

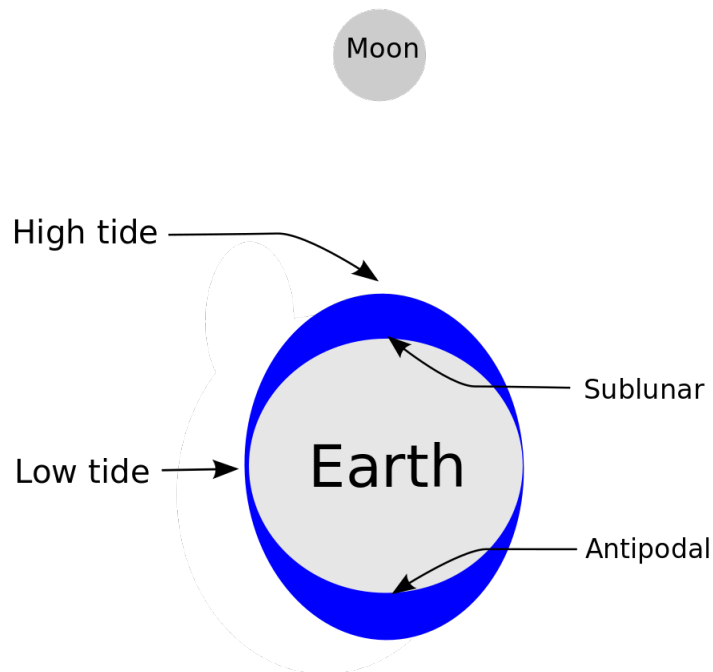
”MAREAS”

Paulina Valenzuela Coronado

Mayo 2015

1. Introducción

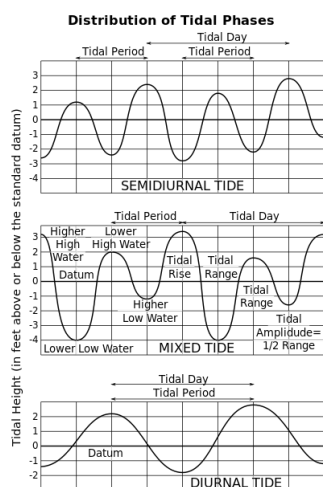
La marea es el cambio periódico del nivel del mar producido principalmente por la fuerza de atracción gravitatoria que ejercen el Sol y la Luna sobre la Tierra.. Para saber como funcionan las mareas usamos la explicación que proviene de Isaac Newton, quien al formular su teoría de la gravedad determinó con exactitud que el nivel del mar se alteraba debido a la influencia producida por el campo gravitacional de la Luna y del Sol sobre nuestro planeta. En algunos lugares se experimentan dos mareas altas casi iguales y dos mareas bajas cada día, llamada la marea semi-diurna. Otros lugares experimentan sólo una marea alta y una baja, cada día, llamada marea diurna. Otros lugares experimentan dos mareas desiguales cada día, o a veces una alta y una baja cada día, llamada marea mixta. Los tiempos y las amplitudes de las mareas en un lugar son influenciados por la alineación del Sol y la Luna, el patron de mareas de mar profundo, el viento, la presión atmosférica y la batimetría del mar cerca de la costa.



2. Un poco de historia

En el siglo IV a. C, el científico griego Piteas fue el primero en observar la relación entre las mareas, el Sol y la Luna, ofreciendo una explicación parcial que más tarde fue desarrollada y perfeccionada por hombres de ciencia como Bacon, Galileo o Kepler entre otros. Para el año 1632, Galileo señalaba que las mareas eran el resultado del chapoteo del agua al moverse la Tierra alrededor del Sol, aunque se trataba de un avance, la teoría era incorrecta.

Su contemporáneo Kepler, basándose en diversas observaciones, sugirió que en realidad la responsable era la Luna y, aunque Galileo creyó que Kepler se estaba equivocando, éste último tenía razón. Finalmente fue Newton quien acertadamente determinó que las mareas eran el resultado de las fuerzas de atracciones gravitacionales de masas astronómicas, que interactuaban entre la Tierra, la Luna y el Sol.



3. Teoría de Mareas

Mientras que Newton explicó las mareas mediante la descripción de las fuerzas generadoras de mareas, y Bernoulli dio una descripción de la reacción estática de las aguas en la tierra para el potencial de marea, la teoría dinámica de las mareas, introducido por primera vez por Laplace, describe la reacción real del océano a las fuerzas. Esta teoría de las mareas del océano tuvo en cuenta la fricción, la resonancia y los períodos naturales de las cuencas oceánicas. Se prevé la circulación anfídromico. La presencia de sistemas anfídromicos grandes en las cuencas oceánicas del mundo se hace mucho teorizó, para explicar las mareas oceánicas que se observan actualmente. La teoría de la doble protuberancia, basado en el gradiente gravitatorio real del sol y la luna, no podía explicar las diversas mareas oceánicas. Dado que las mediciones han confirmado la teoría, muchas cosas tienen explicaciones posibles ahora, al igual que la forma en que las mareas interactúan con los cantos de alta mar y cadenas de montañas submarinas dan lugar a remolinos profundos que transportan nutrientes de las profundidades a la superficie. La teoría de la marea de equilibrio calcula la altura de la onda de marea de menos de medio metro, mientras que la teoría dinámica explica por qué las mareas son de hasta 15 metros.

La teoría fue desarrollada por Pierre-Simon Laplace en 1775. Los datos de satélite ha confirmado la teoría dinámica que precisa y las mareas en todo el mundo ahora se mide

con una precisión de unos pocos centímetros. Las mediciones del satélite CHAMP coincide estrechamente los modelos basados en los datos de TOPEX. Modelos precisos de las mareas en todo el mundo son esenciales para la investigación ya que las variaciones debido a las mareas deben ser retirados de las mediciones en el cálculo de la gravedad y los cambios en los niveles del mar.

3.1. Código en Fortran

En esta actividad analizaremos 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 corresponden al manglar El Sargento, ubicado en la costa, cerca del Desemboque de los Seris, casi frente a la Isla del Tiburón. Los datos se proporcionaron en un archivo en formato de Excel, en el se realizaron una serie de datos para poner las horas en formato de días, después cambiamos el formato a ".csv" para que Fortran pudiera leerlo, y en base a eso realizamos el siguiente código:

```
program Mareas

implicit none
real, dimension (7674) :: a

integer :: i
real :: mx1, mx2, mx3, mx4, mx5
real :: r1, mxdu1, mxdu2, mxdu3, mxdu4, mxdu5, mxdn1, mxdn2, mxdn3,
      mxdn4, mxdn5
real :: tiempo1m, tiempo2m, tiempo3m, tiempo4m, tiempo5m
real :: tiempo1du, tiempo2du, tiempo3du, tiempo4du, tiempo5du, tiempo1dn,
      tiempo2dn, tiempo3dn, tiempo4dn, tiempo5dn
real :: periodo1m, periodo2m, periodo3m, periodo4m, periodo5m,
      periodo1dn, periodo2dn, periodo3dn
real :: periodo1du, periodo2du, periodo3du, periodo4du, periodo5du
real :: pudx, pndx, periodomx, r2, periodo4dn, periodo5dn

!abre el archivo y lo lee

open (1, file='Mareas.csv')

do i= 1, 7674
  read (1,*) a(i)
end do
close (1)
```

!Encuentra maximos de cada mes

```
open (2, file='maximos.csv', status='unknown')
```

```
mx1=0
```

```
do i=1,1440
```

```
  r1= mx1-a(i)
```

```
  if (r1<0) then
```

```
    mx1 = a(i)
```

```
  tiempo1m = i*0.5/24
```

```
end if
```

```
end do
```

```
mx2=0
```

```
do i= 1441, 2881
```

```
  r1= mx2-a(i)
```

```
  if (r1<0) then
```

```
    mx2= a(i)
```

```
  tiempo2m = i*0.5/24
```

```
end if
```

```
end do
```

```
mx3=0
```

```
do i= 2882, 4322
```

```
  r1= mx3-a(i)
```

```
  if (r1<0) then
```

```
    mx3= a(i)
```

```
  tiempo3m = i*0.5/24
```

```
end if
```

```
end do
```

```
mx4=0
```

```
do i= 4323, 5763
```

```
  r1= mx4-a(i)
```

```
  if (r1<0) then
```

```
    mx4= a(i)
```

```

tiempo4m= i*0.5/24

end if
end do

mx5=0
do i= 5764, 7204
r1= mx5-a(i)
if(r1<0) then
mx5= a(i)

tiempo5m= i*0.5/24

end if
end do

!Encuentra maximos diurnos y nocturnos de cada dia

open (3, file='maximosdia.csv', status='unknown')

mxdu1=0
do i= 18, 42
r2= mxdu1-a(i)
if (r2>0) then
mxdu1= a(i)

tiempo1du= i*0.5

end if
end do

mxdn1=0
do i= 43, 67
r2= mxdn1-a(i)
if (r2>0) then
mxdn1= a(i)

tiempo1dn= i*0.5

end if
end do

```

```
mxdu2=0
```

```
do i= 68, 92  
r2= mxdu2-a(i)  
if (r2>0) then  
mxdu2= a(i)
```

```
tiempo2du= i*0.5
```

```
end if  
end do
```

```
mxdn2=0
```

```
do i= 93, 117  
r2= mxdn2-a(i)  
if (r2>0) then  
mxdn2= a(i)
```

```
tiempo2dn= i*0.5
```

```
end if  
end do
```

```
mxdu3=0
```

```
do i= 118, 142  
r2= mxdu3-a(i)  
if (r2>0) then  
mxdu3= a(i)
```

```
tiempo3du= i*0.5
```

```
end if  
end do
```

```
mxdn3=0
```

```
do i= 143, 167
```

```

r2= mxdn3-a(i)
if (r2>0) then
mxdn3= a(i)

tiempo3dn= i*0.5

end if
end do

```

```

mxdu4=0
do i= 168, 192
r2= mxdu4-a(i)
if (r2>0) then
mxdu4= a(i)

tiempo4du= i*0.5

end if
end do

```

```

mxdn4=0

do i= 193, 217
r2= mxdn4-a(i)
if (r2>0) then
mxdn4= a(i)

tiempo4dn= i*0.5

end if
end do

```

```

mxdu5=0
do i= 218, 242
r2= mxdu5-a(i)
if (r2>0) then
mxdu5= a(i)

tiempo5du= i*0.5

```

```
end if
end do
```

```
mxdn5=0
```

```
do i= 243, 267
r2= mxdn5-a(i)
if (r2>0) then
mxdn5= a(i)

tiempo5dn= i*0.5

end if
end do
```

```
!Encuentra periodos mensuales
```

```
periodo1m= tiempo1m
periodo2m= tiempo2m-tiempo1m
periodo3m= tiempo3m-tiempo2m
periodo4m= tiempo4m-tiempo3m
periodo5m= tiempo5m-tiempo4m
```

```
!Encuentra periodos diarios diurnos
```

```
periodo1du= tiempo1du
periodo2du= tiempo2du-tiempo1du
periodo3du= tiempo3du-tiempo2du
periodo4du= tiempo4du-tiempo3du
periodo5du= tiempo5du-tiempo4du
```

```
!Encuentra periodos diarios nocturnos
```

```
periodo1dn= tiempo1dn
periodo2dn= tiempo2dn-tiempo1dn
periodo3dn= tiempo3dn-tiempo2dn
periodo4dn= tiempo4dn-tiempo3dn
periodo5dn= tiempo5dn-tiempo4dn
```

```
!Calcula el promedio de los periodos maximos del mes y del dia
```



```

periodomx= (periodo1m+periodo2m+periodo3m+periodo4m+periodo5m)/5.0
pudx= (periodo1du+periodo2du+periodo3du+periodo4du+periodo5du)/5.0
pndx= (periodo1dn+periodo2dn+periodo3dn+periodo4dn+periodo5dn)/5.0

```

```

!Imprime los datos

```

```

print *, "Maximo del primer mes:", mx1
print *, "Maximo del segundo mes:", mx2
print *, "Maximo del tercer mes:", mx3
print *, "Maximo del cuarto mes:", mx4
print *, "Maximo del quinto mes:", mx5

```

```

print *, "Maximo diurno del primer dia:", mxdu1
print *, "Maximo diurno del segundo dia:", mxdu2
print *, "Maximo diurno del tercer dia:", mxdu3
print *, "Maximo diurno del cuarto dia:", mxdu4
print *, "Maximo diurno del quinto dia:", mxdu5

```

```

print *, "Maximo nocturno del primer dia:", mxdn1
print *, "Maximo nocturno del segundo dia:", mxdn2
print *, "Maximo nocturno del tercer dia:", mxdn3
print *, "Maximo nocturno del cuarto dia:", mxdn4
print *, "Maximo nocturno del quinto dia:", mxdn5

```

```

print *, "Periodo diurno del primer dia", periodo1du
print *, "Periodo diurno del segundo dia", periodo2du
print *, "Periodo diurno del tercer dia", periodo3du
print *, "Periodo diurno del cuarto dia", periodo4du
print *, "Periodo diurno del quinto dia", periodo5du

```

```

print *, "Periodo nocturno del primer dia", periodo1dn
print *, "Periodo nocturno del segundo dia", periodo2dn
print *, "Periodo nocturno del tercer dia", periodo3dn
print *, "Periodo nocturno del cuarto dia", periodo4dn
print *, "Periodo nocturno del quinto dia", periodo5dn

```

```

print *, "Promedio del periodo maximo mensual:", periodomx
print *, "Promedio del periodo maximo diurno diario:", pudx
print *, "Promedio del periodo maximo nocturno diario:", pndx

```

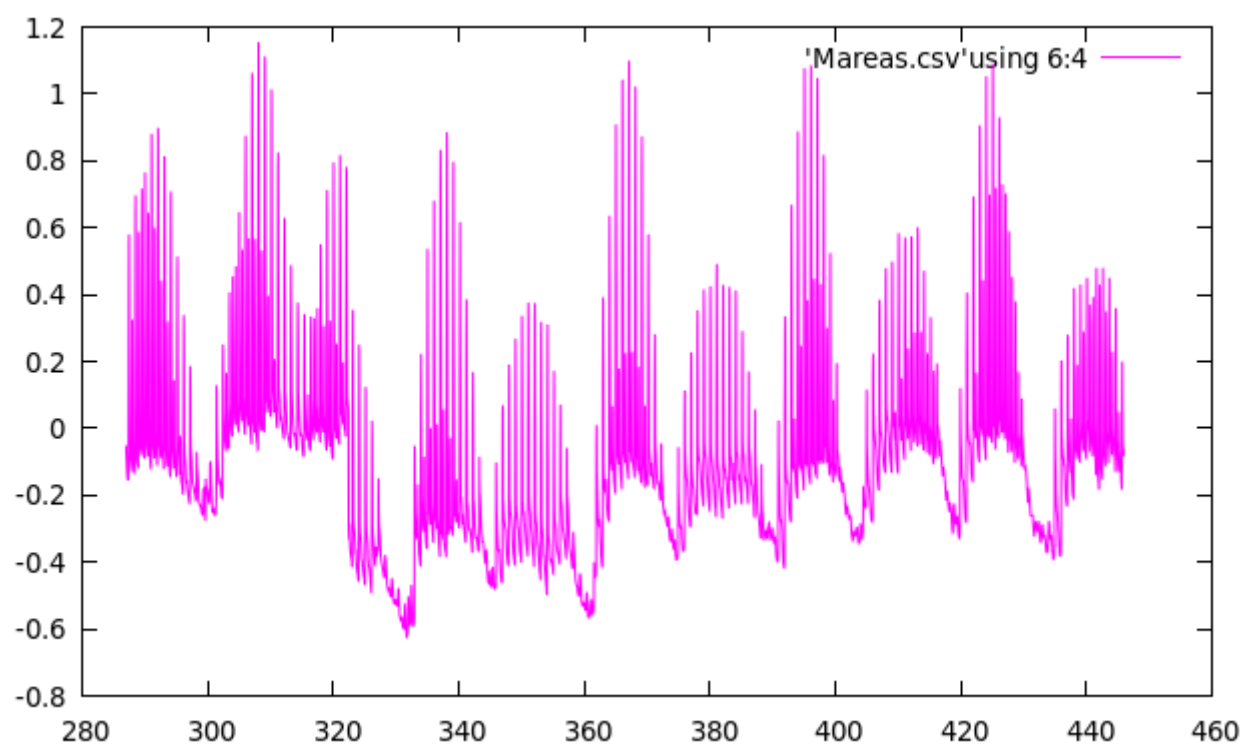
```

end program Mareas

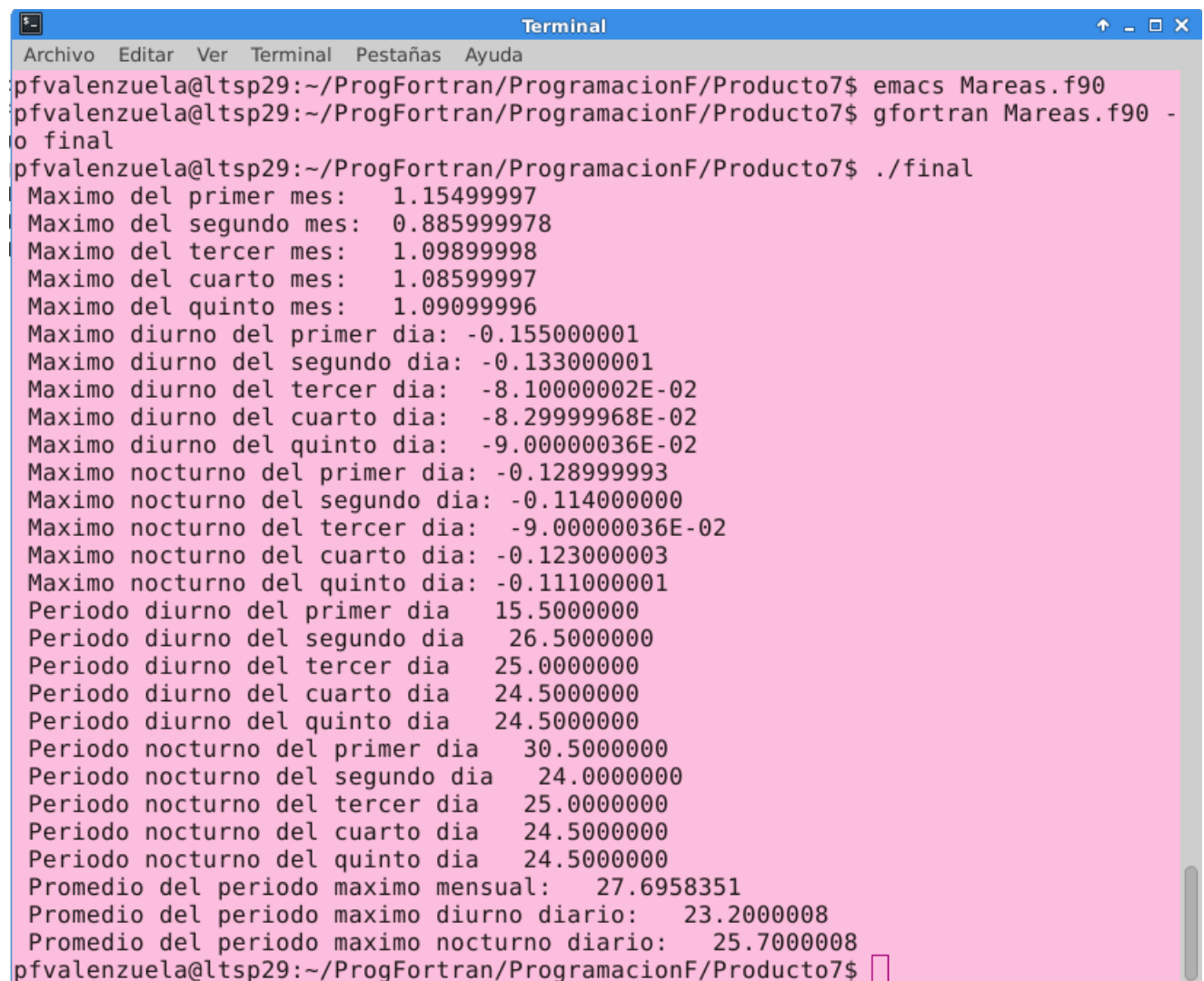
```

4. Resultados

4.1. Gráfica



4.2. Resultados



```
Terminal
Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda
pfvalenzuela@ltsp29:~/ProgFortran/ProgramacionF/Producto7$ emacs Mareas.f90
pfvalenzuela@ltsp29:~/ProgFortran/ProgramacionF/Producto7$ gfortran Mareas.f90 -o final
pfvalenzuela@ltsp29:~/ProgFortran/ProgramacionF/Producto7$ ./final
Maximo del primer mes: 1.15499997
Maximo del segundo mes: 0.885999978
Maximo del tercer mes: 1.09899998
Maximo del cuarto mes: 1.08599997
Maximo del quinto mes: 1.09099996
Maximo diurno del primer dia: -0.155000001
Maximo diurno del segundo dia: -0.133000001
Maximo diurno del tercer dia: -8.10000002E-02
Maximo diurno del cuarto dia: -8.29999968E-02
Maximo diurno del quinto dia: -9.00000036E-02
Maximo nocturno del primer dia: -0.128999993
Maximo nocturno del segundo dia: -0.114000000
Maximo nocturno del tercer dia: -9.00000036E-02
Maximo nocturno del cuarto dia: -0.123000003
Maximo nocturno del quinto dia: -0.111000001
Periodo diurno del primer dia 15.5000000
Periodo diurno del segundo dia 26.5000000
Periodo diurno del tercer dia 25.0000000
Periodo diurno del cuarto dia 24.5000000
Periodo diurno del quinto dia 24.5000000
Periodo nocturno del primer dia 30.5000000
Periodo nocturno del segundo dia 24.0000000
Periodo nocturno del tercer dia 25.0000000
Periodo nocturno del cuarto dia 24.5000000
Periodo nocturno del quinto dia 24.5000000
Promedio del periodo maximo mensual: 27.6958351
Promedio del periodo maximo diurno diario: 23.2000008
Promedio del periodo maximo nocturno diario: 25.7000008
pfvalenzuela@ltsp29:~/ProgFortran/ProgramacionF/Producto7$
```

5. Conclusión

Con esta actividad pude concluir que las mareas máximas y mínimas varían respecto a la posición de la luna y el sol. Esto se debe al movimiento rotacional y traslacional de la Tierra. También que existen dos tipos de mareas: solares y lunares y ambas consisten en una variación del nivel del mar que oscila entre Marea Alta o Pleamar y Marea Baja o Bajamar, siendo la primera el máximo nivel y la segunda el más bajo. Además con esta actividad aprendí sobre las series de tiempo y cómo utilizarlas para encontrar registros y variaciones de algún tema en específico.