



UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

FÍSICA COMPUTACIONAL

Mareas y Corrientes

Delgado Curiel Esteban

Profesor: Carlos Lizárraga Celaya

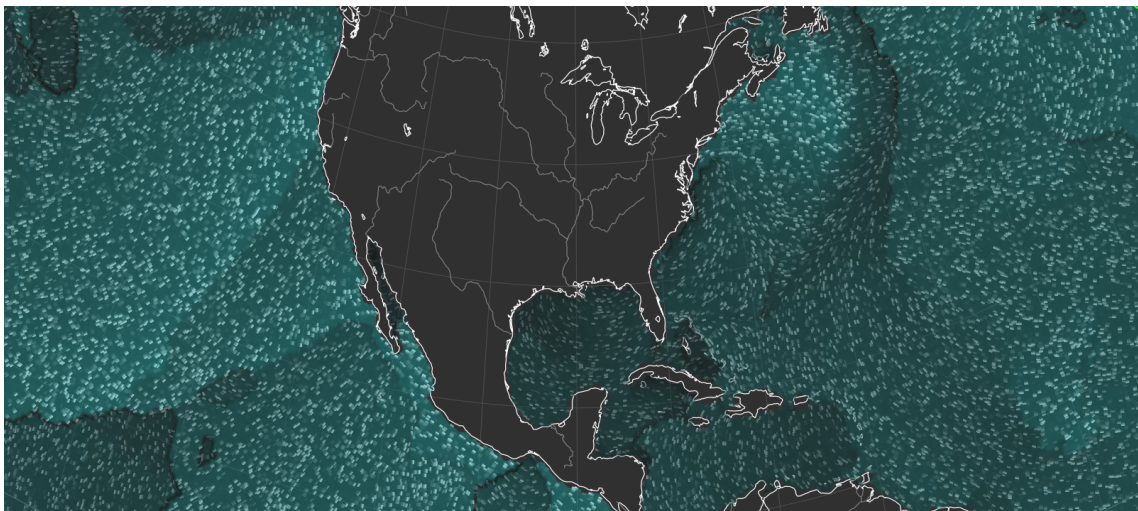
28 de Marzo del 2017

Breve resumen

Dejando atrás los sondeos atmosféricos ahora se estudiará el fenómeno de la variación de los niveles del mar en varios puntos costeros para estudiar la dinámica de las mareas dada por las fuerzas gravitacionales de la Luna, el Sol, la rotación de la Tierra y otras fuerzas externas. Para el estudio de las mareas se utilizarán los datos de las ciudades Coatzacoalcos, Veracruz, y Boston, Massachusetts. Datos que se obtendrán de la página del CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada) y del NOAA Tides & Currents (National Oceanic and Atmospheric Administration - Administración Nacional Oceánica y Atmosférica).

Introducción

Uno de los fenómenos mas estudiados y conocidos está en las masas de agua que forma parte de aproximadamente el 70 % del planeta tierra teniendose en cuenta que estos pueden movilizarse y cambiar el comportamiento tanto por factores internos del planeta, por factores externos, relativos a la posición del planeta respecto a otros o la posición de su satélite natural.



1. Mareas

1.1. Definición

La marea se define como la oscilación periódica del nivel del mar que resulta de la atracción gravitacional de la Luna y el Sol que actúa sobre la Tierra en rotación.

1.1.1. Etapas del proceso de las mareas

Son 4 etapas del proceso de las mareas:

1. El nivel del mar se eleva paulatinamente durante varias horas.
2. El nivel del agua alcanza su nivel más alto.
3. El nivel del agua desciende poco a poco durante varias horas.
4. El agua deja de descender y alcanza su nivel más bajo.

Las mareas no se presentan únicamente en los océanos, pueden ser provocadas en otros sistemas de agua siempre y cuando se den las condiciones necesarias.

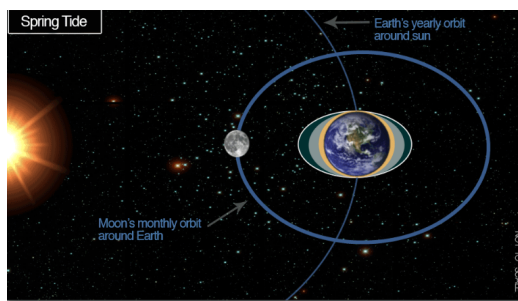
2. Componente lunar semidiurno principal

La a Marea Semidiurna se caracteriza por dos mareas altas y dos mareas bajas durante el día lunar, por eso el periodo es igual a la mitad del día lunar (12 h 25 m). Las alturas de las mareas altas y bajas siguientes tienen muy poca diferencia, debido a que la marea semidiurna se superpone a la marea diurna.

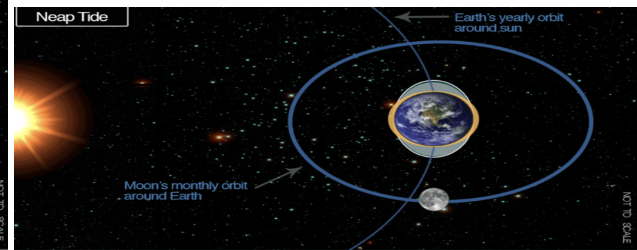
Este componente representa la rotación de la Tierra respecto a la Luna. Velocidad = $28,984\ 104\ 2^\circ$ por hora solar.

3. Variación de las mareas: marea muerta y de primavera (neap and spring tides)

Las mareas de primavera se dan dos veces por cada mes lunar en el transcurso del año sin considerar la estación del año. Las mareas muertas, las cuales se dan dos veces al mes, son provocadas cuando el Sol y la Luna se encuentran a 90° uno del otro.



(a) Marea de primavera.



(b) Marea muerta.

4. Altitud lunar

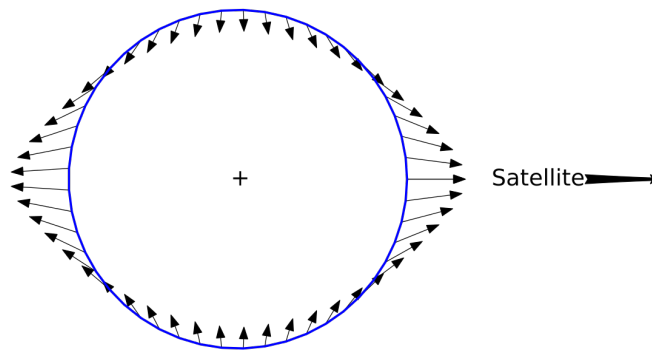


La separación entre la Luna y la Tierra también afecta la altura de las mareas. Cuando la Luna se encuentra lo más cercana posible a la Tierra, en el perigeo, el rango incrementa, y cuando esta alejada, el rango disminuye.

5. Física en las mareas

Isaac Newton (1642-1727) fue la primera persona en explicar las mareas como producto de la atracción gravitacional entre masas astronómicas. Su explicación de las mareas y otros fenómenos fue publicada en el Principia en 1687 y utilizó su teoría de gravitación universal para explicar a la atracción de la luna y el sol como el origen de la fuerza en las mareas.

Otro dato interesante es que en 1740, Académie Royale des Sciences de París, Francia, ofreció un premio para el mejor ensayo teórico sobre mareas. Daniel Bernoulli, Leonhard Euler, Colin Maclaurin and Antoine Cavalleri compartieron el galardón.



6. Fuerzas

La fuerza de las mareas producidas por un objeto con masa (Luna) sobre una pequeña partícula ubicada dentro o sobre un cuerpo (Tierra) es el vector que hace la diferencia entre la fuerza gravitacional de la Luna ejercida sobre una partícula, y la fuerza gravitacional que sería ejercida sobre la partícula si ésta estuviera ubicada en centro de masa de la Tierra. La fuerza gravitacional solar sobre la Tierra es en promedio 179 veces más fuerte que la lunar, pero debido a que el Sol está aproximadamente 389 veces más alejado de la Tierra, su campo gradiente es más débil. La fuerza en las mareas provocada por el sol es equivalente a un 46% de las provocadas por la Luna.

7. Ecuaciones de Laplace sobre las mareas

En 1776, Pierre-Simon Laplace formuló un sistema de ecuaciones lineales parciales para describir el flujo de las mareas. El efecto Coriolis está introducido al igual de la fuerza gravitacional.

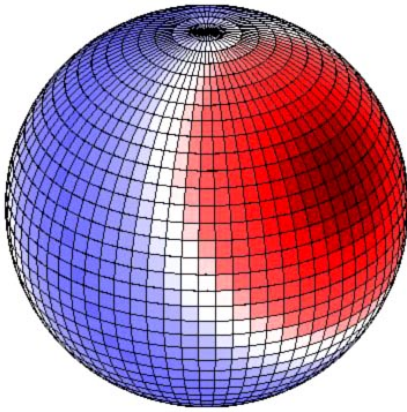
Para un fluido de espesor D , elevación vertical de la marea ξ , así como las componentes horizontales de la velocidad u y v (en la latitud φ y longitud λ , respectivamente) se satisfacen las ecuaciones de Laplace sobre las mareas:

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{1}{a \cos \varphi} \left[\frac{\partial}{\partial \lambda} (uD) + \frac{\partial}{\partial \varphi} (vD \cos \phi) \right] = 0, \quad (1)$$

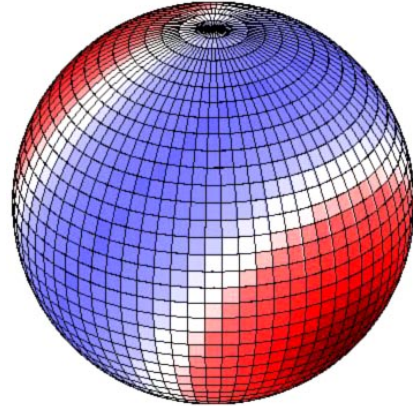
$$\frac{\partial u}{\partial t} - v(2\Omega \sin \varphi) + \frac{1}{a \cos \varphi} \frac{\partial}{\partial \lambda} (g\xi + U) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u(2\Omega \sin \varphi) + \frac{1}{a} \frac{\partial}{\partial \varphi} (g\xi + U) = 0 \quad (3)$$

Donde Ω es la frecuencia angular de la rotación del planeta, g es la aceleración gravitacional del planeta en la superficie del oceano, a es el radio planetario, y U es el potencial gravitacional externo de la fuerza de las mareas.



(a) Vista sobre el hemisferio Norte del globo terrestre.



(b) Globo terrestre rotado 180°.

Figura 2: Potencial gravitacional lunar

8. Principales Componentes Armónicos de las Mareas

Nombre	Símbolo	Periodo (hrs)
Límite de agua superficial de la luna principal	M_4	6.210300601
Límite de agua superficial de la luna principal	M_6	4.140200401
Agua superficial terdiurnal	MK_3	8.177140247
Abundancia de agua poco profunda de la energía solar principal	S_3	6
Cuarto de agua poco profunda diurna	MN_4	6.269173724
Principal lunar semidiurno	M_2	12.4206012
Principal solar semidiurno	S_2	12
Gran lunar elíptica semidiurna	N_2	12.65834751
Lunar diurno	K_1	23.93447213
Lunar diurno	O_1	25.81933871

Referencias

- [1] [HTTPS://WWW.IMPORTANCIA.ORG/MAREAS.PHP](https://www.importancia.org/mareas.php) *Mareas*
- [2] [HTTP://WWW.OCEANOGRAFIA-GRAL-FIS.AT.FCEN.UBA.AR/TP4-BIOL&GEOL/MAREAS-2010.PDF](http://www.oceanografia-gral-fis.at.fcen.uba.ar/TP4-BIOL&GEOL/MAREAS-2010.PDF) *Definición de mareas*
- [3] <https://en.wikipedia.org/wiki/Tide> *Mareas*
- [4] https://en.wikipedia.org/wiki/Theory_of_tides *Mareas*