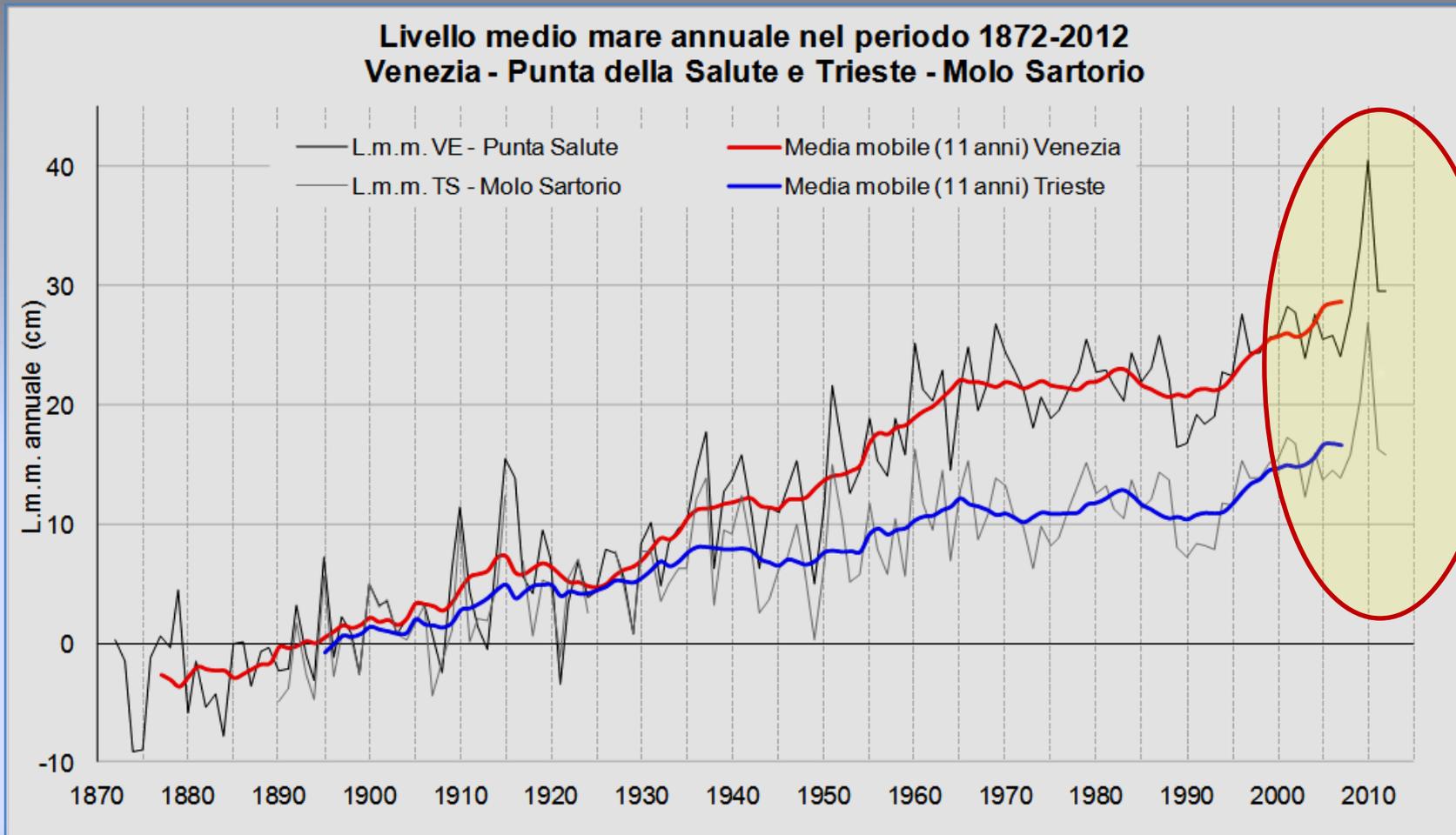


La gestione dei modelli di previsione della marea per l'Area Nord Adriatica

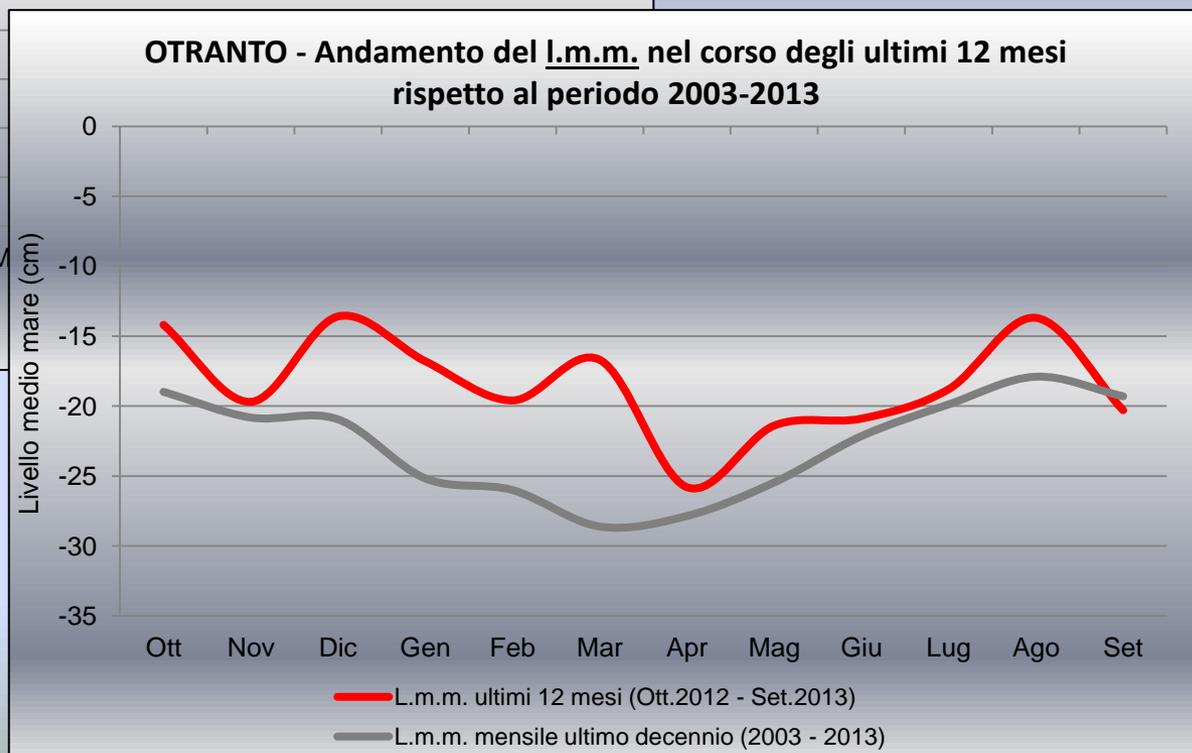
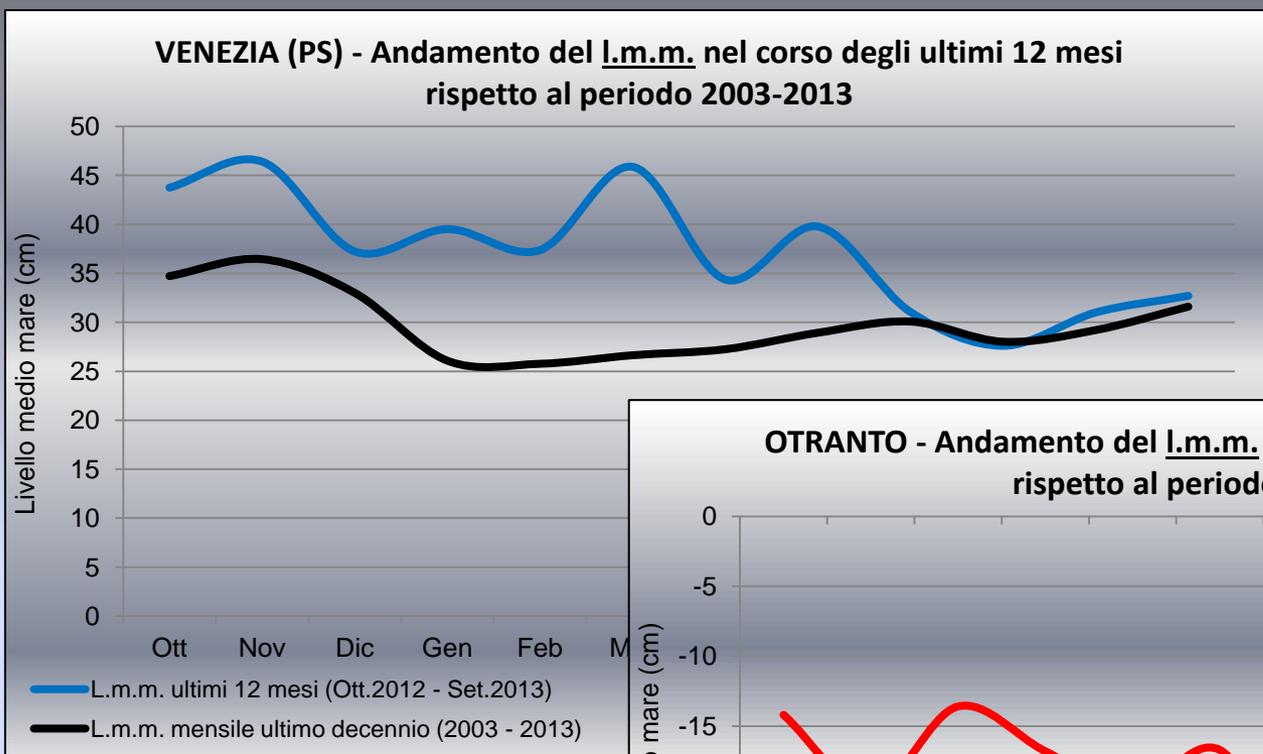
Tipo modello	codice	Risoluzione	Versione	Input meteo	Frequenza aggiornamenti
Statistico	1	-	-	ECMWF	8/giorno
Statistico	2	-	-	BOLAM	8/giorno
Deterministico	4s	Bassa	Standard	ECMWF	1/giorno
Deterministico	4a	Bassa	Assimilation	ECMWF	1/giorno
Deterministico	5s	Alta	Standard	ECMWF	1/giorno
Deterministico	5a	Alta	Assimilation	ECMWF	1/giorno
Deterministico	6s	Bassa	Standard	BOLAM	1/giorno
Deterministico	6a	Bassa	Assimilation	BOLAM	1/giorno
Deterministico	7s	Alta	Standard	BOLAM	1/giorno
Deterministico	7a	Alta	Assimilation	BOLAM	1/giorno

24 uscite giornaliere X 7 stazioni = 168 uscite giornaliere

Le variazioni del livello medio del mare

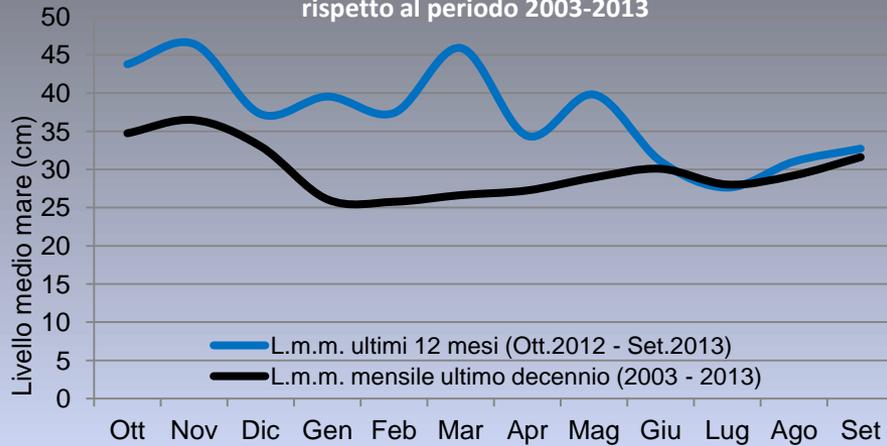


Le variazioni del livello medio del mare

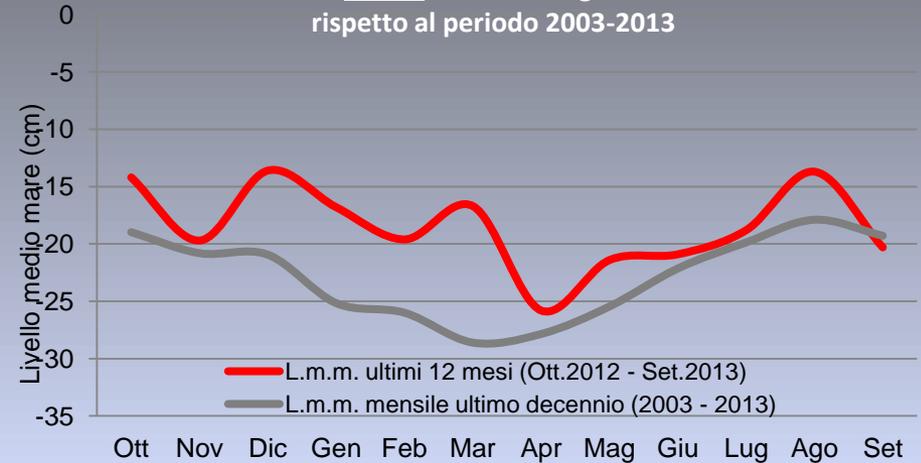


Le variazioni del livello medio del mare

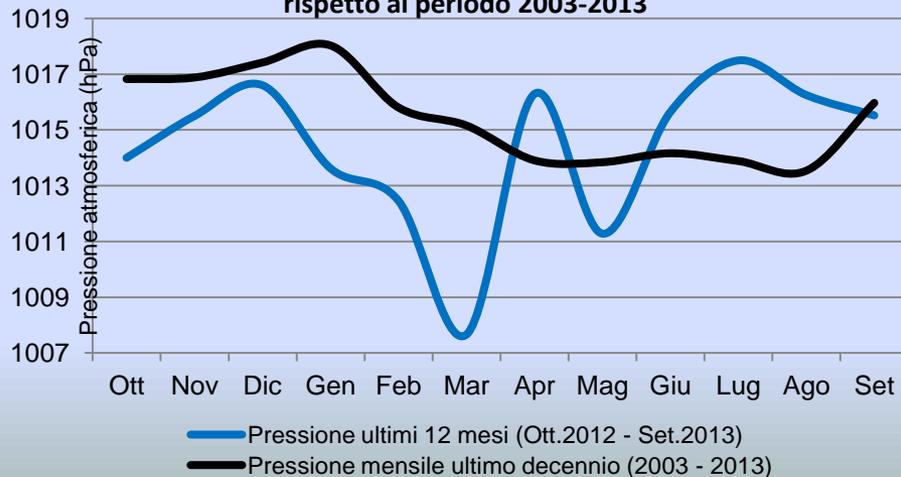
VENEZIA (PS) - L.m.m. nel corso degli ultimi 12 mesi rispetto al periodo 2003-2013



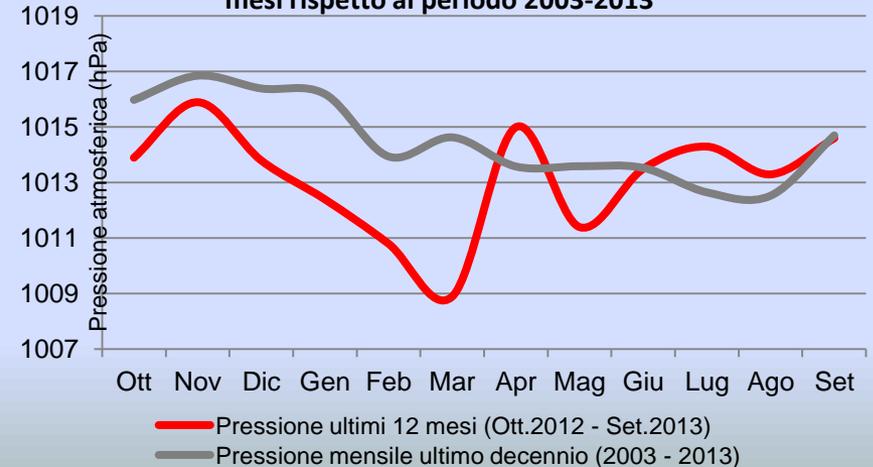
OTRANTO - L.m.m. nel corso degli ultimi 12 mesi rispetto al periodo 2003-2013



VENEZIA - Pressione atm. nel corso degli ultimi 12 mesi rispetto al periodo 2003-2013



OTRANTO - Pressione atm. nel corso degli ultimi 12 mesi rispetto al periodo 2003-2013



WORKSHOP

I Sistemi multirischio in Italia

25 ottobre 2013

Bologna – Palazzo Gnudi

Il Sistema ISPRA di previsione dei fenomeni di *storm surge* in Alto Adriatico

Maurizio Ferla

LA SQUADRA

Marco Cordella (ISPRA - ACQ-VEN)

Elisa Coraci (ISPRA - ACQ-VEN)

Giorgio Baldin (ISPRA - ACQ-VEN)

Franco Crosato (ISPRA - ACQ-VEN)

Marco Casaioli (ISPRA - ACQ-MON)

Stafano Mariani (ISPRA - ACQ-MON)

Georg Umgiesser (CNR - ISMAR Venezia)

Marco Bajo (CNR - ISMAR Venezia)

Bruno Matticchio (IPROS - PD)

GRAZIE PER L'ATTENZIONE