

Reporte Producto 7: Descripción de actividades

Carolina Valenzuela Córdova

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.

El fenómeno de las mareas es conocido desde la antigüedad. Parece ser que Piteas fue el primero en señalar la relación entre la amplitud de la marea y las fases de la Luna, así como su periodicidad. Plinio el Viejo en su *Naturalis Historia* describe correctamente el fenómeno y piensa que la marea está relacionada con la Luna y el Sol. Mucho más tarde, Bacon, Kepler y otros trataron de explicar ese fenómeno, admitiendo la atracción de la Luna y del Sol. Pero fue Isaac Newton en su obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* quien dio la explicación de las mareas aceptada actualmente. Más tarde, Pierre Simon-A continuación se recogen los principales términos empleados en la descripción de las mareas:

Marea alta o pleamar: momento en que el agua del mar alcanza su máxima altura dentro del ciclo de las mareas. Marea baja o bajamar: momento opuesto, en que el mar alcanza su menor altura. Laplace y otros científicos ampliaron el estudio de las mareas desde un punto de vista dinámico. Isaac Newton realizó varios estudios científicos del comportamiento de las mareas y calculó la altura de éstas según la fecha del mes, la estación del año y la latitud. Más tarde, Simon Laplace complementó los estudios de Newton.

A continuación se recogen los principales términos empleados en la descripción de las mareas:

*Marea alta o pleamar: momento en que el agua del mar alcanza su máxima altura dentro del ciclo de las mareas.

*Marea baja o bajamar: momento opuesto, en que el mar alcanza su menor altura. El tiempo aproximado entre una pleamar y la bajamar es de 6 horas, completando un ciclo de 24 horas 50 minutos.

En la última actividad del curso, se analizó un conjunto de series de tiempo de un sensor que mide: Fecha (mm/dd/aaaa), tiempo (cada 30min), presión (kPa), temperatura del agua (°C), nivel del mar (metros) y día del año (DOY=Day of Year: 1-365). Tenemos un archivo con datos,

que nos ha proporcionado el Dr. Julio César Rodríguez, del Departamento de Agricultura. Los datos se proporcionan en un archivo en formato de Excel, el cual fue necesario modificar para que el programa producido en Fortran pudiera leerlo y graficarlo. Algunas modificaciones consistieron en cambiar el formato de las horas, adecuar el conteo de los días y acomodar todos los datos en columnas pertinentes para que el programa graficara solamente lo que necesitamos, es decir, todas las mareas mínimas y máximas. Además, como parte de la actividad, también se pedía calcular distancias entre valles y crestas de las gráficas obtenidas a lo largo de la misma.

A continuación se presenta una gráfica obtenida con el programa producido de todos los datos proporcionados por el archivo en excel:

*Código final:

```

Program Mareas
Implicit None

real, dimension (1:7674) :: Altura
real :: Max1, Max2, Max3, Max4, Max5, Min1, Min2, Min3, Min4, Min5
real :: Tiempo1M, Tiempo2M, Tiempo3M, Tiempo4M, Tiempo5M, Tiempo1MIN, Tiempo2MIN
real :: Tiempo3MIN, Tiempo4MIN, Tiempo5MIN, Periodomax1, Periodomax2, Periodomax3, k
real :: Periodomax4, Periodomin1, Periodomin2, Periodomin3, Periodomin4, Promax, Promin
real:: Maxdiurno1, Maxdiurno2, Maxdiurno3, Maxdiurno4
real :: Maxnocturno1, Maxnocturno2, Maxnocturno3, Maxnocturno4
real :: TiempoMaxdiurno1,TiempoMaxdiurno2,TiempoMaxdiurno3,TiempoMaxdiurno4
real :: TiempoMaxnocturno1,TiempoMaxnocturno2,TiempoMaxnocturno3,TiempoMaxnocturno4
real:: Periodomaxdiurno1,Periodomaxdiurno2,
Periodomaxdiurno3,Periodomaxnocturno1, Periodomaxnocturno2, Periodomaxnocturno3
real :: Promaxdiurno, Promaxnocturno
integer :: i

open (1, file="Mareas.csv")
do i=1, 7674
read (1,*) Altura (i)
end do
close (1)

Max1=0
do i=1, 1440
k= Max1-Altura(i)
if (k<0) then
Max1= Altura(i)
Tiempo1M=i/48.00
end if
end do

```

```
Max2=0
do i=1441, 2880
k=Max2-Altura(i)
if (k<0) then
Max2= Altura(i)
Tiempo2M=i/48.00
```

```
end if
end do
```

```
Max3=0
do i=2881,4320
k= Max3-Altura(i)
if (k<0) then
Max3= Altura (i)
Tiempo3M=i/48.00
end if
end do
```

```
Max4=0
do i=4321,5761
k= Max4-Altura(i)
if (k<0) then
Max4= Altura (i)
Tiempo4M=i/48.00
end if
end do
```

```
Max5=0
do i=5762,7202
k= Max5-Altura(i)
if (k<0) then
Max5= Altura(i)
Tiempo5M=i/48.00
end if
end do
```

```

Min1=0
do i=1, 1440
k= Min1-Altura(i)
if (k>0) then
Min1= Altura(i)
Tiempo1MIN=i/48.00
end if
end do

```

```

Min2=0
do i=1441, 2880
k=Min2-Altura(i)
if (k>0) then
Min2= Altura(i)
Tiempo2MIN=i/48.00

end if
end do

```

```

Min3=0
do i=2881,4320
k= Min3-Altura(i)
if (k>0) then
Min3= Altura (i)
Tiempo3MIN=i/48.00
end if
end do

```

```

Min4=0
do i=4321,5761
k= Min4-Altura(i)
if (k>0) then
Min4= Altura (i)
Tiempo4MIN=i/48.00
end if
end do

```

```

Min5=0
do i=5762,7202
k= Min5-Altura(i)
if (k>0) then
Min5= Altura(i)
Tiempo5MIN=i/48.00

```

```
end if
end do
```

```
Maxdiurno1=0
do i=1,24
k=Maxdiurno1-Altura(i)
if (k<0) then
Maxdiurno1= Altura (i)
TiempoMaxdiurno1= i*0.5
end if
end do
```

```
Maxnocturno1=0
do i=25,48
k=Maxnocturno1-Altura(i)
if (k<0) then
Maxnocturno1= Altura(i)
TiempoMaxnocturno1= i*0.5
end if
end do
```

```
Maxdiurno2=0
do i=49,73
k=Maxdiurno2-Altura(i)
if (k<0) then
Maxdiurno2= Altura (i)
TiempoMaxdiurno2= i*0.5
end if
end do
```

```
Maxnocturno2=0
do i=74,98
k= Maxnocturno2-Altura(i)
if (k<0) then
Maxnocturno2= Altura(i)
TiempoMaxnocturno2= i*0.5
end if
end do
```

```
Maxdiurno3=0
do i=99,123
k= Maxdiurno3-Altura(i)
```

```

if (k<0) then
Maxdiurno3= Altura(i)
TiempoMaxdiurno3= i*0.5
end if
end do

```

```

Maxnocturno3=0
do i=124,148
k= Maxnocturno3-Altura(i)
if (k<0) then
Maxnocturno3= Altura(i)
TiempoMaxnocturno3= i*0.5
end if
end do

```

```

Maxdiurno4=0
do i=149,173
k= Maxdiurno4-Altura(i)
if (k<0) then
Maxdiurno4= Altura(i)
TiempoMaxdiurno4= i*0.5
end if
end do

```

```

Maxnocturno4=0
do i=174,198
k= Maxnocturno4-Altura(i)
if (k<0) then
Maxnocturno4= Altura(i)
TiempoMaxnocturno4= i*0.5
end if
end do

```

```

Periodomax1= (Tiempo2M-Tiempo1M)
Periodomax2= (Tiempo3M-Tiempo2M)
Periodomax3= (Tiempo4M-Tiempo3M)
Periodomax4= (Tiempo5M-Tiempo4M)
Periodomin1= (Tiempo2MIN-Tiempo1MIN)
Periodomin2= (Tiempo3MIN-Tiempo2MIN)

```

```

Periodomin3= (Tiempo4MIN-Tiempo3MIN)
Periodomin4= (Tiempo5MIN-Tiempo4MIN)
Promax= ((Periodomax1+Periodomax2+Periodomax3+Periodomax4)/4)
Promin= ((Periodomin1+Periodomin2+Periodomin3+Periodomin4)/4)
Periodomaxdiurno1= (TiempoMaxdiurno2-TiempoMaxdiurno1)
Periodomaxdiurno2= (TiempoMaxdiurno3-TiempoMaxdiurno2)
Periodomaxdiurno3= (TiempoMaxdiurno4-TiempoMaxdiurno3)
Periodomaxnocturno1= (TiempoMaxnocturno2-TiempoMaxnocturno1)
Periodomaxnocturno2= (TiempoMaxnocturno3-TiempoMaxnocturno2)
Periodomaxnocturno3= (TiempoMaxnocturno4-TiempoMaxnocturno3)
promaxdiurno = ((Periodomaxdiurno1+Periodomaxdiurno2+Periodomaxdiurno3)/3)
promaxnocturno = ((Periodomaxnocturno1+Periodomaxnocturno2+Periodomaxnocturno3)/3)

Print *, 'Las mareas maximas de los cinco meses son', Max1, Max2, Max3, Max4, Max5
Print *, 'Las mareas minimas de los cinco meses son', Min1, Min2, Min3, Min4, Min5
Print *, 'Tiempos de las mareas maximas', Tiempo1M,
Tiempo2M, Tiempo3M, Tiempo4M, Tiempo5M
Print *, 'Tiempo de las mareas minimas', Tiempo1MIN,
Tiempo2MIN, Tiempo3MIN, Tiempo4MIN, Tiempo5MIN
Print *, 'Periodos de maximos', Periodomax1, Periodomax2, Periodomax3, Periodomax4
Print *, 'Periodos de minimos', Periodomin1, Periodomin2, Periodomin3, Periodomin4
Print *, 'Promedio de periodos de las mareas maximas', Promax
Print *, 'Promedio de periodos de las mareas minimos', Promin
Print *, 'Las mareas maximas diurnas de cinco dias son',
Maxdiurno1,Maxdiurno2,
Maxdiurno3,Maxdiurno4
Print *, 'Las mareas maximas nocturnas de cinco dias son',
Maxnocturno1, Maxnocturno2, Maxnocturno3, Maxnocturno4
Print *, 'Tiempos de mareas maximas diurnas', TiempoMaxdiurno1,TiempoMaxdiurno2,
TiempoMaxdiurno3,TiempoMaxdiurno4
Print *, 'Tiempos de mareas maximas nocturnas', TiempoMaxnocturno1,TiempoMaxnocturno2,
TiempoMaxnocturno3,TiempoMaxnocturno4
Print *, 'Periodos de maximos diurnos',Periodomaxdiurno1,
Periodomaxdiurno2,Periodomaxdiurno3
Print *, 'Periodos de maximos nocturnos',
Periodomaxnocturno1, Periodomaxnocturno2, Periodomaxnocturno3
Print *, 'Promedio de periodos de maximos diurnos',Promaxdiurno
Print *, 'Promedio de periodos de maximos nocturnos', Promaxnocturno

end Program Mareas

```

Resultados numéricos obtenidos por el programa:

```

Las mareas maximas de los cinco meses son    1.15499997      0.885999978
1.09899998      1.08599997      1.09099996
Las mareas minimas de los cinco meses son -0.275999993      -0.625999987

```

| | | | | |
|--|----------------|---------------|------------|--|
| -0.564999998 | -0.418500006 | -0.3899999986 | | |
| Tiempos de las mareas maximas | 21.4791660 | 51.5000000 | 80.5000000 | |
| 109.500000 | 138.479172 | | | |
| Tiempo de las mareas minimas | 13.0000000 | 45.0833321 | 74.1666641 | |
| 105.229164 | 148.083328 | | | |
| Periodos de maximos | 30.0208340 | 29.0000000 | 29.0000000 | |
| 28.9791718 | | | | |
| Periodos de minimos | 32.0833321 | 29.0833321 | 31.0625000 | |
| 42.8541641 | | | | |
| Promedio de periodos de las mareas maximas | 29.2500019 | | | |
| Promedio de periodos de las mareas minimos | 33.7708321 | | | |
| Las mareas maximas diurnas de cinco dias son | 4.89999987E-02 | 0.326000005 | | |
| 0.588000000 | 0.764999986 | | | |
| Las mareas maximas nocturnas de cinco dias son | 0.579999983 | 0.697000027 | | |
| 0.717000008 | 0.644999981 | | | |
| Tiempos de mareas maximas diurnas | 7.50000000 | 32.5000000 | | |
| 57.5000000 | 82.0000000 | | | |
| Tiempos de mareas maximas nocturnas | 20.5000000 | 45.0000000 | | |
| 69.5000000 | 94.0000000 | | | |
| Periodos de maximos diurnos | 25.0000000 | 25.0000000 | 24.5000000 | |
| Periodos de maximos nocturnos | 24.5000000 | 24.5000000 | 24.5000000 | |
| Promedio de periodos de maximos diurnos | 24.8333340 | | | |
| Promedio de periodos de maximos nocturnos | 24.5000000 | | | |

En conclusión, las mareas altas y bajas varían día con día pues como la posición relativa de la luna y del sol varían con el tiempo, el tamaño y la ubicación de la marea también cambia. Esto se debe a que la marea se propaga como una onda, puesto que la tierra gira sobre sí misma, es el efecto de rotación el que hace que cada día en las costas de todo el planeta exista mareas bajas y altas dos veces al día.

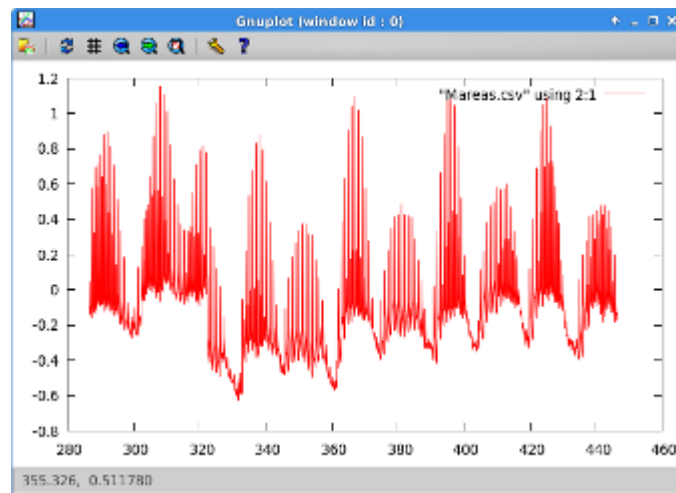


Figure 1: Gráfica de todas las mareas registradas por el archivo