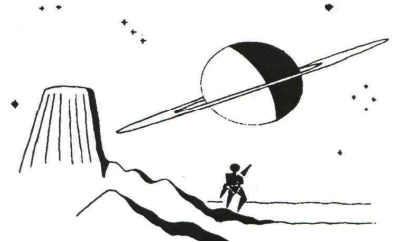




**SOVAFA**  
Sociedad Venezolana de  
Aficionados a la Astronomía



**Contacto con el Universo**

# **CONSIDERACIONES SOBRE UNA HIPOTESIS ACERCA DE LOS TERREMOTOS**

**Tobías Arias**  
**Caracas 10 Marzo 2.010**

ASPECTO ASTRONÓMICO DEL FENÓMENO DE LOS TERREMOTOS.—Las tensiones que sufre la superfoco de la Tierra (tanto la corteza, como los mares) debidas a la acción gravitatoria combinada del Sol y de la Luna, se denominan Fuerza de marea (Tidal Forces). Debido a ellas la masa líquida se alza más de tres metros sobre el nivel normal, y la corteza sólida, alrededor de 50 centímetros.

Ahora bien, la fuerza resultante que se esconde tras las Fuerzas de Marea, se llama "Gravitación Diferencial". Esta fuerza es la resultante de la atracción gravitatoria ejercida por dos partículas próximas sobre una tercera partícula más apartada. La manifestación más elocuente de Gravitación Diferencial es la producida por el Sol y la Luna sobre la Tierra, como dijimos anteriormente.

La fórmula para calcular la Gravitación Diferencial se deduce fácilmente de la Ley de la Gravitación Universal, de Newton. En efecto, sean  $F_1$  y  $F_2$  las fuerzas presentes, las cuales se manifiestan en dos partículas separadas entre sí por la distancia ( $d$ ) y las cuales distan a su vez (la más próxima) la distancia  $R$  de una partícula atrayente mucho mayor. Entonces podemos escribir:

$$F_1 - F_2 = \frac{KM}{R^2} - \frac{KM}{(R+d)^2}$$

donde  $K$  es la Constante de Newton,  $M$  es la masa del cuerpo atrayente mayor. En el caso de las mareas,  $R$  es la distancia del Sol a la superficie expuesta a él, y  $(R+d)$  es la distancia a la cara opuesta.

Desarrollando la expresión anterior, tenemos:

$$\Delta F = F_1 - F_2 = KM \frac{(R+d)^2 - R^2}{R^2(R+d)^2} = KM \frac{R^2 + 2dR + d^2 - R^2}{R^2(R^2 + 2dR + d^2)}$$

$$\Delta F = \frac{2Rd + d^2}{R^4 + 2R^2d + R^2d^2} \cdot KM = KM \cdot \frac{2Rd}{R^4} = \frac{2KM \cdot d}{R^3}$$

$$\Delta F = \frac{2KM \cdot d}{R^3} \text{ (dinass)}$$

Como ( $d$ ) es muy pequeña en comparación con ( $R$ ), los términos de segundo grado de ( $d$ ) y sus productos por ( $R$ ), se pueden despreciar. Entonces: "La fuerza perturbadora o "diferencia gravitacional", es inversamente proporcional al cubo de la distancia entre el cuerpo perturbado y el perturbador."

Haciendo uso de la fórmula anterior calcularemos las fuerzas de marea o "diferencia gravitacional" que el Sol y la Luna ejercen sobre la Tierra por unidad de masa, o sea, por cada gramo de materia.

$$\Delta F_{\text{Sol}} = \frac{2KM \cdot d}{R^3} \quad K = 6,65 \cdot 10^{-8} \left( \frac{\text{dinass}}{\text{cm}^2 \cdot \text{g}} \right) = \text{const. Newton}$$

Donde:  $M_{\text{Sol}} = 2 \cdot 10^{33}$  (gr).  $d = 2R_{\text{Tierra}} = 2 \times 6,378$  (cm).  
 $R = 1,495 \cdot 10^{13}$  (cm) = Tierra-Sol

Substituyendo:  $\Delta F_{\text{Sol}} = \frac{2 \cdot 6,65 (2 \cdot 10^{33}) (2 \cdot 6,378 \cdot 10^8)}{10^8 (1,495 \cdot 10^{13})^3} =$

$$\Delta F_{\text{Sol}} = 101,54 \cdot 10^{-6} = 1,01 \cdot 10^{-4} \left( \frac{\text{dinass}}{\text{gr}} \right)$$

La "Fuerza de marea" originada por la Luna será, a su vez,

$$\Delta F_{Luna} = \frac{2K \cdot M \cdot d}{R^3} \cdot M_{Luna} = \frac{M_{Tierra}}{81} = \frac{6 \cdot 10^{27} \text{ (gr)}}{81} = 7,41 \cdot 10^{25} \text{ (gr)}$$

$$\Delta F_{Luna} = \frac{2 \cdot 6,65 (7,41 \cdot 10^{25}) (1,275 \cdot 10^9)}{10^8 (3,84 \cdot 10^{10})^3} = 2,22 \cdot 10^{-4} \left( \frac{\text{dinas}}{\text{gr}} \right)$$

Como se observa, según estos dos resultados, la Fuerza de marea depende mucho más de la distancia entre los cuerpos afectados, que de la masa del cuerpo perturbado. Así, la Luna, con una masa veintiocho millones trecientas mil veces inferior a la del Sol, ejerce, sin embargo, una Gravitación diferencial, también llamada "diferencia gravitacional", 2,20 veces mayor que la producida por el Sol.

CALCULO DE LAS MAREAS PRODUCIDAS POR EL SOL Y LA LUNA.

Como la diferencia gravitacional en (dinas / gr.), calcularemos cuanto subirá una columna de agua de 1 (cm<sup>3</sup>), que pesa 1 (gr), y la que equivale a una columna que tuviera 1 (mm)<sup>2</sup> de sección y 1.000 (mm) de altura. La fórmula es:

$$g = 9,81 \left( \frac{\text{cm}}{\text{seg}^2} \right)$$

$$h = 10^3 (1,01 \cdot 10^{-4}) \cdot g$$

$$g = \text{densidad materia.}$$

$$h = 10^3 \cdot \Delta F \cdot g \cdot \frac{1}{g}$$

$$\Delta F_{Sol} = 1,01 \cdot 10^{-4} \left( \frac{\text{dinas}}{\text{gr}} \right)$$

$$h = 991 \text{ (cm)}$$

Debido a la atracción del Sol la Pleamar puede llegar a 3(m) sobre el nivel normal de las aguas del mar.

La acción combinada del Sol y la Luna produce la siguiente elevación para la masa líquida (mares) :

$$h_{mar} = 10^3 (\Delta F_{Luna} + \Delta F_{Sol}) \cdot g$$

$$h_{mar} = 10^3 (2,22 \cdot 10^{-4} + 1,01 \cdot 10^{-4}) (9,81 \cdot 10^3) = 3168,63 \text{ (mm)} = 316,8 \text{ (cm)}$$

$$\Delta F_{Luna} = 2,22 \cdot 10^{-4} \left( \frac{\text{dinas}}{\text{gr}} \right)$$

La elevación para la corteza terrestre se calcula de la misma manera, sólo que  $\rho$  (delta) será igual a 5,5 (gr/cm<sup>3</sup>), densidad promedio de la Tierra. Esto aumentará cuando la Luna está en Perigeo, en la Luna Nueva o Luna Llena, elevando la posibilidad de que se produzcan Sismos. El cálculo es el siguiente:

$$h_{Tierra} = \frac{10^3 (\Delta F_{Luna} + \Delta F_{Sol})}{\rho_{Tierra}} \cdot g = \frac{10^3 (2,22 \cdot 10^{-4} + 1,01 \cdot 10^{-4}) (9,81 \cdot 10^3)}{5,5}$$

$$h_{Tierra} = \frac{118,7 \text{ (cm)}}{5,5} = 21,58 \text{ (cm)}$$

Concluimos que, con relación a las fuerzas gravitacionales, el objeto celeste que más influye sobre la Tierra, es la Luna, pues la Fuerza de marea que provoca sobre ella, es 2,22 veces más intensa que la del Sol, y por eso aconsejan sembrar las plantas en Novilunio y podarlas en la misma fase lunar, pues el agua del sub-suelo y la savia suben con más facilidad por los vasos leñosos de los tallos.

EXTRAÑA OCURRENCIA DE GRAN NUMERO DE SISMOS CUANDO LA TIERRA

ESTUVO EN LAS CERCANIAS DEL PERIHELIO.

He notado que un importante número de terremotos, de fuerte intensidad, han tenido lugar cuando la Tierra ha estado cerca de su Perihelio, o sea, unos cuantos días antes o después de alcanzar su menor distancia al Sol, y esto combinado, en muchos casos, con la Luna situada en las Sicigias, esto es, en Oposición o Conjunción con el Sol. La Tierra suele llegar al Perihelio alrededor del 1° o 3 de Enero de cada año, justamente cuando inicia un nuevo periplo alrededor del astro rey. Cuando la Luna llega a estar en Conjunción con el Sol, se produce la fase llamada Luna Nueva, origen del Mes Lunar, y cuando se sitúa en Oposición con el mismo, se produce la fase Luna Llena.

A continuación haremos mención de algunos terremotos que han sucedido en las circunstancias antes mencionadas, con poca variación, pero antes debo dejar asentado que el cálculo de la llamada Edad de la Luna lo he realizado por medio de unas Tablas publicadas en un viejo ejemplar de la hoy desaparecida Revista de Astronomía editada por el Profesor de esta Ciencia, el astrónomo Dr. Ignacio Ferrín, de la Universidad de Los Andes. La Revista llevaba por nombre "Universo". Las Tablas en cuestión las calculó el astrónomo aficionado Odilón Correa, de una agrupación de aficionados del Brasil. Anexo fotocopia del artículo en cuestión.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto calculé la Edad de la Luna para algunos terremotos que se han sucedido en la historia de los mismos. Mencionaré algunos :

1) Edad de la Luna cuando el terremoto el 26 de Marzo de 1.812, que destruyó a Caracas: Edad de la Luna = 13 días, o sea, le faltaba 1 día para ser Luna Llena o Plenilunio.

2) Edad de la Luna (días transcurridos después de la Luna Nueva) cuando sucedió el terremoto del 29 de Julio de 1.967 (Terremoto de Caracas), de gran intensidad: E. de la L.=23 días (faltaban 5 días para ser Luna Nueva).

3) E. de la Luna, cuando sucedió el terremoto de Haití, el día Martes 12 de Enero de 2.010, a la hora 16 h. 53 m. 10 s., el cual destruyó totalmente a la capital, Puerto Príncipe. Edad de la Luna=26 días. (Faltaban 2 días para ser Luna Nueva).

4) Edad de la Luna, cuando sucedió el gran terremoto de Chile, a la hora 4 del día Sábado 27 de Febrero de 2.010 : 12 (doce) días. Faltaban 2 días para ser Luna Llena.

5) Edad de la Luna, cuando el segundo terremoto de Chile (no fué réplica), el día Jueves 11 de Marzo de 2.010 : 25 días (Faltaban 3 días para la Luna Nueva).

NOTA.- A grandes rasgos observamos que algunos terremotos (acaso la mayoría) acontecen en las cercanías del Perihelio y con la Luna en las Sicigias, lo cual es explicable por sumarse las atracciones gravitatorias del Sol y de la Luna.

Caracas, 10 de Marzo de 2.010.

C. E. C.

## TABLAS PARA EL CALCULO DE LA EDAD DE LA LUNA

Odilon Siabes Corrêa  
 UNIÃO BRASILEIRA DE ASTRONOMIA  
 R. Joaquim Antonio Dutra, 256  
 38.180 - Araxá - MG, BRASIL.

En una Circular Informativa de la Agrupación Astronómica de Sabadell, R. Musach describe un método simple y práctico para calcular la fase de la Luna en una fecha cualquiera. A pesar de su simplicidad, este método envuelve muchas operaciones aritméticas, inclusive algunas divisiones y multiplicaciones.

Con la finalidad de tornarlo aún más práctico, he elaborado unas tablas que suprimen todas las divisiones y multiplicaciones. De este modo, después de consultar las tablas, hacemos solamente unas pocas adiciones y sustracciones y ya obtenemos el resultado. Las tablas son utilizables para fechas comprendidas entre el 15 de Octubre de 1582 y el 31 de Diciembre de 2299. Por lo tanto pienso que son suficientemente útiles para los propósitos de la mayoría. Debo hacer notar que los números para los meses de Enero, Febrero, Marzo y abril no son los mismos descritos por Musach. El utilizó el número uno para Enero y Marzo, y el número dos para Febrero y Abril.

A fin de mostrar la utilización de estas tablas, calculemos la edad de la Luna para el 7 de Junio de 1984.

Buscamos el año 84 en la parte izquierda de la Tabla 1. Ahora seguiremos por esta línea, en dirección a la derecha, hasta la columna abajo del siglo 19, donde está el número 96. En la tabla 2, para el mes de junio, tenemos el número 4. Luego, sumamos los números 96, 4 y 7, lo que nos da 107. Le restamos 19 (número del siglo) y 20 (constante), y obtenemos 68. Le restamos 30 hasta que obtenemos un número inferior a 30. Así, finalmente obtenemos el número 8, que es la edad de la Luna para nuestro caso. Es decir, aproximadamente el día 7 de junio de 1984 ha habido Luna creciente.

En resumen, tenemos la siguiente secuencia de cálculos:

Para el año 84 y siglo 19      96      (Tabla 1)  
 Para el mes de junio      + 4      (Tabla 2)  
 El día del mes      + 7

El siglo (la primera de *la* *monie*)      107  
 Número siempre constante      - 19  
     - 20

Treinta veces dos      68  
 Edad de la Luna      - 60  
     -----  
     8 días

He calculado la edad de la Luna algunas veces, para comprobar los resultados mostrados en las Tablas, habiendo obtenido siempre un error máximo de 1 día, lo que viene a reforzar las palabras de Musach.

TABLA I- TABLAS PARA EL CALCULO DE LA EDAD DE LA LUNA

*Q. últimos números del año) (2. primeros números)*

Años														
22	21	20	19	18	17	16							15	14
00	19	38	57	76	95	175	120	64	08	162	106	51	2	
01	20	39	58	77	96	186	131	75	19	173	117	62	3	
02	21	40	59	78	97	197	142	86	30	184	128	73	4	
03	22	41	60	79	98	208	153	97	41	195	139	84	5	
04	23	42	61	80	99	10	164	108	52	206	150	95	6	
05	24	43	62	81		21	175	119	63	08	161	106	7	
06	25	44	63	82		32	186	130	74	19	172	117	8	
07	26	45	64	83		43	197	141	85	30	183	128	9	
08	27	46	65	84		54	208	152	96	41	194	139	10	
09	28	47	66	85		65	10	163	107	52	205	150	11	
10	29	48	67	86		76	21	174	118	63	07	161	12	
11	30	49	68	87		87	32	185	129	74	18	172	13	
12	31	50	69	88		98	43	196	140	85	29	183	14	
13	32	51	70	89		109	54	207	151	96	40	194	15	
14	33	52	71	90		120	65	09	162	107	51	205	16	
15	34	53	72	91		131	76	20	173	118	62	07	17	
16	35	54	73	92		142	87	31	184	129	73	18	18	
17	36	55	74	93		153	98	42	195	140	84	29	19	
18	37	56	75	94		164	109	53	206	151	95	40	20	

TABLA II

Meses	00	Mayo	03	Septiembre
Enero	00	Junio	04	Octubre
Febrero	01	Julio	05	Noviembre
Marzo	00	Agosto	06	Diciembre
Abril	01			

REFERENCIAS.

Musach, R., "Circular Informativa", Agrupación Astronómica de Sabadell, España, N° 255, Diciembre, (1980).

## NOTA EDITORIAL

Este número de UNIVERSO está saliendo retrasado, a fin de incluir material de última hora sobre los cometas Giacobini-Zwicky y Halley.

El número de Enero de 1986, también saldrá retrasado, por la razón. El cometa Halley dejará de ser observable a partir de la semana de Enero, fecha en que entrará a imprenta UNIVERSO 21. Se espera que ese sea un Número Especial sobre Halley. Los observadores deben de enviar sus observaciones prontamente, a fin de poder incluir dicho número, el cual se espera llegue a los subscriptores en Febrero 1986, antes de que el cometa salga de su encuentro con el Sol. Contamos con muchas sugerencias basadas en la experiencia de los observadores aplicables a la segunda parte de la campaña de observación.