



Istituto Idrografico della Marina



Variazioni non astronomiche del livello del mare

Roma, 17 febbraio 2016

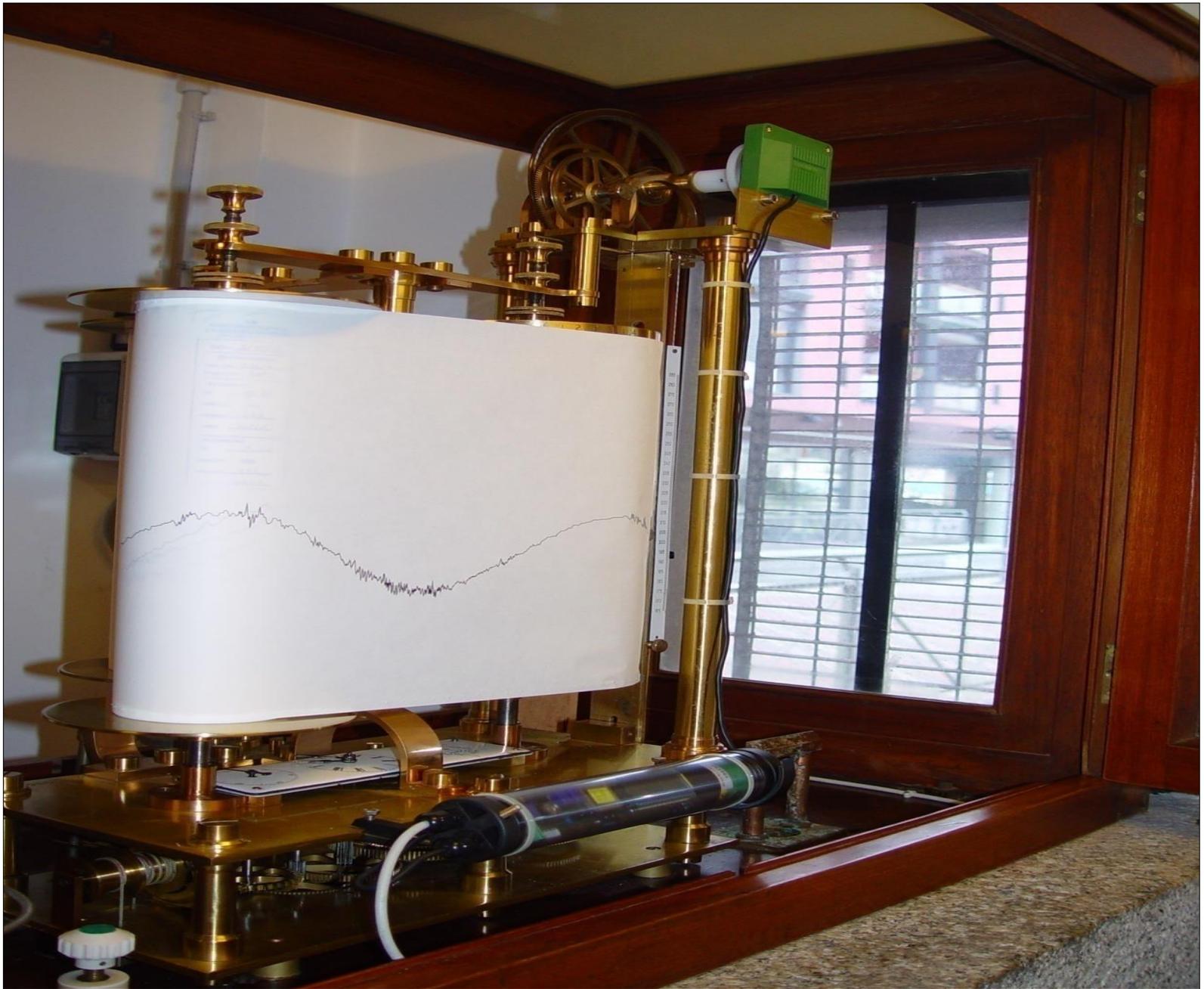
Prof. Lorenzo Papa

Il mareografo di genova

“ANALISI DELLE VARIAZIONI DEL LIVELLO DEL MARE DAL 1884 AL 2006”

Lorenzo Papa
Sara Morucci

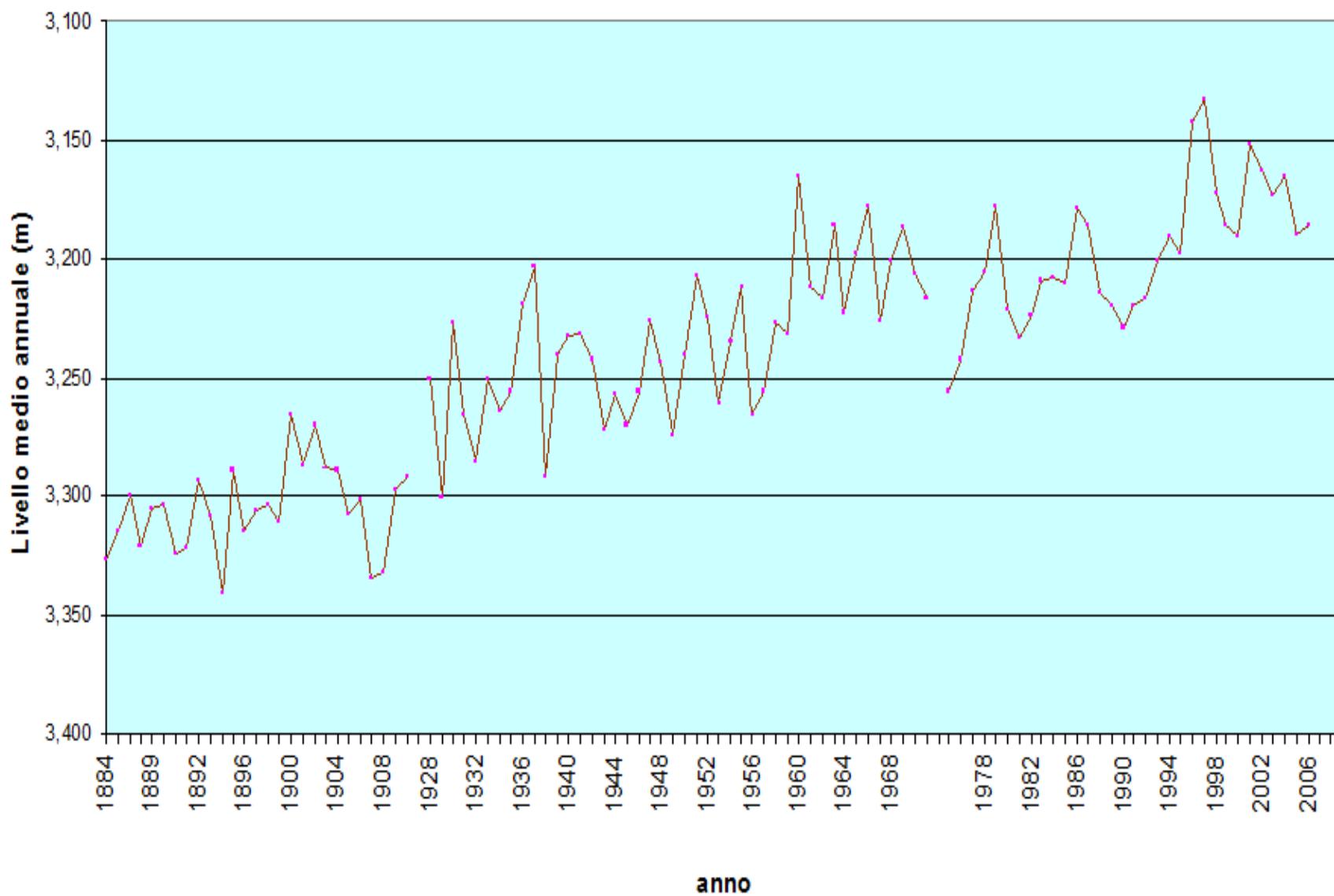
Genova 21 giugno 2007



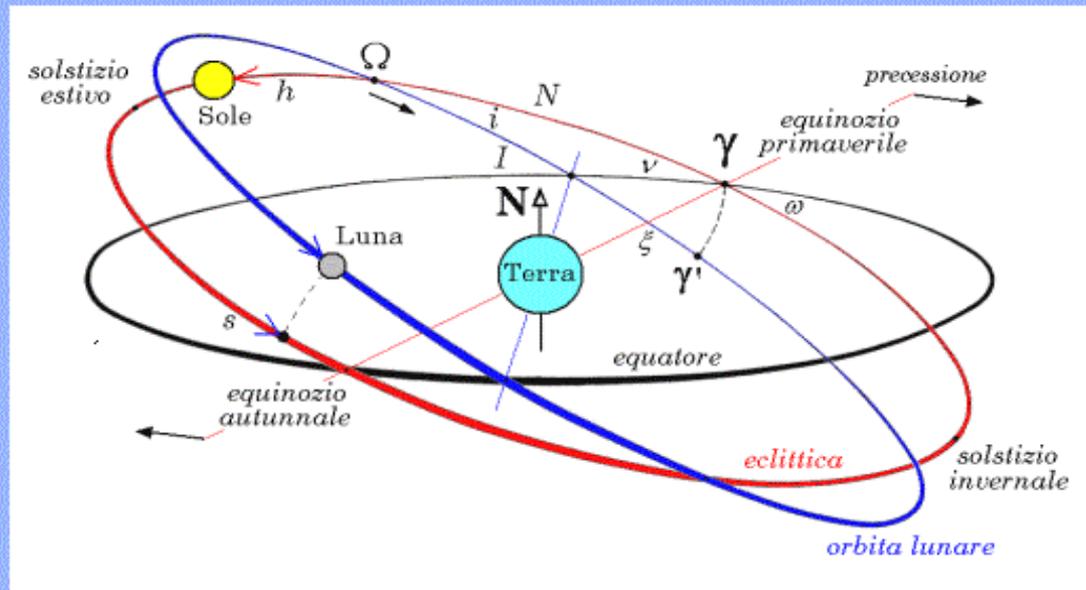


piastrina 3.249 m

Livello medio mare Genova dal 1884 al 2006



Precessione equinozi

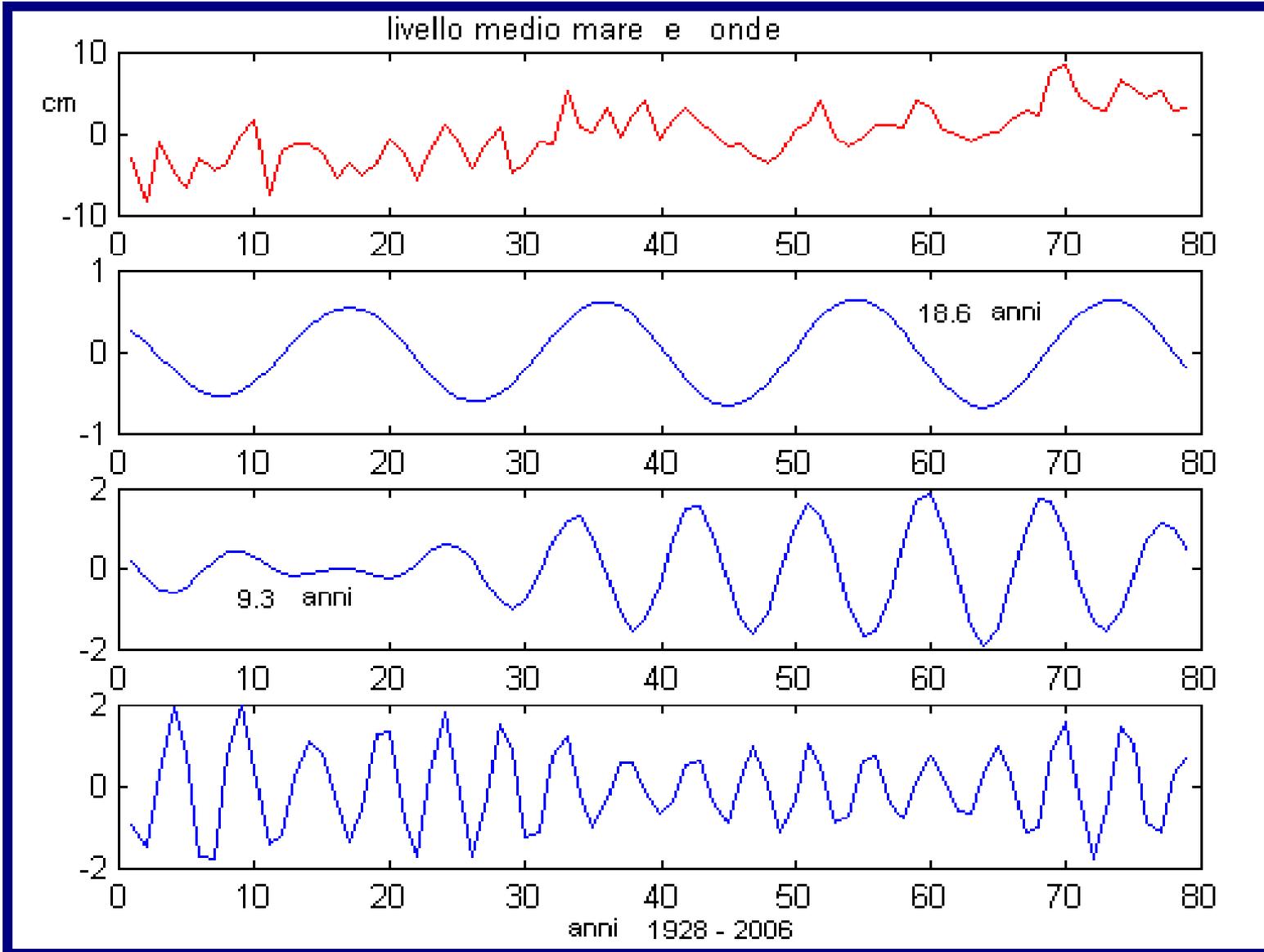


Longitudini

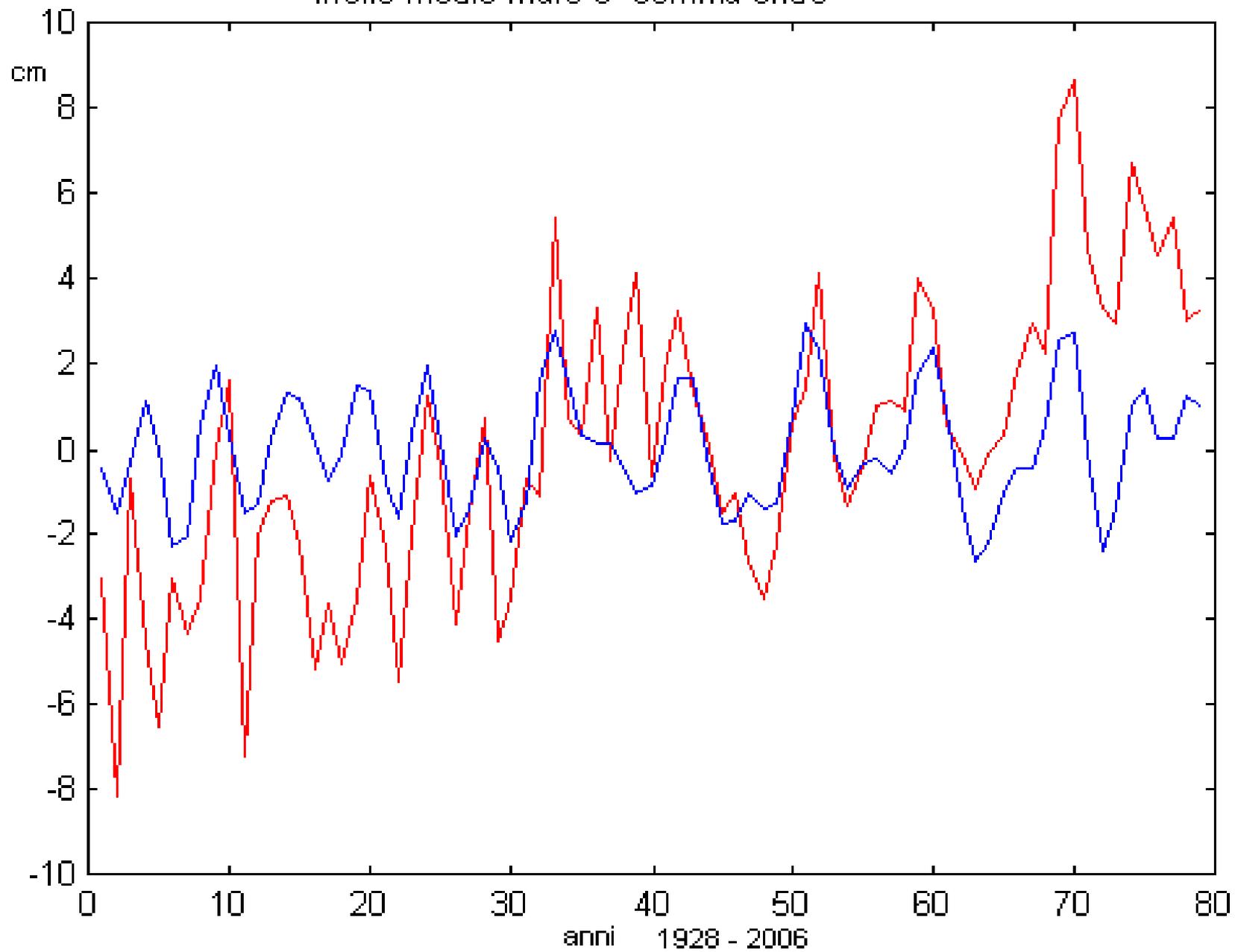
T tempo in secoli giuliani (36525 d) dal mezzogiorno di Greenwich del 31 dicembre 1899

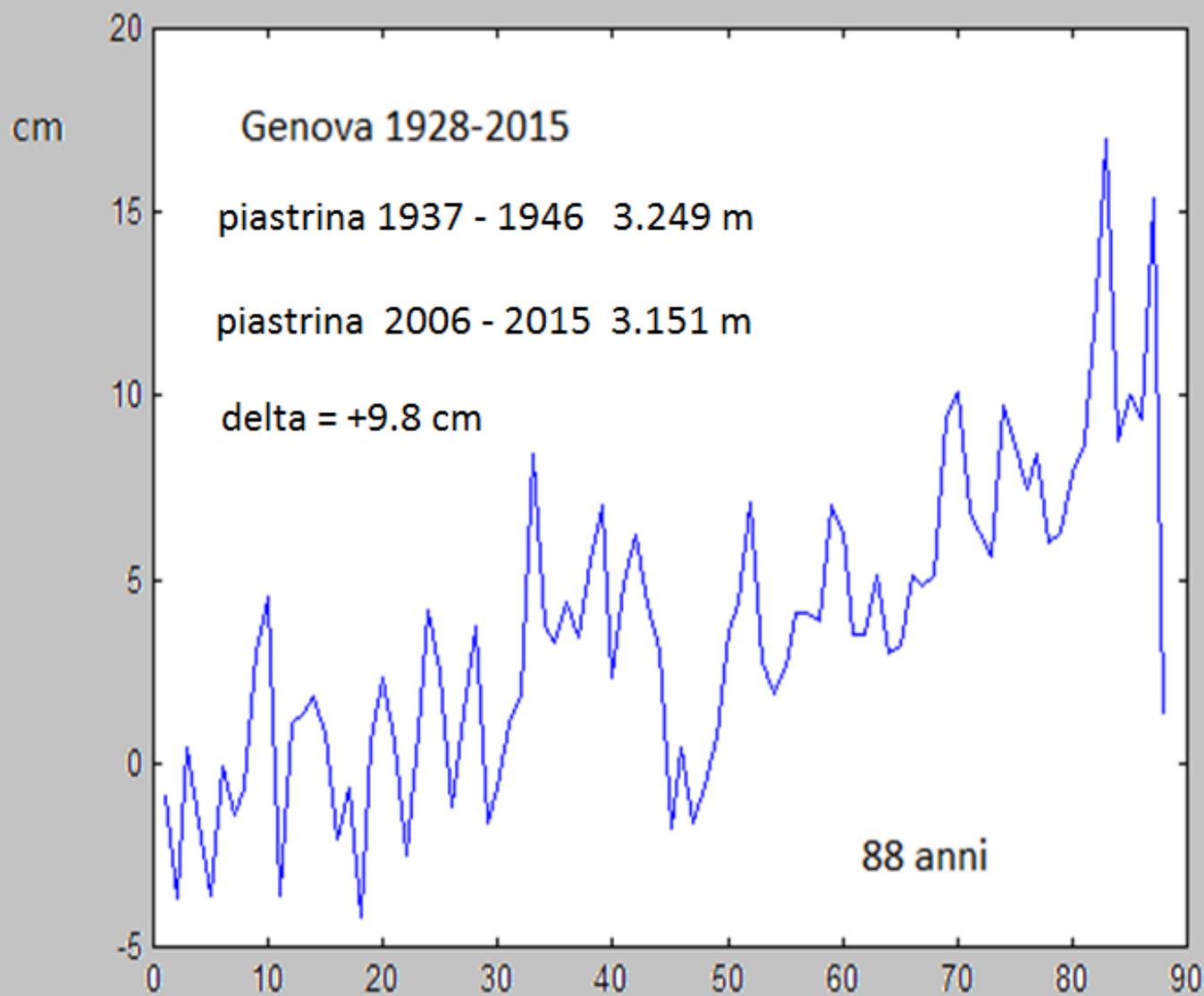
$h = 279.696\ 678^\circ + 36\ 000.768\ 925^\circ T + 3.025^\circ \times 10^{-4} T^2$	longitudine media del Sole
$s = 270.437\ 422^\circ + 481\ 267.892\ 000^\circ T + 2.525^\circ \times 10^{-3} T^2 + 1.89^\circ \times 10^{-6} T^3$	longitudine media della Luna
$p = 334.328\ 019^\circ + 4\ 069.032\ 206^\circ T - 1.034\ 4^\circ \times 10^{-2} T^2 - 1.25^\circ \times 10^{-5} T^3$	longitudine del perigeo lunare
$p_s = 281.220\ 833^\circ + 1.719\ 175^\circ T + 4.528^\circ \times 10^{-4} T^2 + 3.33^\circ \times 10^{-6} T^3$	longitudine del perigeo solare
$N = 259.182\ 533^\circ - 1\ 934.142\ 397^\circ T + 2.106^\circ \times 10^{-3} T^2 + 2.22^\circ \times 10^{-6} T^3$	longitudine del nodo lunare

Formule per il calcolo delle longitudini medie della Luna, del Sole, del perigeo lunare e solare e del nodo lunare (Newcomb, in Schureman 1958).



livello medio mare e somma onde





Quando una forza periodica è applicata ad un sistema lineare la risposta del sistema è composta da una componente transitoria ed una componente stazionaria. I sistemi non lineari nella risposta stazionaria presentano un'ampia varietà di componenti periodiche oltre a quella della forzante agente sul sistema. Un tipico esempio in cui la soluzione stabile è una funzione di frequenza 1/3 della frequenza della forzante esterna. Consideriamo l'equazione differenziale:

$$d^2 v(t)/dt^2 + k dv(t)/dt + v^3 = B \sin (3 t)$$

dove il termine non lineare di richiamo è una funzione cubica di v , k è un coefficiente di attrito e B è l'ampiezza del termine forzante di argomento $3t$ invece che t , Trefftz(1926).

Tale equazione presenta una soluzione del tipo:

$$v(t) = x(t) \sin(t) + y(t) \cos(t) + w \cos(3t)$$

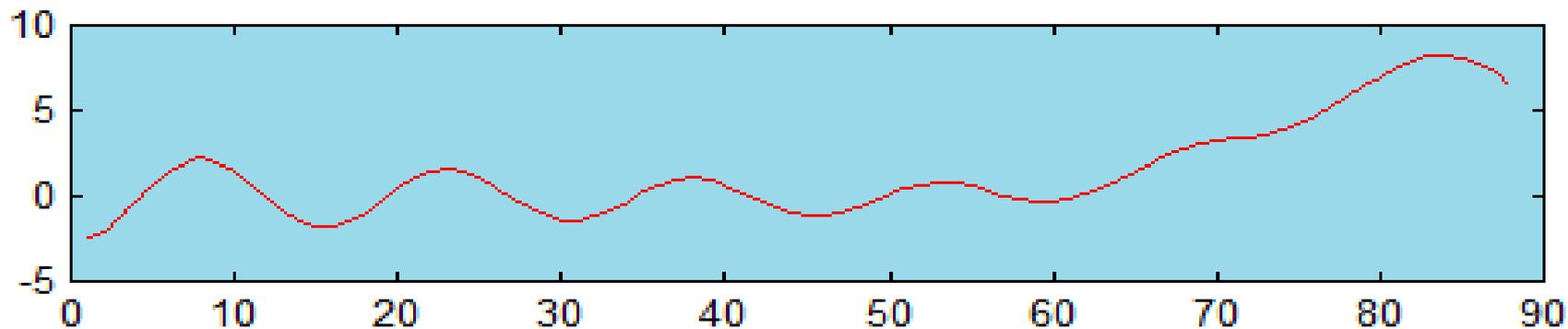
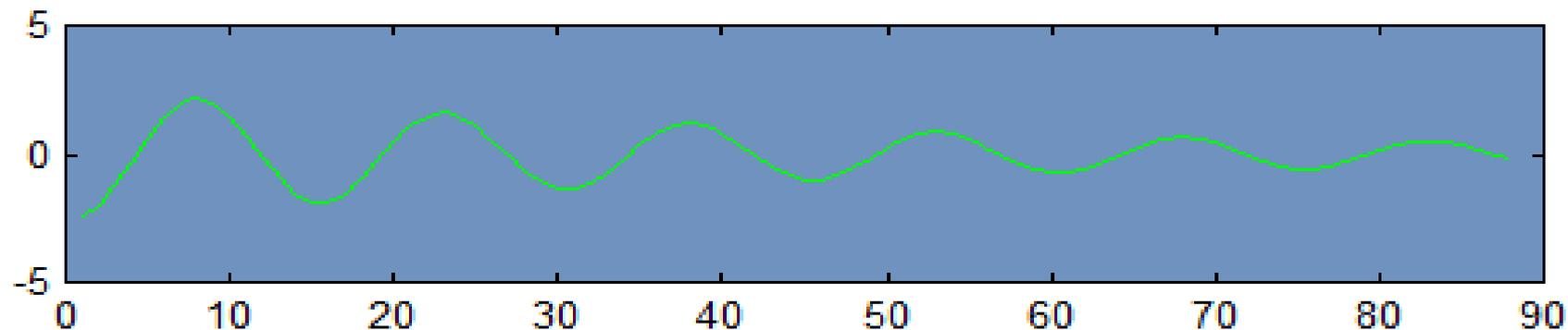
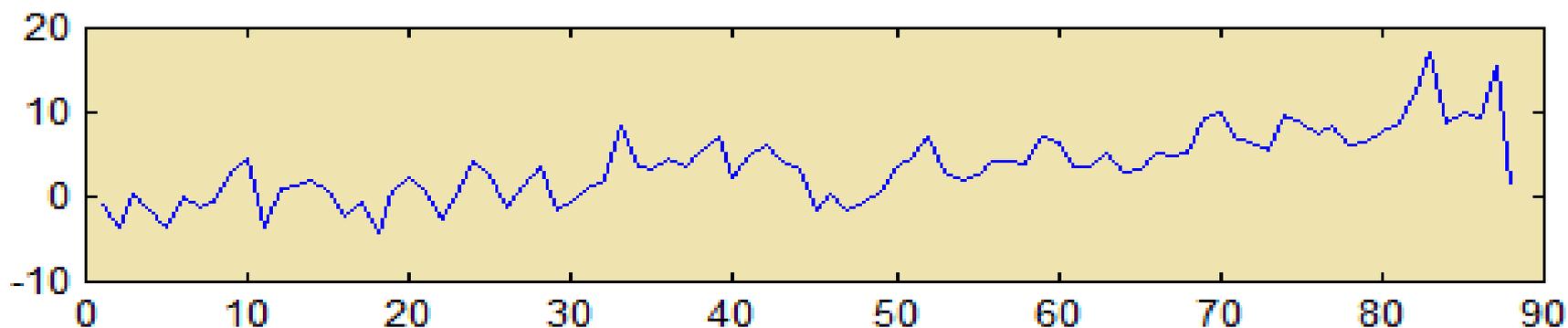
dove le ampiezze $x(t)$ e $y(t)$ sono funzioni di t durante il “transiente” e diventano costanti quando viene raggiunto lo stato stazionario.

$$w = 1/(1 - 3^2) B = -.125 B$$

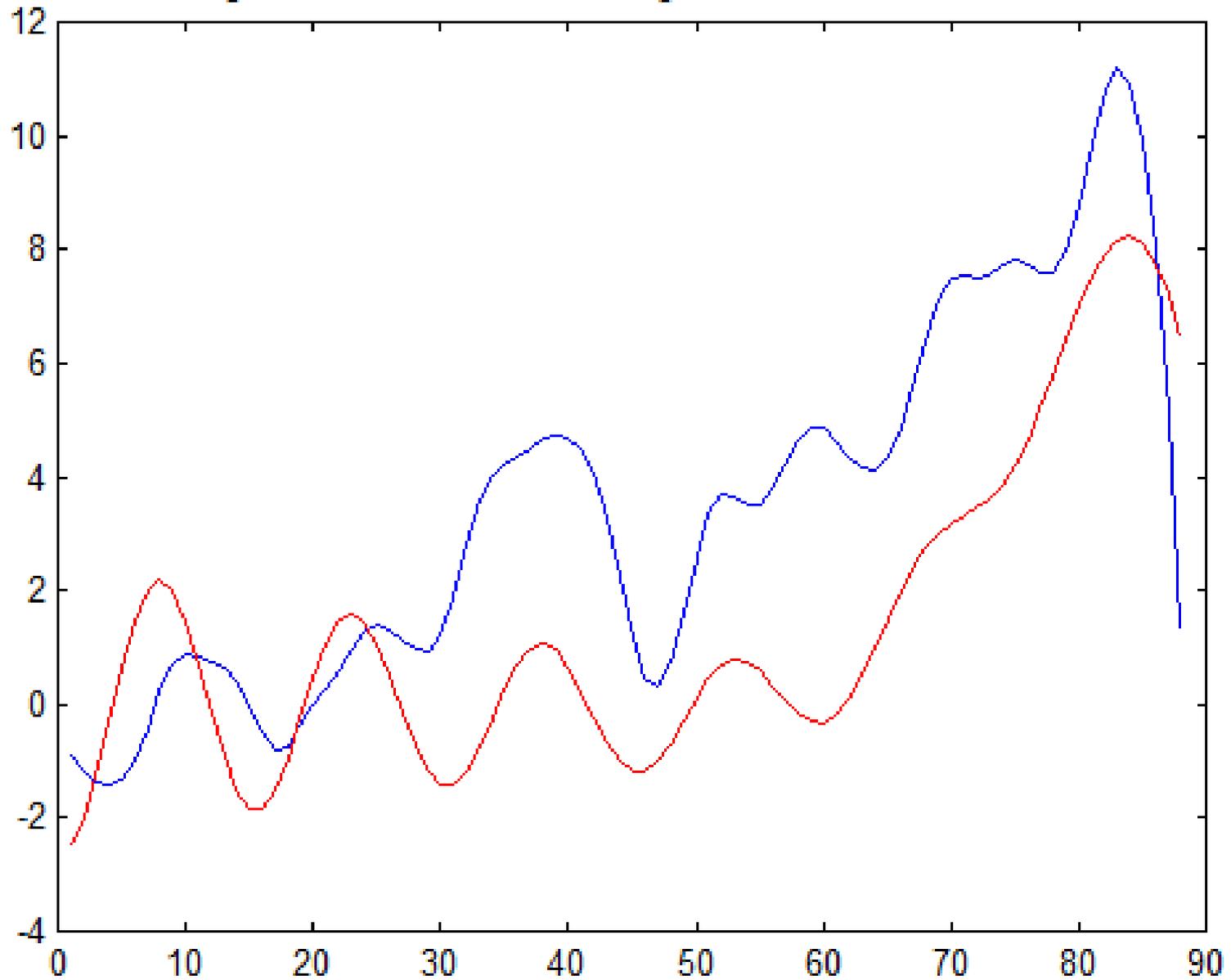
dove B è l'ampiezza del termine forzante.

Le soluzioni stazionarie per questa equazione sono discusse nei lavori di Mandelstam e Papalexi (1932). Presentiamo ora un esempio di subarmonica con periodo $3T$, dove T è il periodo di un'onda forzante di livello del mare pari a 15 anni.

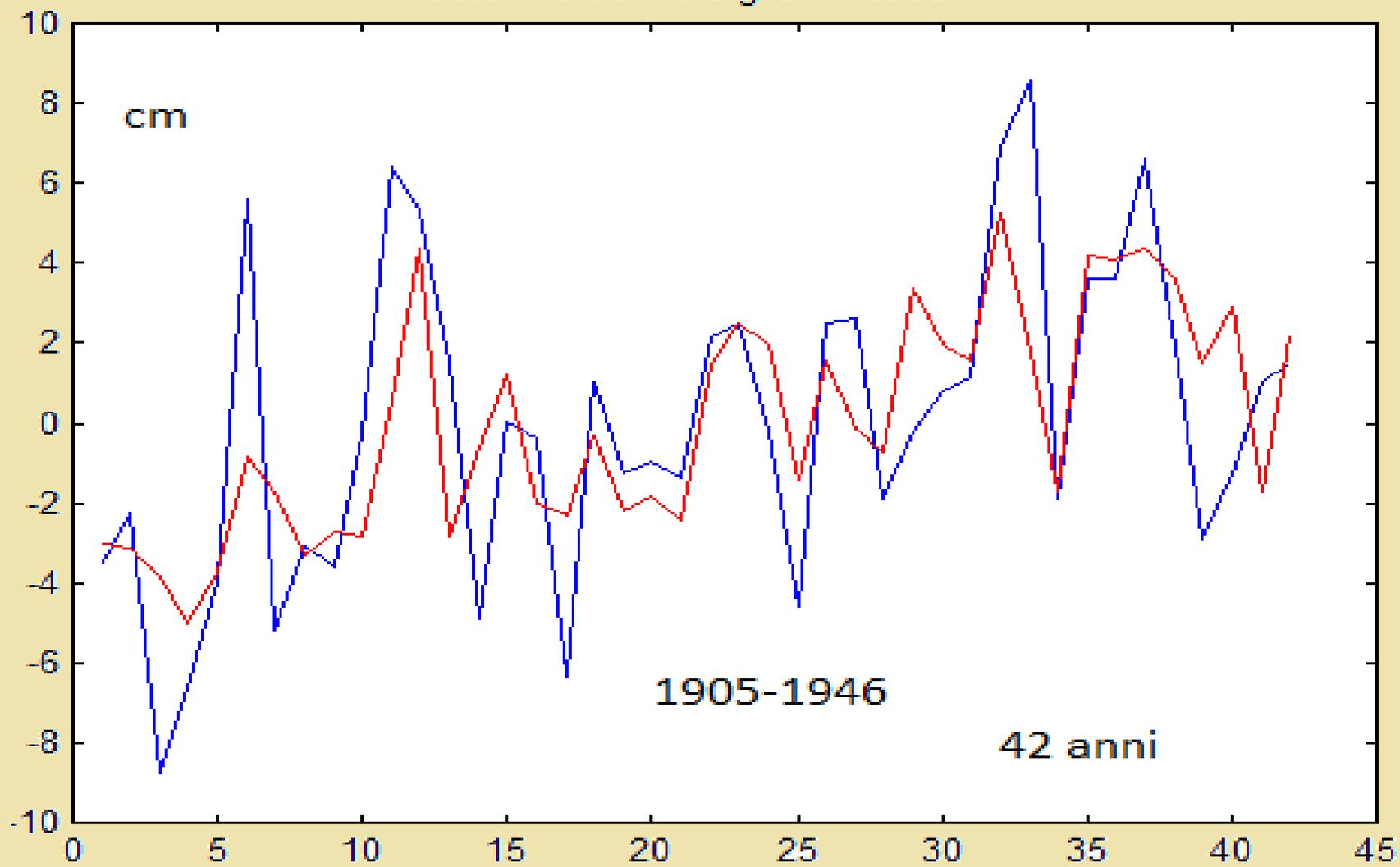
cm Livello mare in blue, onda 15 anni in verde subarmonica 3 in rosso



live2015 in blue 20 smoothings, subarmoniche in rosso



Trieste in blue Marsiglia in rosso



1905-1946

42 anni

Influenze atmosferiche sul livello del mare

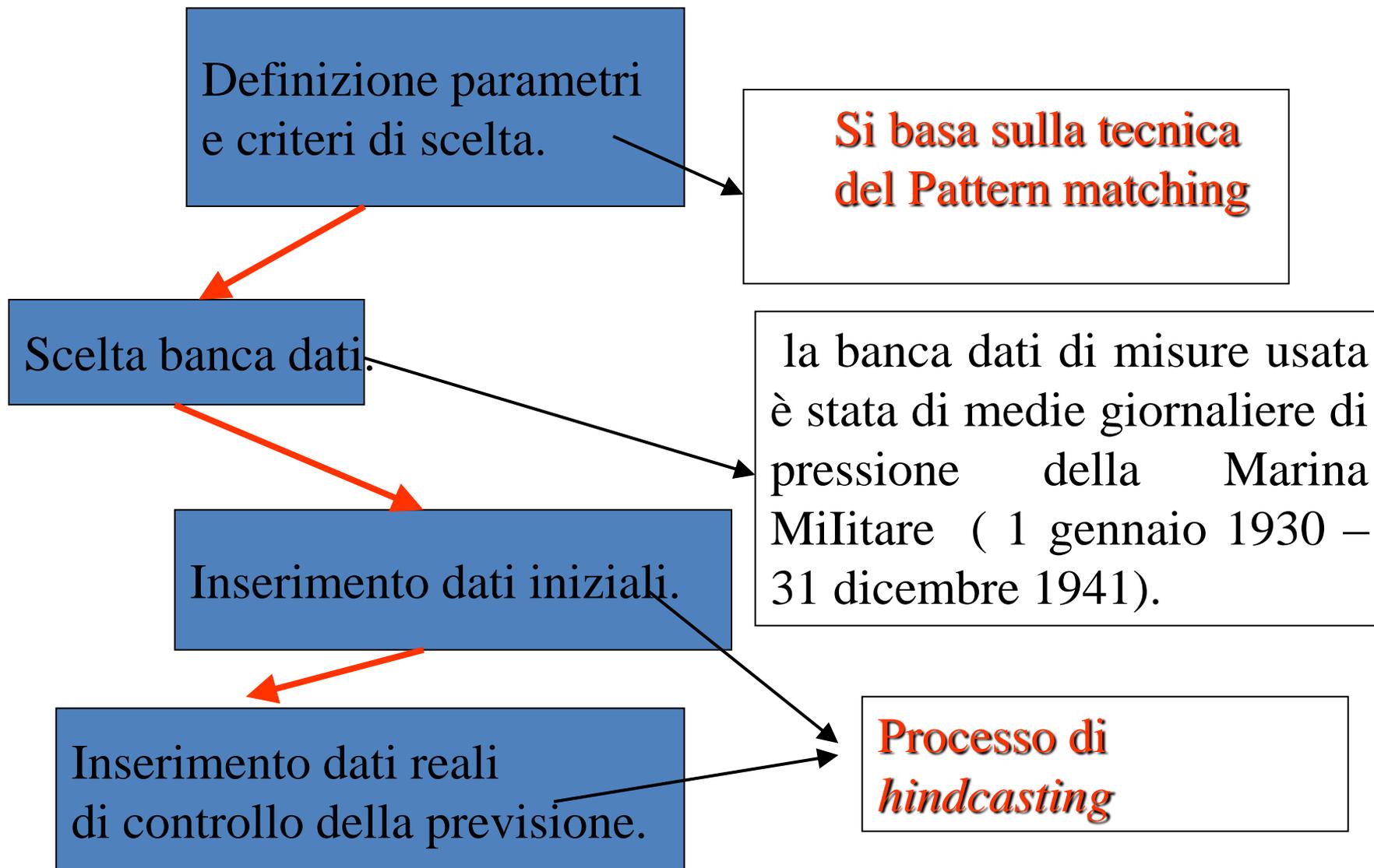
Le azioni meteorologiche sul livello del mare sono molto rilevanti. Non si può stabilire tuttavia una relazione definita fra i dislivelli e le differenze di pressione trattandosi di un fenomeno dinamico influenzato dalla legge di variazione delle pressioni e dalle condizioni morfologiche locali. Il vento tende a sopraelevare il livello nell'area sotto vento e a deprimerlo nell'area opposta, dando origine a correnti superficiali e a controcorrenti interne di compensazione.

Onde di Rossby

In atmosfera, meteorologia e oceanografia le **onde di Rossby**, dette anche **onde planetarie**, sono strutture che caratterizzano i moti dei fluidi geofisici a scala sinottica e planetaria. Esse si possono osservare sia in atmosfera, ad esempio nei meandri compiuti dal jet stream sub-polare alle medie latitudini, sia nell'oceano, nell'evoluzione delle perturbazioni del termoclino .

Le onde di Rossby sono dovute all'aumento del parametro di Coriolis con la latitudine, unitamente alla condizione di conservazione del momento angolare, presentandosi come oscillazioni inerziali attorno al "punto di equilibrio" dato dal bilancio geostrofico, situazione in cui le forze di pressione sono esattamente bilanciate dalla forza di Coriolis.

Programma di previsione



Riepilogo

Il test del programma è stato fatto con la banca dati della Marina e con la banca dati della stazione di rilevamento meteorologico del laboratorio di oceanografia del Dipartimento di Fisica di Genova (inizio 20 dicembre 1991 fine 15 luglio 2004).

- La banca dati della **Marina è più sensibile al fenomeno delle onde di Rossby** perché, essendo un fenomeno planetario, si vede meglio mediato su più stazioni di rilevamento sparse sul territorio
- La banca dati di **Genova è più sensibile alla sinottica**

Abbiamo dato maggior enfasi allo studio della sinottica perché è considerata una sorta di "trigger" di tutte le evoluzioni della pressione.



Un minimo dell'onda sinottica è spesso seguito da un minimo globale della pressione.

Monitoraggio

La situazione di livello marino molto basso nel Golfo di Genova associato con un sistema di alta pressione nell'inverno 1988 – 1989 è stato un buon test per studiare lo sviluppo e la crescita di onde quasi periodiche di pressione con periodi di 45 e 100 giorni . In questa situazione la previsione dell'evoluzione temporale di queste oscillazioni bariche a lungo periodo si è dimostrata un tecnica efficace per prevedere la fine del prolungato sistema ad alta pressione e l'arrivo di sistemi depressionari in moto dall'Atlantico verso il Mar Ligure.