

Reporte 7 [Mareas]

Antonio Cota Rodríguez

Introducción

La marea es el cambio periódico del nivel del mar producido principalmente por la fuerza de atracción gravitatoria que ejercen el Sol y la Luna sobre la Tierra. Aunque dicha atracción se ejerce sobre todo el planeta, tanto en su parte sólida como líquida y gaseosa, nos referiremos en este artículo a la atracción de la Luna y el Sol, juntos o por separado, sobre las aguas de los mares y océanos. Sin embargo, hay que indicar que las mareas de la litosfera son prácticamente insignificantes, con respecto a las que ocurren en el mar u océano (que pueden modificar su nivel en varios metros) y, sobre todo, en la atmósfera, donde puede variar en varios km de altura, aunque en este caso, es mucho mayor el aumento del espesor de la atmósfera producido por la fuerza centrífuga del movimiento de rotación en la zona ecuatorial (donde el espesor de la atmósfera es mucho mayor) que la modificación introducida por las mareas en dicha zona ecuatorial.

Otros fenómenos ocasionales, como los vientos, las lluvias, el desborde de ríos y los tsunamis provocan variaciones del nivel del mar, también ocasionales, pero no pueden ser calificados de mareas, pero que no están causados por la fuerza gravitatoria.

Series de tiempo

Una serie de tiempo es una secuencia de puntos datos, medidos típicamente en puntos sucesivos en el tiempo espaciados en intervalos de tiempos uniformes. Normalmente estas se representan con mucha frecuencia a través de los gráficos de líneas. Las series temporales se utilizan en las estadísticas, procesamiento de señales, reconocimiento de patrones, la econometría, finanzas matemáticas, la predicción del tiempo, la predicción de terremotos, electroencefalografía, la ingeniería de control, la astronomía y la ingeniería de comunicaciones.

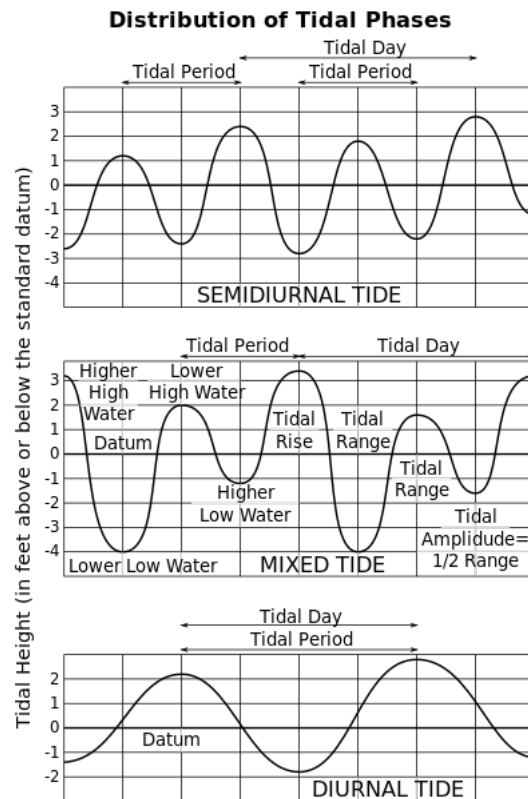
Teoría de las mareas

La teoría dinámica de las mareas describe y predice el comportamiento real de las olas en los océanos. Mientras que Newton explicaba las mareas describiendo una fuerza generadora de las mareas y Bernoulli dio una descripción de la reacción estática del agua en la Tierra al potencial de marea, la teoría dinámica de las

mareas, desarrollada por Pierre-Simon Laplace describe la reacción real a las fuerzas de marea del océano. La teoría de Laplace de los mareas de los océanos toma en cuenta la fricción, resonancia y los periodos naturales de las cuencas oceánicas.

Componentes de las mareas

Los cambios de las mareas son el resultado neto de múltiples influencias que actúan sobre diferentes períodos. Estas influencias se denominan componentes de la marea. Los principales son la rotación de la Tierra, las posiciones de la Luna y el Sol respecto a la Tierra, la altitud de la Luna (elevación) sobre el ecuador de la Tierra, y la batimetría (el equivalente oceánico de la topografía). Estos componentes determinan las frecuencias de los armónicos, es decir que existe una estrecha relación con los ciclos de las fuerzas astronómicas, mencionadas anteriormente.



Código de Fortran

A continuación se brindará el código para Fortran.

```
PROGRAM Mareas

IMPLICIT NONE
REAL, DIMENSION (7674):: altura
INTEGER :: i
!-----
REAL :: Dif, Maxm1, Maxm2, Maxm3, Maxm4, Maxm5
REAL :: Tiempom1x, Tiempom2x, Tiempom3x, Tiempom4x, Tiempom5x
!-----
REAL :: Dif2, Minm1, Minm2, Minm3, Minm4, Minm5
REAL :: Tiempom1n, Tiempom2n, Tiempom3n, Tiempom4n, Tiempom5n
!-----
REAL :: Dif3, Maxd1, Maxd2, Maxd3, Maxd4, Maxd5
REAL :: Tiempod1x, Tiempod2x, Tiempod3x, Tiempod4x, Tiempod5x
!-----
REAL :: Dif4, Mind1, Mind2, Mind3, Mind4, Mind5
REAL :: Tiempod1n, Tiempod2n, Tiempod3n, Tiempod4n, Tiempod5n
!-----
REAL :: PeriodomM1, PeriodomM2, PeriodomM3, PeriodomM4, PeriodomM5
REAL :: PeriodomN1, PeriodomN2, PeriodomN3, PeriodomN4, PeriodomN5
REAL :: PeriododM1, PeriododM2, PeriododM3, PeriododM4, PeriododM5
REAL :: PeriododN1, PeriododN2, PeriododN3, PeriododN4, PeriododN5
!-----
REAL :: Periodo_mensual_max
REAL :: Periodo_mensual_min
REAL :: Periodo_diario_max
REAL :: Periodo_diario_min
!-----

OPEN (1,file="Mareas.csv")

DO i=1,7674
  READ (1,*) altura(i)
END DO
CLOSE (1)

Maxm1 = 0
DO i=1,1344
```

```

Dif=Maxm1 - altura(i)
IF (Dif < 0) THEN
Maxm1 = altura (i)

Tiempom1x= i/48.0

END IF
END DO

Maxm2 = 0
DO i=1345,2690
Dif = Maxm2 - altura(i)
IF (Dif < 0) THEN
Maxm2 = altura(i)

Tiempom2x=i/48.0
END IF
END DO

Maxm3 = 0
DO i=2691,4035
Dif = Maxm3 - altura(i)
IF (Dif < 0) THEN
Maxm3 = altura (i)

Tiempom3x=i/48.0
END IF
END DO

Maxm4 = 0
DO i=4036,5380
Dif = Maxm4 - altura(i)
IF (Dif < 0) THEN
Maxm4 = altura (i)

Tiempom4x=i/48.0
END IF
END DO

Maxm5 = 0
DO i=5381, 6725
Dif = Maxm5 - altura(i)
IF (Dif < 0) THEN
Maxm5 = altura (i)

```

```
Tiempom5x=i/48.0
END IF
END DO
```

!-----

```
Minm1 = 0
DO i= 1, 1344
Dif2= Minm1 - altura(i)
IF (Dif2> 0) THEN
Minm1 = altura (i)
```

```
Tiempom1n=i/48.0
END IF
END DO
```

```
Minm2 = 0
DO i= 1345, 2690
Dif2= Minm2 - altura(i)
IF (Dif2> 0) THEN
Minm2 = altura (i)
```

```
Tiempom2n=i/48.0
END IF
END DO
```

```
Minm3 = 0
DO i= 2691, 4035
Dif2= Minm3 - altura(i)
IF (Dif2> 0) THEN
Minm3 = altura (i)
```

```
Tiempom3n=i/48.0
END IF
END DO
```

```
Minm4 = 0
DO i= 4036, 5380
Dif2= Minm4 - altura(i)
IF (Dif2> 0) THEN
Minm4 = altura (i)
```

```
Tiempom4n=i/48.0
END IF
END DO
```

```

Minm3 = 0
DO i= 5381, 6725
Dif2= Minm5 - altura(i)
IF (Dif2> 0) THEN
Minm5 = altura (i)

```

```

Tiempom5n=i/48.0
END IF
END DO

```

!-----

```

Maxd1 = 0
DO i= 18, 65
Dif3= Maxd1- altura(i)
IF (Dif3< 0) THEN
Maxd1 = altura (i)

```

```

Tiempod1x= i * 0.5

```

```

END IF
END DO

```

```

Maxd2 = 0
DO i= 66, 113
Dif2= Maxd2 - altura(i)
IF (Dif3< 0) THEN
Maxd2 = altura(i)

```

```

Tiempod2x=(i* 0.5)

```

```

END IF
END DO

```

```

Maxd3 = 0
DO i= 114, 161
Dif3= Maxd3 - altura(i)
IF (Dif3< 0) THEN
Maxd3 = altura (i)

```

```

Tiempod3x=(i* 0.5)

```

```

END IF
END DO

```

```

Maxd4 = 0
DO i= 162, 209
Dif3= Maxd4 - altura(i)
IF (Dif3< 0) THEN
Maxd4 = altura (i)

```

```

Tiempod4x=(i* 0.5)

```

```

END IF
END DO

```

```

Maxd5 = 0
DO i= 210, 257
Dif3= Maxd5 - altura(i)
IF (Dif3< 0) THEN
Maxd5 = altura (i)

```

```

Tiempod5x=(i* 0.5)

```

```

END IF
END DO

```

```

!-----

```

```

Mind1 = 0
DO i= 18, 65
Dif4= Mind1 - altura(i)
IF (Dif4> 0) THEN
Mind1 = altura (i)

```

```

Tiempod1n=i * 0.5

```

```

END IF
END DO

```

```

Mind2 = 0
DO i= 66, 113
Dif4= Mind2 - altura(i)
IF (Dif2> 0) THEN
Mind2 = altura (i)

```

```

Tiempod2n=( i * 0.5)

```

```

END IF
END DO

```

```

Mind3 = 0
DO i= 114, 161
Dif4= Mind3 - altura(i)
IF (Dif4> 0) THEN
Mind3 = altura (i)

```

```

Tiempod3n=(i* 0.5)

```

```

END IF
END DO

```

```

Mind4 = 0
DO i= 162, 209
Dif4= Mind4 - altura(i)
IF (Dif4> 0) THEN
Mind4 = altura (i)

```

```

Tiempod4n=(i* 0.5)

```

```

END IF
END DO

```

```

Mind5 = 0
DO i= 210, 257
Dif4= Mind5 - altura(i)
IF (Dif4> 0) THEN
Mind5 = altura (i)

```

```

Tiempod5n=(i* 0.5)

```

```

END IF
END DO

```

```

!-----

```

```

PeriodomM1 = Tiempom1x
PeriodomM2 = Tiempom2x - Tiempom1x
PeriodomM3 = Tiempom3x - Tiempom2x
PeriodomM4 = Tiempom4x - Tiempom3x
PeriodomM5 = Tiempom5x - Tiempom4x

```

```

PeriodomN1 = Tiempom1n
PeriodomN2 = Tiempom2n - Tiempom1n
PeriodomN3 = Tiempom3n - Tiempom2n
PeriodomN4 = Tiempom4n - Tiempom3n
PeriodomN5 = Tiempom5n - Tiempom4n

```



```

PeriododM1 = Tiempod1x
PeriododM2 = Tiempod2x - Tiempod1x
PeriododM3 = Tiempod3x - Tiempod2x
PeriododM4 = Tiempod4x - Tiempod3x
PeriododM5 = Tiempod5x - Tiempod4x

PeriododN1 = Tiempod1n
PeriododN2 = Tiempod2n - Tiempod1n
PeriododN3 = Tiempod3n - Tiempod2n
PeriododN4 = Tiempod4n - Tiempod3n
PeriododN5 = Tiempod5n - Tiempod4n

!-----

Periodo_mensual_max = (PeriododM1 + PeriododM2 + PeriododM3 + PeriododM4 + PeriododM5)/5.0

Periodo_mensual_min = (PeriododN1 + PeriododN2 + PeriododN3 + PeriododN4 + PeriododN5)/5.0

Periodo_diario_max = (PeriododM1 +PeriododM2 +PeriododM3 + PeriododM4 + PeriododM5)/5.0

Periodo_diario_min = (PeriododN1 +PeriododN2 +PeriododN3 + PeriododN4 + PeriododN5)/5.0


Print *, 'Las mareas maximas mensuales fueron:'
Print *, 'Primer mes:', Maxm1, 'En el dia:', Tiempom1x
Print *, 'Segundo mes:', Maxm2, 'En el dia:', Tiempom2x
Print *, 'Tercer mes:', Maxm3, 'En el dia:', Tiempom3x
Print *, 'Cuarto mes:', Maxm4, 'En el dia:', Tiempom4x
Print *, 'Quinto mes:', Maxm5, 'En el dia:', Tiempom5x

Print *, 'Las mareas minimas mensuales fueron:'

Print *, 'Primer mes:', Minm1, 'En el dia:', Tiempom1n
Print *, 'Segundo mes:', Minm2, 'En el dia:', Tiempom2n
Print *, 'Tercer mes:', Minm3, 'En el dia:', Tiempom3n
Print *, 'Cuarto mes:', Minm4, 'En el dia:', Tiempom4n
Print *, 'Quinto mes:', Minm5, 'En el dia:', Tiempom5n

Print *, 'El periodo mensual de la marea maxima es:', Periodo_mensual_max, 'dias'

Print *, 'El periodo mensual de la marea minima es:', Periodo_mensual_min, 'dias'

Print *, 'Las mareas maximas diarias fueron:'
Print *, 'Primer dia:', Maxd1

```

```

Print *, 'Segundo dia:',Maxd2
Print *, 'Tercer dia:',Maxd3
Print *, 'Cuarto dia:',Maxd4
Print *, 'Quinto dia:',Maxd5

Print *, 'Las mareas minimas diarias fueron:'

Print *, 'Primer dia:',Mind1
Print *, 'Segundo dia:',Mind2
Print *, 'Tercer dia:',Mind3
Print *, 'Cuarto dia:',Mind4
Print *, 'Quinto dia:',Mind5

Print *, 'El periodo diario de la marea maxima es:', Periodo_diario_max, 'hrs'

Print *, 'El periodo diario de la marea minima es:', Periodo_diario_min, 'hrs'

end program Mareas

```

Análisis de datos

La siguiente imagen muestra los datos que se utilizarán para describir la variación del nivel del agua respecto al tiempo durante lo que duró el experimento.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	-0.097 286 6458333333							
3	-0.104 286 6666666667							
4	-0.109 286 6875							
5	-0.112 286 7063333333							
6	-0.117 286 7291666667							
7	-0.121 286 75							
8	-0.123 286 7708333333							
9	-0.127 286 7916666667							
10	-0.129 286 8125							
11	-0.130 286 8333333333							
12	-0.137 286 8541666667							
13	-0.132 286 875							
14	-0.113 286 8958333333							
15	-0.003 286 9166666667							
16	0.049 286 9375							
17	0.03 286 9583333333							
18	0.023 286 9791666667							
19	-0.054 287							
20	-0.069 287 0208333333							
21	-0.076 287 0416666667							
22	-0.084 287 0625							
23	-0.094 287 0833333333							
24	-0.104 287 1041666667							
25	-0.117 287 125							
26	0.127 287 1458333333							
27	-0.134 287 1666666667							
28	-0.141 287 1875							
29	-0.148 287 2083333333							
30	-0.147 287 2291666667							
31	-0.151 287 25							

A continuación se muestra una imagen de los datos proporcionados por el programa en Fortran.

Al utilizar todos estos datos y el programa 'gnuplot' pasamos a graficar, con unos ejes adecuados queda de la siguiente manera:

