



UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

FÍSICA COMPUTACIONAL
CARLOS LIZARRAGA CELAYA

Análisis Armónico de las Mareas

CAMPOS QUIÑONEZ JORGE ANDRES

22 DE MARZO DEL 2017

Índice

1. Obtención de datos	3
2. Limpieza de datos	3
2.1. Puerto Morelos	3
2.2. Bar Harbor	4
3. Las gráficas	5
3.1. Bar Harbor	5
3.2. Puerto Morelos	6
4. Identificando los componentes	7
4.1. Bar Harbor	7
4.2. Puerto Morelos	8

Introducción

En esta semana, continuaremos con la temática de las mareas (al parecer ese será el caso de toda esta sección de actividades). Como ahora hemos obtenido datos acerca de las mareas en determinadas regiones del mundo, en nuestro caso: Bar Harbor, Maine, Estados Unidos y Puerto Morelos, Quintana Roo, México de las bases de datos de la "National Oceanic and Atmospheric Administration" (NOAA) y de el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada" (CICESE). Con estos datos, aplicaremos un análisis de Fourier para realizar un análisis armónico del movimiento de las mareas, para descomponer su movimiento en componentes principales. Con la ayuda de Python, graficaremos los datos que deseamos obtener para poder utilizar la aplicación interactiva en Java del sitio PhET. El cual es utilizado para la modelación de ondas con el uso de las series de Seno y Coseno de Fourier.

1. Obtención de datos

Gracias a la actividad anterior, ya poseemos los datos que utilizaremos, en este caso son los archivos:

- *PuertoMorelos.csv*
- *BarHarbor.csv*

Donde Puerto Morelos posee datos de todo el año 2016, obtenidos por el CICESE y Bar Harbor únicamente posee datos del mes de enero del 2016 (debido a limitaciones en la plataforma), estos obtenidos del NOAA.

2. Limpieza de datos

Ahora, en Jupyter notebook realizaremos una limpieza de estos datos ya que nos interesa obtener los datos para los cuales el nivel de la marea es "0". Esto se hará para ambos sitios de donde obtuvimos los datos: Bar Harbor y Puerto Morelos.

2.1. Puerto Morelos

Para comenzar a realizar la limpieza de datos, debemos leer el archivo descargado

```
df=pd.read_csv("Puerto_Morelos.csv", header=int(0))
df.head()
```

y nos mostró la siguiente tabla:

	año	mes	día	hora(utc)	altura(mm)
0	2016	1	1	0	1213
1	2016	1	1	1	1326
2	2016	1	1	2	1292
3	2016	1	1	3	1123
4	2016	1	1	4	858

Figura 1: Lista de los primeros 4 datos.

Ahora, realizaremos la limpieza comenzando por seleccionar todas las líneas de datos en las cuales el nivel de marea haya sido alrededor de 0 metros de altura, justo después lo definimos como un nuevo *DataFrame* de la siguiente manera:

```
df1= df.loc[abs(df['altura(mm)']) < 0.09]
```

y muestra la siguiente tabla de datos: Ahora, tenemos un nuevo DataFrame con

	año	mes	día	hora(utc)	altura(mm)
3759	2016	6	5	15	0
3770	2016	6	6	2	0
5597	2016	8	21	5	0
5696	2016	8	25	8	0
6587	2016	10	1	11	0
6599	2016	10	1	23	0
6611	2016	10	2	11	0
6623	2016	10	2	23	0
6635	2016	10	3	11	0
6647	2016	10	3	23	0

Figura 2: Lista de datos con altura igual a 0.

la lista de datos donde el nivel de marea se encuentra alrededor de 0.

2.2. Bar Harbor

Ahora procederemos a realizar los mismos pasos para realizar la limpieza de datos de obtenidos por el NOAA del sitio de sondeo, Bar Harbor, Mein. Comenzando por la lectura del archivo:

```
\begin{verbatim}df=pd.read_csv("Bar_Harbor.csv", header=int(0))df.head()
```

Este nos presentó con la siguiente tabla: De nuevo, se definió un nuevo DataFrame

	Date Time	Water Level	Sigma	O	F	R	L	Quality
0	2016-01-01 00:00:00	1	0.000	0	0	0	0	v
1	2016-01-01 00:06:00	1	0.017	0	0	0	0	v
2	2016-01-01 00:12:00	1	0.016	0	0	0	0	v
3	2016-01-01 00:18:00	0	0.018	0	0	0	0	v
4	2016-01-01 00:24:00	0	0.013	0	0	0	0	v

Figura 3: Lista de los primeros 4 datos de Bar Harbor.

para todas las líneas que poseen un valor en la altura de marea igual a 0.

```
df1= df.loc[abs(df['Water Level']) < 0.09]
```

y muestra la siguiente tabla de datos:

	Date Time	Water Level	Sigma	O	F	R	L	Quality
3	2016-01-01 00:18:00	0	0.018	0	0	0	0	v
4	2016-01-01 00:24:00	0	0.013	0	0	0	0	v
5	2016-01-01 00:30:00	0	0.015	0	0	0	0	v
6	2016-01-01 00:36:00	0	0.017	0	0	0	0	v
7	2016-01-01 00:42:00	0	0.018	0	0	0	0	v
8	2016-01-01 00:48:00	0	0.013	0	0	0	0	v
9	2016-01-01 00:54:00	0	0.015	0	0	0	0	v
10	2016-01-01 01:00:00	0	0.015	0	0	0	0	v
11	2016-01-01 01:06:00	0	0.018	0	0	0	0	v
12	2016-01-01 01:12:00	0	0.019	0	0	0	0	v

Figura 4: Lista de datos con altura igual a 0.

3. Las gráficas

Ahora que ya hemos observado los tiempos en los que los valores de la altura tienden a 0, ahora realizaremos la transformación de Fourier en ambas series de datos (completos). Para realizar esto, utilizaremos el paquete `fftpack` de SciPy y la siguiente serie de comandos para realizar las gráficas, estos modos se ven modificados para cada serie de datos de manera individual.

3.1. Bar Harbor

Para la serie de datos de Bar Harbor se utilizó el siguiente comando de `fftpack`

```
N = 1440
T = 1.0 / 60
x = df['Date Time']
y = df['Water Level']
yf = fft(y)
xf = fftfreq(N, T)
xf = fftshift(xf)
yplot = fftshift(yf)
plt.plot(xf, 1.0/N * np.abs(yplot))
plt.xlim(-1,10)
plt.xlabel('Frecuencia')
```

```
plt.ylabel('Water Level')
plt.grid()
plt.show()
```

y nos muestra la siguiente gráfica:

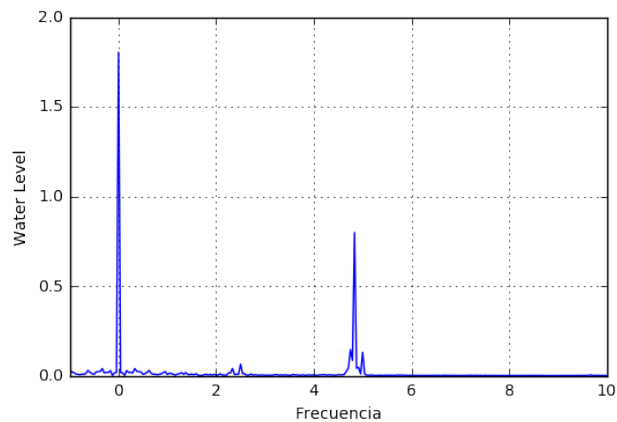


Figura 5: Gráfica de la transformación de Fourier.

3.2. Puerto Morelos

Para la serie de datos de Puerto Morelos se utilizó el siguiente comando de `fftpack`, se tuvo en consideración que se trató de todos los datos del años.

```
N = 8784
T = 1.0 / 364
x = df['date']
y = df['altura(mm)']
yf = fft(y)
xf = fftfreq(N, T)
xf = fftshift(xf)
yplot = fftshift(yf)
plt.plot(xf, 1.0/N * np.abs(yplot))
plt.xlim(-1,200)
plt.xlabel('Frecuencia')
plt.ylabel('Altura(mm)')
plt.grid()
plt.show()
```

Y mostró la siguiente gráfica:

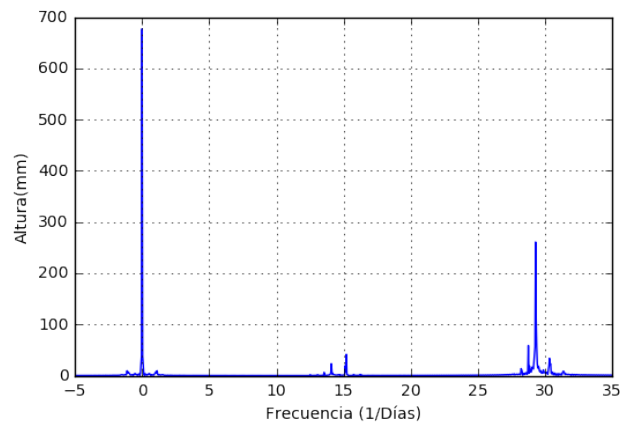


Figura 6: Gráfica de la transformación de Fourier.

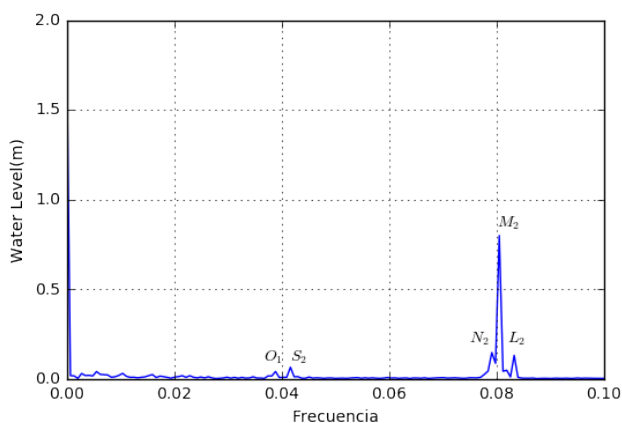
4. Identificando los componentes

A partir de las gráficas, utilizando los valores de la frecuencia obtenidos donde se dieron picos en las gráficas. En base a la tabla de los componentes de las mareas que se encuentra wikipedia, realizaremos una comparación con nuestros datos de frecuencia utilizando la formula $T = 2\pi f$.

4.1. Bar Harbor

A partir de la gráfica obtenida con la transformada de Furier, identificamos los siguientes componentes:

Donde:



M_2 .- Principal lunar semidiurnal.

L_2 .- Smaller lunar elliptic semidiurnal.

N_2 .- Larger lunar elliptic semidiurnal.

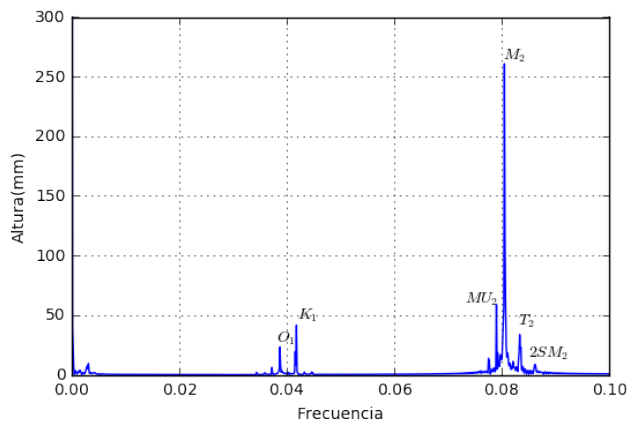
S_2 .- Principal solar semidiurnal.

O_1 .- Lunar diurnal

4.2. Puerto Morelos

A partir de la gráfica obtenida con la transformada de Furier, identificamos los siguientes componentes:

Donde:



M_2 .- Principal lunar semidiurnal.

T_2 .- Larger solar elliptic.

MU_2 .- Variational.

$2MS_2$.- Shallow water semidiurnal.

O_1 .- Lunar diurnal.

K_1 .- Lunisolar semidiurnal.