

# **Piccolo trattato sulle forze di marea con cenni alla PTSA<sup>(\*)</sup>**

Daniele Mazza

**(\*) (Planetary Theory of Solar Activity)**

## **1 - Introduzione**

In un recente saggio, N.Scafetta et al. [1] riassumono le similitudini tra i moti orbitalici planetari e alcuni cicli dell'attività solare, senza addentrarsi in spiegazioni fenomenologiche.

Altre similitudini od accostamenti tra le congiunzioni planetarie del sistema solare l'attività solare e financo il clima terrestre sono state dibattute ampiamente anche su questo sito (ad es. i due recenti contributi di Irene Rossi).

Mentre la quantità di dati è notevole manca però una solida spiegazione fisica della correlazione tra posizioni planetarie, congiunzioni e attività solare, misurata fisicamente dal SunSpot Index o dai flussi di radiazione solare (TSI, F10.7). La somiglianza negli andamenti non necessariamente implica una relazione causale, può essere una giustapposizione. Errore comunissimo quando si allineano graficamente due curve di fenomeni temporali apparentemente simili e se ne propone di conseguenza un nesso di causalità (ad esempio concentrazione di CO<sub>2</sub> - temperatura globale). Esso può non essere giustificato ma frutto di una semplice giustapposizione.

Le interazioni magnetiche tra sole e pianeti non sono rilevanti. Il campo magnetico della Terra è di circa 0,03 mT(milliTesla), piuttosto debole ma sufficiente a deviare il vento solare. A 150 milioni di km (distanza terra-sole) però non è più nemmeno misurabile. Marte e Venere non hanno campo magnetico, quello di Mercurio è trascurabile. Giove ha un campo magnetico di circa 20 volte quello terrestre, ma trovandosi ad una distanza dal sole 5 volte quella terrestre esso viene smorzato di 25 volte ( $1/5^2$ ) e quindi (dal punto di vista solare) è inferiore a quello terrestre. Saturno dista dal sole circa 10 volte la distanza terra-sole quindi il suo campo magnetico (leggermente inferiore a quello terrestre) viene smorzato ancora cento volte.

Se le forze magnetiche sono ininfluenti non rimangono che le forze gravitazionali. Lasciando da parte i calcoli piuttosto cabalistici di sincronizzazioni planetarie, allineamenti etc. io partirei dall'unica interazione fisica spiegabile, quella della

variazione gravitazionale tra centro del sole (baricentro) e sulla superficie (topocentro) e quindi sulle forze di marea esercitate dai pianeti sul sole stesso. Già citate come minimali da N.Scafetta [1]. Certo si tratta di pochi mg-forza su 1 kg massa, ma tali effetti spingono ad esempio sulla terra chilometri cubi di masse acquatiche con effetti di innalzamento di parecchi metri.

Prima di calcolare le forze di marea esercitate dai pianeti sul sole e di confrontarle con quelle terrestri (provocate dal binomio sole-luna), innanzitutto chiariamo la natura di queste stesse forze.

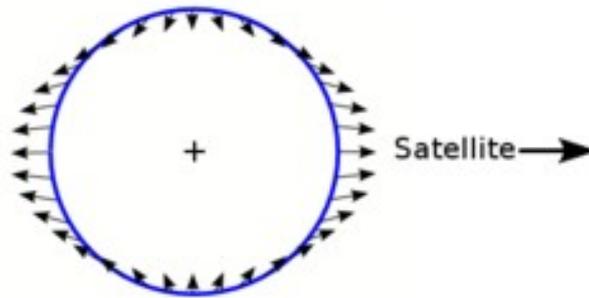
## **2 - Che cosa sono le forze di marea**

Le forze di marea sono un effetto secondario della interazione gravitazionale di un corpo celeste con un secondo, attorno al quale il primo ruota.

Mentre il baricentro del primo corpo percorre orbite ellittiche, seguendo le tre leggi di Keplero, esso esercita sul secondo corpo una forza gravitazionale che non è identica in ogni punto.

Infatti soltanto nel baricentro del secondo corpo si ha il perfetto equilibrio tra forza attrattiva gravitazionale ed accelerazione, secondo la legge newtoniana. I punti del secondo corpo più vicini al primo vengono attratti maggiormente, mentre il contrario avviene per quelli più lontani. In altre parole la forza di marea dipende dal gradiente di campo gravitazionale.

Un esempio comune è dato dalla interazione della luna (primo corpo) con la terra (secondo): la maggiore attrazione lunare in aree superficiali a minore distanza con la luna causa vasti movimenti di acque oceaniche (maree) , mentre contemporaneamente in aree superficiali più lontane tale attrazione è minore. Oltre alla luna, sul nostro pianeta si esercitano anche forze di marea dovute al sole, pari circa alla metà delle prime.



*Fig. 1 Andamento delle forze di marea sulla superficie terrestre. Esse si possono vettorialmente calcolare dalla differenza tra l'attrazione gravitazionale della luna nel baricentro della terra e su di un punto in superficie*

### **3 - La marea oceanica**

Non confondiamo però le forze di marea con la marea stessa. Le prime sono la causa mentre la seconda è l'effetto. Le forze di marea esercitate su corpi mobili (es. acque oceaniche) provocano infatti ingenti spostamenti di masse acquatiche, influenzati poi da numerosi aspetti morfologici (superficie della massa d'acqua, forma della costa, differenza di profondità dei fondali)

La risultante di tale fenomeno crea giornalmente due alte maree e due basse, ed inoltre la marea non è esattamente in fase con la forza di marea della luna, a causa della rotazione contemporanea della terra, che tende ad anticipare di circa un ora gli effetti.

L'ampiezza (cioè il dislivello tra bassa e alta marea), frequenza e orario delle maree sono certamente legati quindi alla posizione del sole e della luna rispetto al punto sulla superficie terrestre su di cui risiede l'osservatore.

Inoltre le maree sono influenzate da numerosi aspetti morfologici (superficie della massa d'acqua, forma della costa, differenza di profondità dei fondali). Le maree hanno effetto anche sul livello dei fiumi che sfociano nel mare. Le stesse forze e gli stessi principi che regolano le maree dei corpi liquidi, agiscono pure sui corpi solidi, in particolare ne è stata documentata la deformazione della crosta terrestre.

Diversi motivi fanno sì che alcuni litorali dello stesso mare o oceano non conoscano maree di rilievo mentre su altri litorali, anche prossimi, le maree possano avere ampiezza di molto superiore a dieci metri.

L'effetto delle forze di marea è quindi diverso se esse agiscono su di un liquido (es. una molecola d'acqua nell'oceano) capace di fluire o su di un solido fisso, che non può spostarsi per scorrimento o flusso (es. un silicato componente della crosta terrestre).

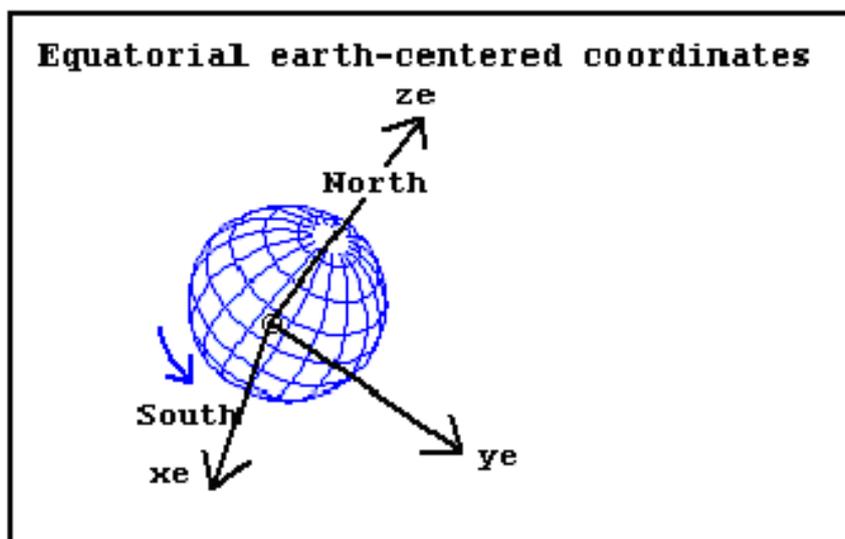
Nonostante questo diverso effetto, il principio è lo stesso, anzi a causa della maggior densità della crosta terrestre rispetto all'acqua dell'oceano, le forze di marea sono più intense sulla prima.

### **3 - Calcolo della forza di marea terrestri**

Vediamo innanzitutto come si possono calcolare con notevole precisione le forze di marea . Il punto di partenza è la precisa posizione spaziale nello stesso riferimento cartesiano ortogonale e nello stesso istante di:

- 1) punto sulla superficie terrestre, luogo dell'osservazione (si elaborano da latitudine, longitudine, altezza sul livello del mare, data e ora)
- 2) posizione della luna (del suo baricentro) nello stesso istante (da Solex)
- 3) posizione del sole (del suo baricentro) nello stesso istante (da Solex)
- 4) dati astronomici come massa del sole, della luna, raggio della terra supposta sferica, costante gravitazionale etc.

Il sistema di coordinate qui usato è quello topocentrico, ovvero con l'origine nel punto di osservazione e la consueta direzione degli assi.(vedi fig.3)



*Fig.2 Orientazione degli assi di riferimento topocentrici*

Il sistema di coordinate topocentrico è strettamente relazionato con il sistema geocentrico ed eliocentrico. Tutti e tre i sistemi possiedono infatti l'asse x orientato verso l'equinozio primaverile (punto  $\gamma$  in Ariete ), l'asse y giace sul piano dell'eclittica (piano orbitante della terra) per gli ultimi due sistemi, mentre è posizionato sul piano equatoriale della terra per il sistema topocentrico (sistema equatoriale). L'asse z è normale a x e y.

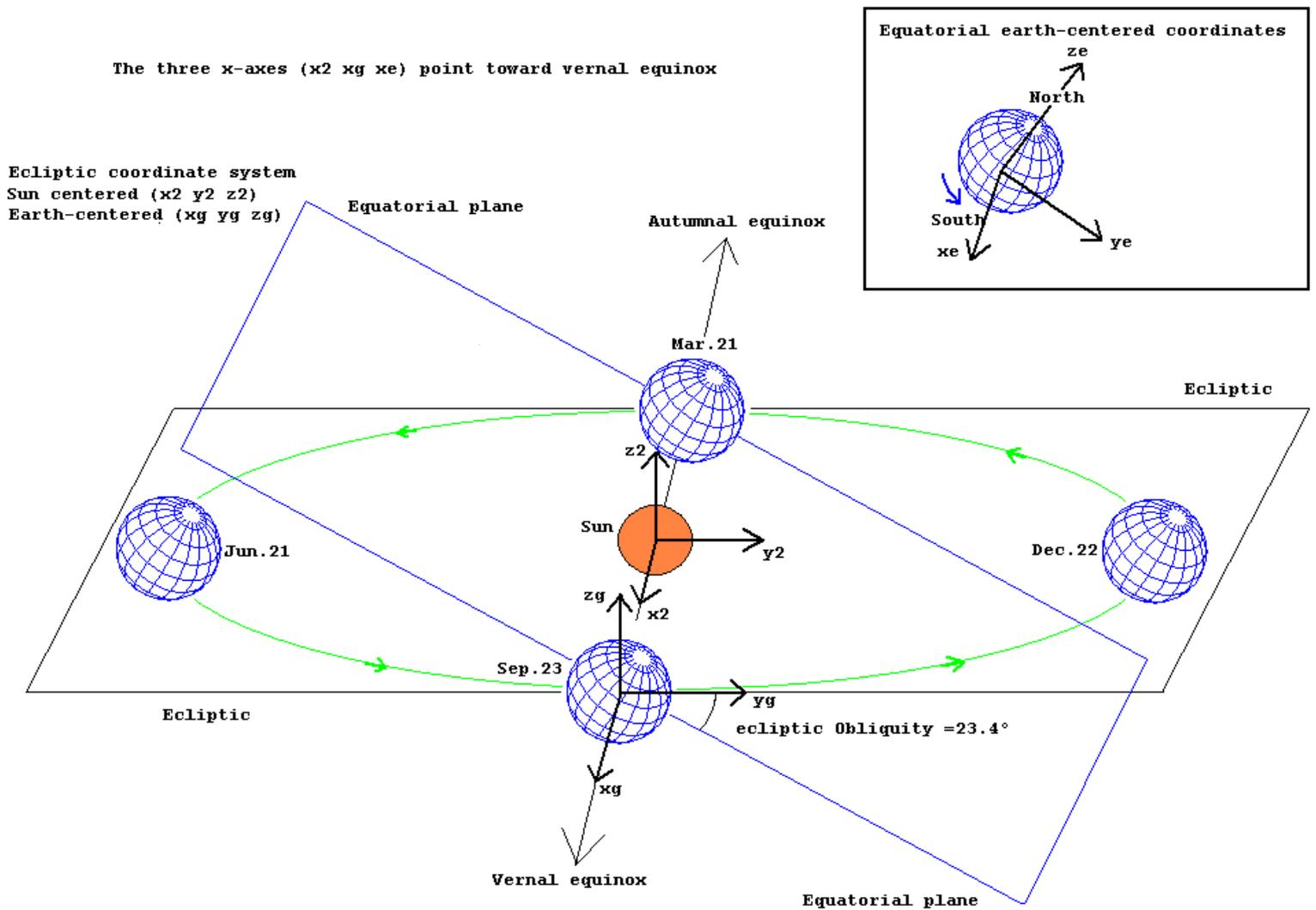


Fig.3 Orientamenti spaziali dei sistemi di coordinate

Il calcolo delle posizioni di sole e luna (effemeridi del sole e della luna) richiede di risolvere le equazioni del movimento (Leggi di Keplero) dei due corpi celesti. Nel caso del sole calcoliamo in realtà la posizione della terra nel sistema di coordinate eliocentrico e quindi si trasla nel topocentro (luogo dell'osservazione). La posizione della terra nella sua orbita attorno al sole devia però a causa di perturbazioni gravitazionali, soprattutto dei pianeti esterni giovè e saturno, di massa molto maggiore di quella terrestre. Inoltre è influenzata dalla posizione della luna, infatti solo il baricentro terra-luna (situato a circa 4000 km da centro della terra, nella direzione della luna) ruota esattamente secondo un'orbita ellittica.

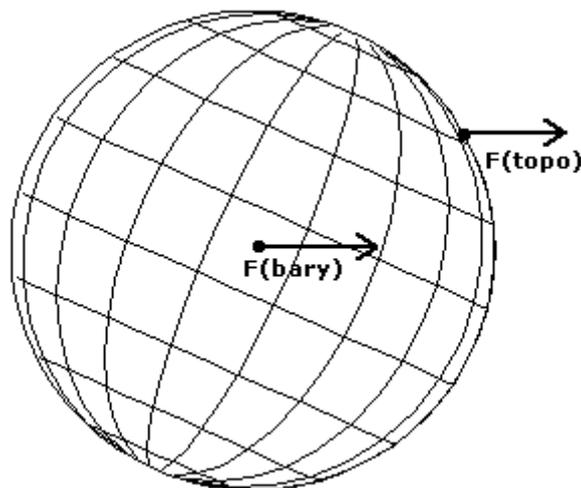
Il calcolo della posizione lunare è ancora più complesso, occorrendo considerare almeno una decina di termini correttivi rispetto all'orbita ellittica. Questo a causa dall'attrazione contemporanea di terra e sole sulla luna.

La soluzione viene dalla disponibilità del software JPL-Horizon, fornito gratuitamente dalla NASA. Occorre fare un download di dati tabulati nell'intervallo prescelto. Una alternativa è usare il programma PlanetPos che si basa su di un algoritmo più semplice, elaborato da E M Standish del Solar System Dynamics Group, JPL, California. Lo si può trovare [commentato qui](#).

#### 4 - Calcolo vettoriale della forza di marea

Generalmente parlando, nota la posizione dei tre corpi (sole, luna e pianeta terra, nonché le coordinate del topocentro) il calcolo delle forze di marea si riduce ad una sottrazione vettoriale tra la forza gravitazionale complessiva esercitata da sole e luna nel baricentro terrestre  $F(\text{bary})$  e la rispettiva forza  $F(\text{topo})$  esercitata nel topocentro (punto di osservazione) sulla stessa unità di massa  $M$ . Nel sistema SI l'unità di massa è il Kg, quindi si è scelto di riferire le forze a questa unità di massa.

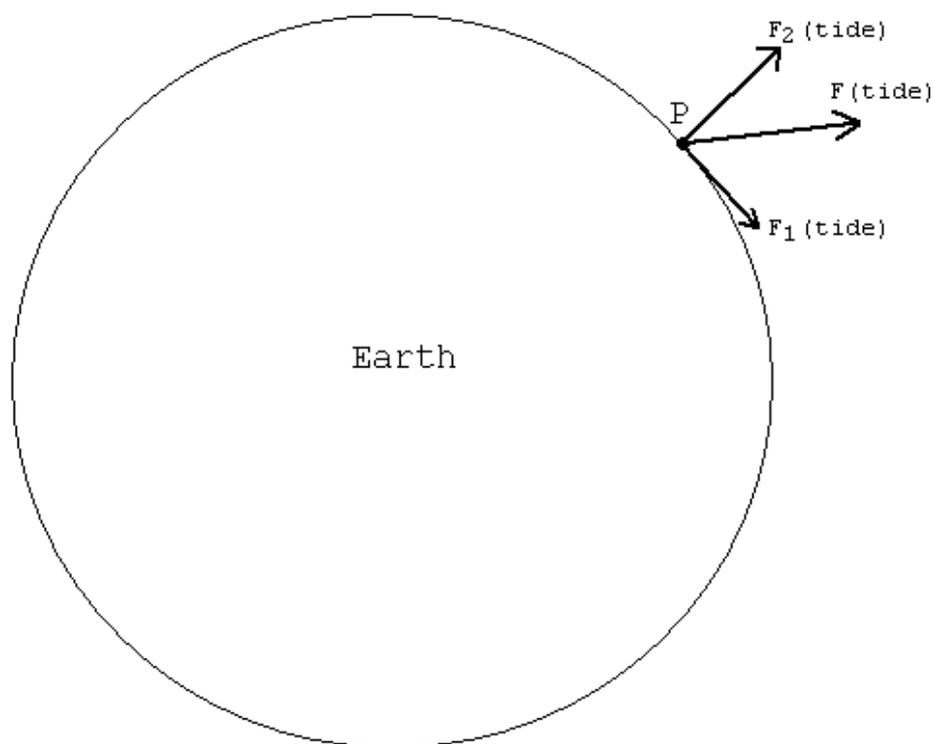
$$\mathbf{F}(\text{tide}) = \mathbf{F}(\text{topo}) - \mathbf{F}(\text{bary})$$



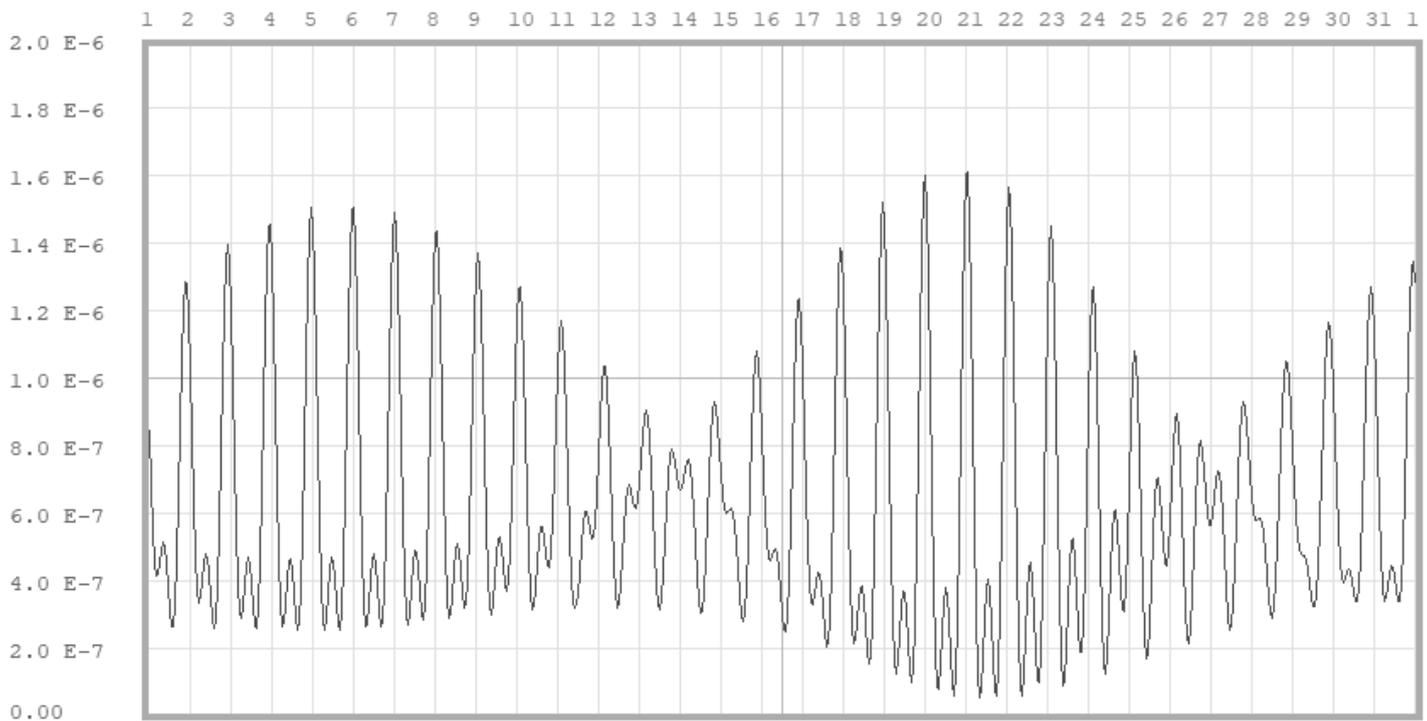
*Fig.4 Le forze gravitazionali non esattamente eguali, la cui differenza  $F(\text{tide})$  dà luogo alla forza di marea*

Le coordinate del topocentro dipendono dalla sua latitudine, longitudine ed altezza dal suolo, dati questi ultimi che devono essere forniti al programma di calcolo. A questo riguardo occorre sottolineare come le forze di marea varino, nello stesso istante, in diverse posizioni sul globo.

Il vettore differenza  $F(\text{tide})$  avrà una direzione non necessariamente normale o parallela alla superficie nel topocentro. Esso viene quindi scomposto in due vettori, il primo parallelo alla superficie del globo in quel punto  $F_1(\text{tide})$  ed il secondo perpendicolare (e quindi diretto verso il baricentro della terra, supposta sferica)  $F_2(\text{tide})$ . Questa seconda componente non è influente rispetto ai moti di marea, il suo unico effetto essendo quello di far variare leggermente la forza di gravità percepita in quel punto e comunque diretta verso il centro della terra. La prima componente del vettore  $F_1(\text{tide})$ , parallela alla superficie, è invece molto interessante ed è responsabile dei movimenti di masse fluide.



*Fig.5 Componenti del vettore di marea parallela e perpendicolare al piano superficiale dell'osservatore passante per P*



*Fig. 6 Calcolo delle forze di marea terrestri per il mese di gennaio 2013 (Località Torino, IT 230 m slm). Modulo del vettore di marea risultante*

## **7 – Confronto tra le forze di marea sulla terra e sul sole.**

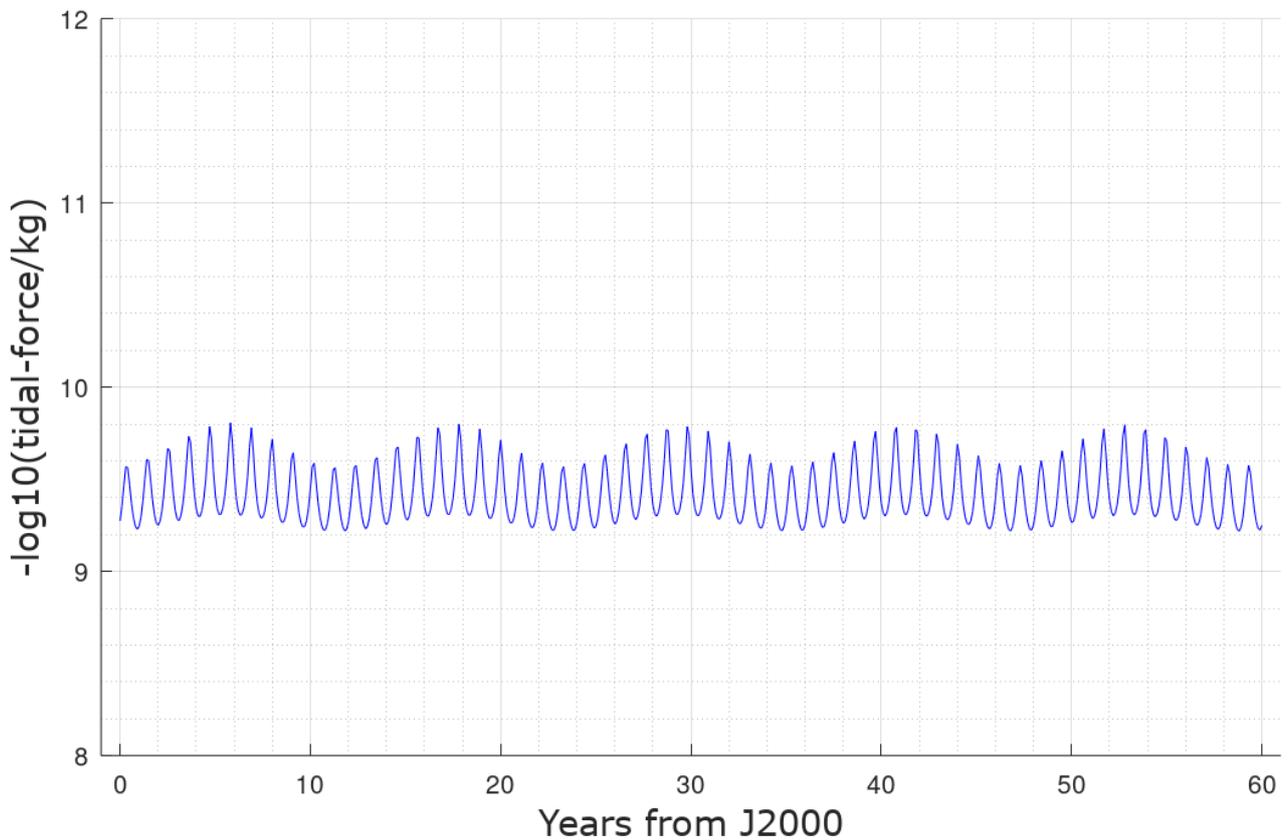
Le forze di marea terrestri sono provocate dalla Luna e dal Sole, si può dimostrare che le influenze degli altri corpi del sistema solare sono del tutto ininfluenti

Le forze di marea solari, che in teoria potrebbero spostare ingenti masse (la superficie solare è un plasma incandescente) sarebbero provocate dalla risultante delle forze di marea dei vari pianeti.

Per calcolarle occorre disporre delle coordinate eliocentriche di tutti i pianeti, della loro massa, della loro distanza dal sole ed infine del raggio solare (supposto sferico). Per ogni pianeta si calcola la forza di marea e infine queste forze vengono sommate vettorialmente. Per semplificare la somma vettoriale, le forze di marea vengono riferite al centro di massa del sole. Nel calcolo seguente è stato usato il programma PlanetPos [2] ma egualmente bene possono essere utilizzate le coordinate (eliocentriche) fornite dalla NASA.

Nelle figure seguenti è riportato in ordinate il logaritmo in base 10 cambiato di segno del modulo della forza di marea risultante (Newton agenti su 1 kg massa) per un periodo di 60 anni, dal 2000 al 2060.

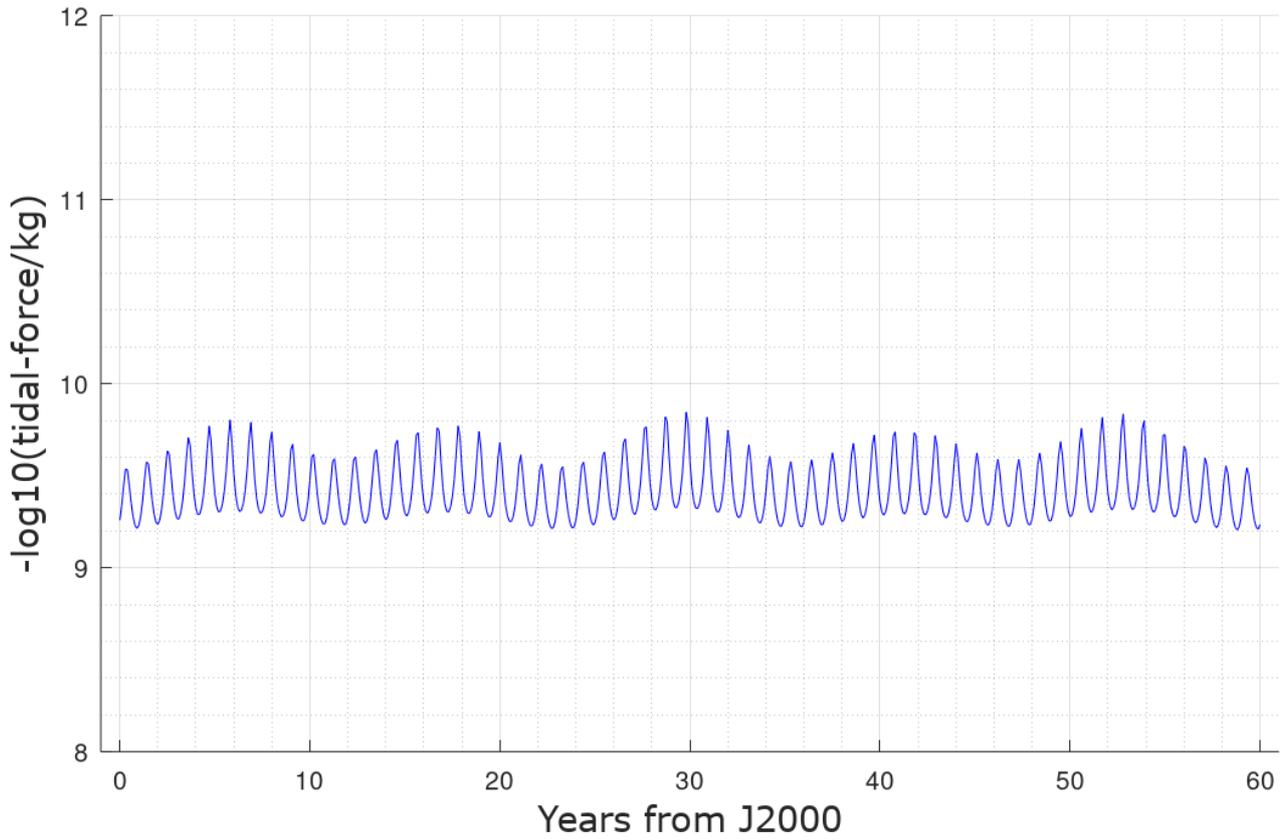
### PTSA Planet Theory of Solar Activity Earth + Jupiter tidal plot



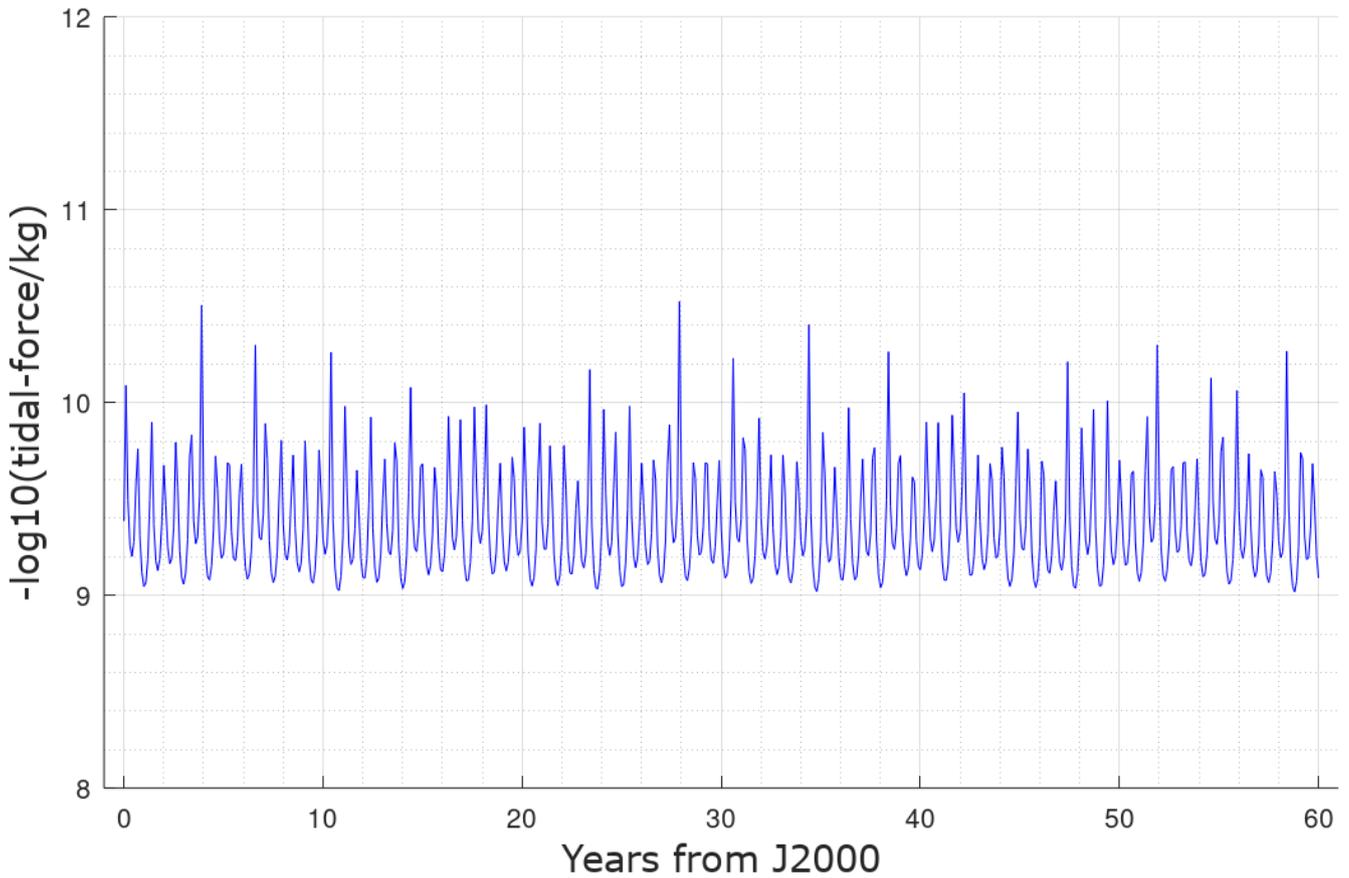
*Fig. 7 Tidal plot solare per relativo ai due pianeti terra e giovè.*

Dall'esame di fig. 7 evince che le forza risultante è dell'ordine di  $10^{-9} \dots 10^{-10}$  Newton/kg massa solare, cioè circa 1000 volte più debole di quella terrestre che varia tra  $10^{-6} \dots 10^{-7}$  (Fig 6) . Si evince peraltro un ciclo undecennale, come già notato in [1]

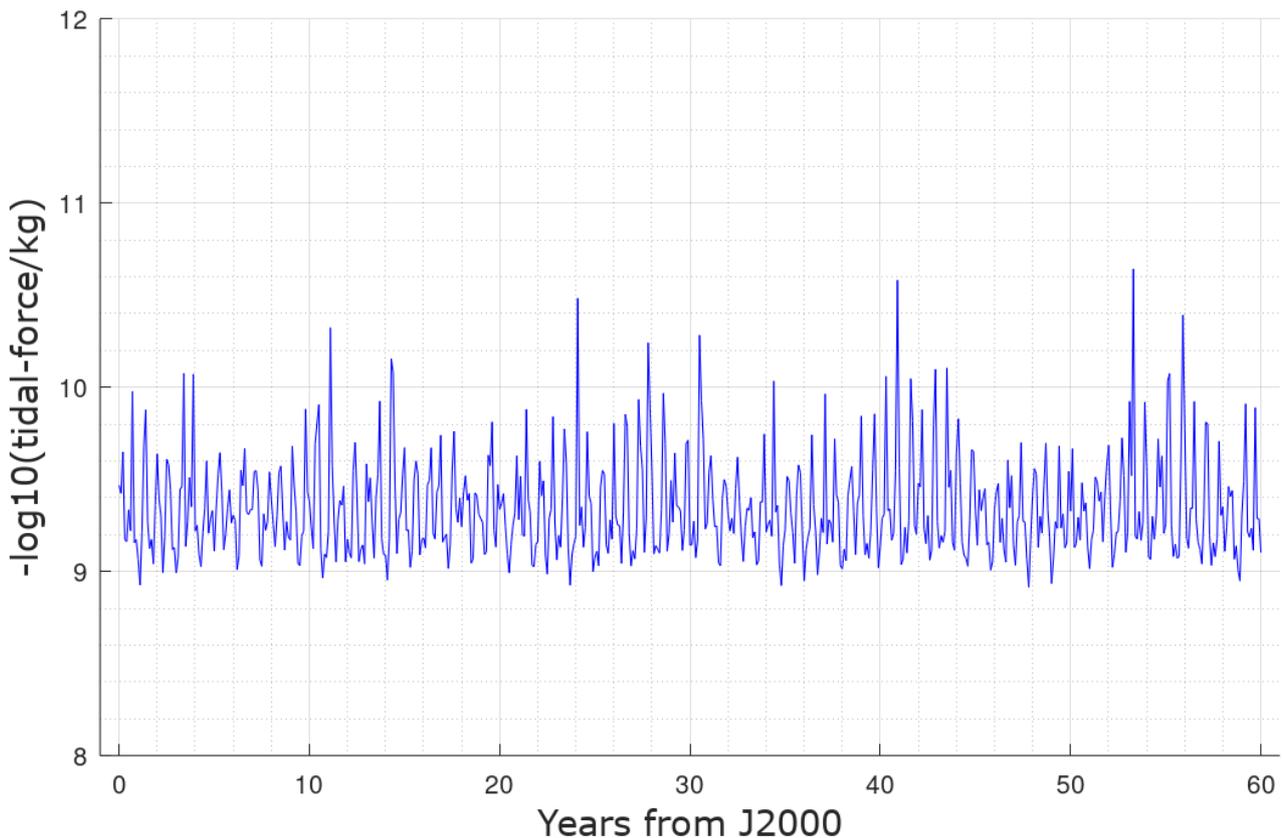
**PTSA Planet Theory of Solar Activity  
Earth + Jupiter + Saturn tidal plot**



**PTSA Planet Theory of Solar Activity  
Earth + Venus + Jupiter tidal plot**



## PTSA Planet Theory of Solar Activity All Planets incl. Pluto tidal plot



*Fig.8 a,b,c Tidal plot solare relativi a Terra + Giove + Saturno (a) ; Terra + Venere + Giove (b); Tutti i pianeti (incluso Plutone) (c)*

### **8 – Conclusioni dopo queste prime simulazioni**

Si nota una qualche periodicità delle forze di marea risultanti sul sole dalla posizione dei vari pianeti, ma solo se si isolano alcuni di essi. In questo modo molto artificioso si 'dimenticano' gli altri pianeti, cosa che non ha significato fisico. Infatti il sistema solare planetario va considerato nel suo insieme. Con questa premessa si possono notare tuttavia alcune periodicità, collegabili al ciclo di Schwabe, ad esempio per le maree di Terra + Giove.

Saturno sembra disturbare questo ciclo introducendo variazioni più a lungo termine (vedasi fig. 8). Il ciclo Terra + Giove + Venere è invece molto disturbato e non sono evidenti, almeno in un primo esame, periodicità evidenti.

Per essere aderenti alla situazione reale occorrerebbe considerare tutti e 8 i pianeti (aggiungiamo anche Plutone) ma qui il tidal Plot è davvero indecifrabile e sembra piuttosto un insieme scorrelato di oscillazioni caotiche.

L'entità delle forze di marea è comunque ridicola, dell'ordine di  $10^{-9}$  –  $10^{-10}$  Newton su kg massa solare , circa 1000 volte inferiore alle maree terrestri.

Secondo Scafetta [1] queste forze potrebbe deformare la superficie solare solo di qualche millimetro. Lo stesso Autore ipotizza possibili amplificatori di marea, senza peraltro darne una spiegazione.

In conclusione la PTSA pur individuando alcune correlazioni empiriche tra le posizioni dei pianeti e l'attività solare non può essere basata né sulle interazioni magnetiche né su quelle gravitazionali, e la sua giustificazione fisica sembra ancora lontana.

### **Riferimenti**

[1] <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspas.2022.937930/full>

[2] [http://www.molecularmodels.eu/Posizioni Planetarie.pdf](http://www.molecularmodels.eu/Posizioni%20Planetarie.pdf)