

As Mareas

INDICE

1. Introducción
2. Forza das mareas
3. Por que temos dúas mareas ó día?
4. Predición de marea
5. Aviso para a navegación

Introducción

A marea é a variación do nivel da superficie libre do mar, debido á atracción da gravidade de corpos celestes distintos da Terra, aínda que na práctica son só o Sol e a Lúa os que poden exercer unha forza apreciable. As forzas causantes da marea son dúas: a primeira a atracción da gravidade da Lúa e o Sol, e por outra banda, a forza centrífuga do sistema Terra-Sol e Terra-Lúa. A forza causante da marea é a resultante destas dúas forzas en cada punto. A marea que observamos é a superposición de dúas contribucións ben diferenciadas: a marea astronómica, cunha orixe na interacción gravitatoria da Lúa e o Sol coa Terra, e o residuo meteorolóxico, debido á interacción entre a atmosfera e o mar.



Forza das mareas

Debido a que a Lúa está moito máis próxima que o sol, a forza que este exerce nas mareas é soamente un 46% da forza que exerce a Lúa. Así para comentar as forzas das mareas dun xeito simplificado consideraremos soamente o sistema Terra – Lúa.

A pesares de que a Lúa xira ó redor a Terra, pódese considerar o conxunto de ambos corpos como un único sistema que xira arredor dun centro de rotación común, este centro de rotación atópase a unha distancia do centro da Terra de aproximadamente $\frac{3}{4}$ do radio da mesma.

Considerando circular a órbita da Lúa, e por outra parte, que a órbita da Terra ó redor do centro de masas é un movemento excéntrico, isto é, non centrado no noso planeta, baixo o cal todos os puntos da superficie da Terra seguen traxectorias circulares con idéntico radio e igual velocidade angular. Todos os puntos da superficie terrestre teñen así a mesma aceleración, e polo tanto calquera elemento experimentará respecto a calquera punto da superficie da Terra a mesma aceleración de inercia, centrífuga, que é resultado do movemento orbital, excéntrico, da Terra.

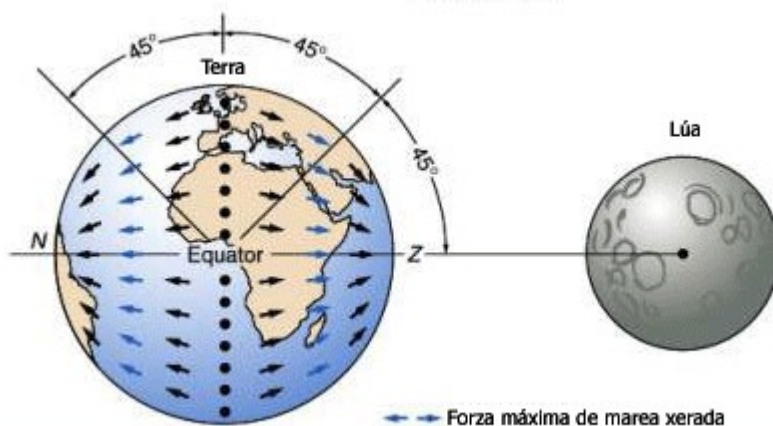
O movemento excéntrico da Terra é un movemento orbital, completamente independente da rotación da Terra sobre o seu propio eixo. Igualmente, a aceleración centrífuga debida ó movemento excéntrico, orbital, non debe ser confundida coa aceleración tamén centrífuga e de inercia debida á rotación diurna do planeta; ésta última aceleración depende da latitude, pois a distancia ó eixo varía co coseno da mesma, mentras que a debida ó movemento excéntrico é igual en toda a superficie terrestre. Todos os corpos situados sobre a Terra padecen a aceleración debida á atracción da Lúa. Esta atracción é maior nos puntos máis próximos á Lua e menor nos que están máis lonxe. É a competición entre a aceleración gravitatoria da Lúa e esta última aceleración centrífuga a que causa os movementos diferenciados das masas de auga en rexións distintas do planeta. A competición resólvese a favor de la aceleración gravitatoria en rexións próximas á Lúa, e a favor da aceleración centrífuga nas rexións que están máis lonxe.



(a)

A resultante das dúas aceleracións chámase aceleración de marea, e dependendo da posición con respecto á Lúa pode entrar, ser paralela a, ou salir da superficie da Terra (ver Fig. (a)). As aceleracións de marea son mínimas nas rexións máis próximas e nas que están máis lonxe da Lúa: alí aparecen as mareas altas separadas por un cinto planetario intermedio de mareas baixas.

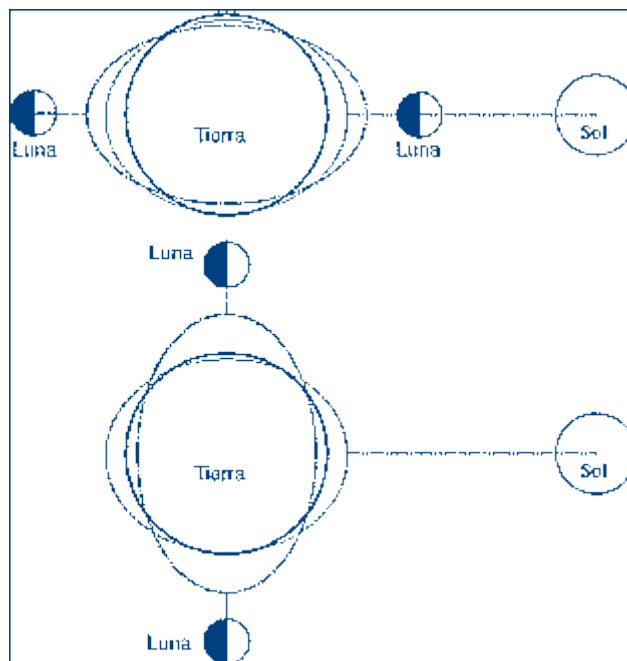
Nótese que non é a aceleración de marea a directamente responsable dos movementos das masas de auga nunha oscilación de marea, xa que esta aceleración non é en xeral paralela á superficie da auga (é dicir, non é localmente horizontal). En particular, nos puntos que están máis lonxe e nos que están máis cerca da Lúa, a aceleración de marea é localmente vertical, e polo tanto non produce movementos horizontais da auga. Chamamos aceleración motriz, á parte horizontal de aceleración de marea en cada punto. O movemento da auga que resulta das aceleracións motrices represéntase na Fig. (b).



(b)

Por que temos dúas mareas ó día?

Se tivésemos un planeta sen continentes e cunha profundidade constante, as forzas centrífuga e gravitatoria terían total liberdade para modificar a superficie do mar. Neste caso ideal, un observador solidario coa Terra ó xirar sobre o seu eixo, distinguiría dúas baixamares e dúas preamares. Na práctica, a existencia dos continentes e a variabilidade da topografía mariña modifican considerablemente este comportamento. Por outra banda, o cambio de posición relativa da Lúa e o Sol o cabo do día, fai que a periodicidade das mareas non sexa exactamente 12 horas. Como na figura, a posición relativa das elipses xeradas polo Sol e a Lúa é a causante dos ciclos de mareas vivas e mortas que observamos cada mes.



Na práctica, a variabilidade do nivel da superficie do mar, amosa un comportamento moito máis complexo. A inclinación do eixo da Terra respecto da eclíptica, a excentricidade das órbitas da Lúa e a Terra, a presenza dos continentes e a variabilidade da topografía mariña introducen factores adicionais no comportamento, actuando coma corpos celestes ficticios que contribúen á variabilidade total do nivel do mar.

Predición de marea

Para o estudio e predición da marea, supoñeráse que o nivel do mar en cada punto é a suma dunha serie de contribucións periódicas puras que chamamos harmónicos. Cada harmónico ten unha frecuencia independente da localización onde nos atopemos. Partindo dunha serie de datos de nivel do mar, axústase pola técnica de mínimos cadrados a:

$$\eta = \sum_{i=1}^n A_i \cos(w_i t + \varphi_i)$$

Onde h é o nivel do mar e A_i , w_i e φ_i son amplitude, frecuencia e fase do harmónico correspondente. Unha vez calculados estes parámetros, é posible calcular o nivel de mar nun tempo posterior mediante a suma das contribucións de tódolos harmónicos nun momento determinado. Na práctica, é a lonxitude da serie temporal analizada a que dicta as limitacións no número de contribucións armónicas que é posible calcular.

Aviso para a navegación

A predición só se realiza en puntos onde a serie temporal analizada é longa, xeralmente un ano como mínimo, para poder calcular os harmónicos principais. Os portos cunha predición detallada chámanse portos patrón e serven de referencia para outros puntos onde non se ten información tan detallada ou non é posible calcular os harmónicos porque a serie temporal analizada non ten a lonxitude necesaria, pero si se coñece un factor de corrección dos extremos e mailo desfasamento respecto do porto patrón. Por outra banda, a predición realizada só calcula a marea astronómica e non ten en conta a influencia dos factores meteorolóxicos locais no nivel do mar.