

Sismología

Tarea 1

Actividad sísmica de Chile luego de un gran evento

Autor: Lucas Mauricio González Muñoz
19.877.812-5
Email: lucas.gonzalezmun@gmail.com
Fecha: 13 de septiembre de 2019
Santiago, Chile

1. Introducción

A lo largo de una gran parte de las costas de Chile, la placa de Nazca subducta bajo la placa Sudamericana con una alta velocidad relativa, definiendo una de las zonas convergentes mas activas del mundo. Los esfuerzos y deformaciones asociados a este proceso generan una de las actividades sismicas mas altas, tanto en cantidad de eventos como en su magnitud. Debido a la orientacion de esfuerzos, principalmente compresivos, y la geometria de la subduccion, es de esperar que la distribucion espacial de la sismicidad siga un patron determinado a lo largo del margen. En esta tarea se propone el estudio del terremoto de Punitaqui de 1997 para caracterizar rasgos generales de la sismicidad chilena como el ángulo de subducción y algunas leyes empiricas.

2. Metodología

Para el desarrollo de esta tarea se utilizara el registro de datos que mantiene el Servicio Geologico de Estados Unidos (USGS). Para acceder a dicha base de datos se debe realizar una busqueda segun los parametros de los eventos a estudiar. Para esta tarea se consideran 3 casos de estudio. De adjuntan además en el enunciado los archivos fosa.dat y Chile.dat que corresponden a las coordenadas de latitud y longitud con los cuales se puede graficar la ubicacion de la fosa chilena, que representa el limite superficial entre las placas de Nazca y Sudamerica, y las lineas de costa y limite internacional Chile-Argentina/Bolivia.

Para resolver los problemas practicos de la tarea se utilizo la herramienta computacional Python. Esta herramienta permite leer archivos de texto y trabajar los datos que estos contienen a modo de arreglos. Se pueden filtrar los datos, manejar los valores y mostrar graficamente sus relaciones con el fin de ejemplificar ciertas ideas y conceptos.

3. Resultados

En la figura [3.1] corresponde a un grafico de planta. En este se muestran los eventos segun la longitud y la latitud de estos. Esta corresponde a una vista “aerea” de los eventos. Las magnitudes que se consideraron son aquellas mayores a 4.5[Mw] Se consideraron los eventos a partir del 1 de septiembre de 1997 , hasta el 31 de diciembre de 1997.

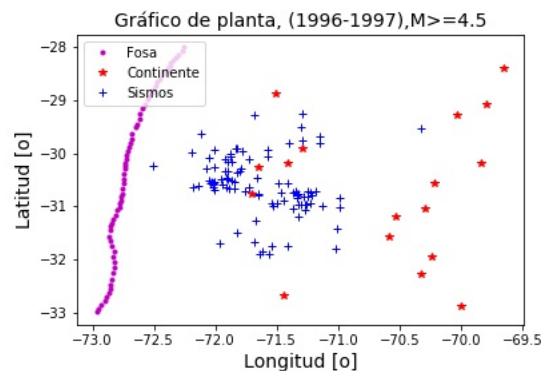


Figura 3.1: Grafico de planta

En la figura 3.2 se observa el perfil de la zona para las latitudes 28° y 33°. La costa se senala con un punto rojo. La fosa se senala con un punto magenta.

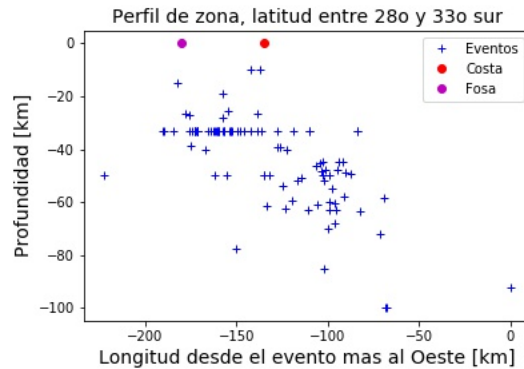


Figura 3.2: Grafico de corte

Se muestran los resultados para la Ley de Gutenberg-Richter en la figura 3.3. Para esta pregunta se utilizo el otro catalogo que contiene un registro en un mayor intervalo de tiempo que el del catalogo utilizado para las otras preguntas. Se agrego al grafico un ajuste lineal. Las constantes se encontraron realizando un ajuste con Matlab del tipo lineal a los datos graficados en escala logaritmica para el eje Y. Una vez obtenidas las constantes, se procedio a graficar el mismo ajuste con Python. Se utilizo la expresion de la ecuacion $\log_{10}(n) = a + bM$ para encontrar el ajuste de la curva. Los valores optimizados de la ecuacion eran $a = 13.4$ y $b = -1.91$. El eje X del grafico corresponde a las magnitudes de un evento. Se consideraron magnitudes solo mayores a 4.5[Mw]. El eje Y corresponde al numero de veces que se registro un sismo de esa magnitud en todo el intervalo de tiempo. Como el intervalo de tiempo es grande, se utilizo escala logaritmica en este eje.

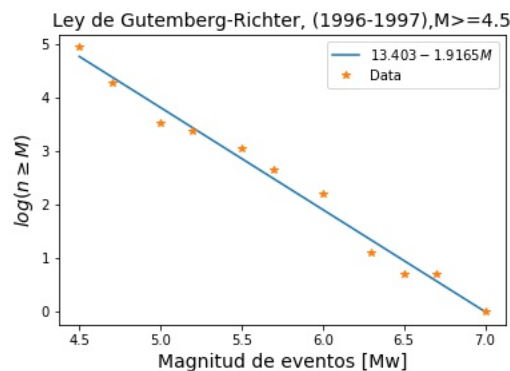


Figura 3.3: Datos v/s ajuste lineal

En la figura 3.4 se observan los resultados obtenidos para la ley de Omori. Se realizo un ajuste a los datos usando en Python la libreria Optimized de Scipy. Al realizar el ajuste se obtuvieron las constantes K y c de la ecuación $n(t) = \frac{K}{c+t}$ de la ley de Omori propuesta en el enunciado se presentan en la leyenda de este grafico.

En la figura 3.5 se observa un grafico que corresponde a representar la Ley de Bath. Si bien la ley de Bath es un concepto teorico donde la replica de mayor magnitud de un terremoto no puede

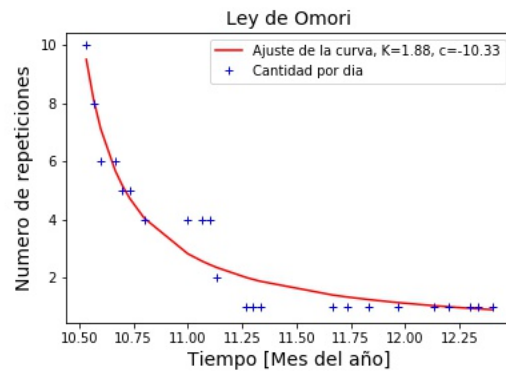


Figura 3.4: Datos v/s ajuste de la ley de Omori

ser mayor a 1 veces menos magnitudes que este, esta idea se grafico marcando una linea roja que representa la maxima replica permitida. Se grafico para el intervalo de tiempo entre el los meses de octubre hasta mitad de diciembre del año 1997.

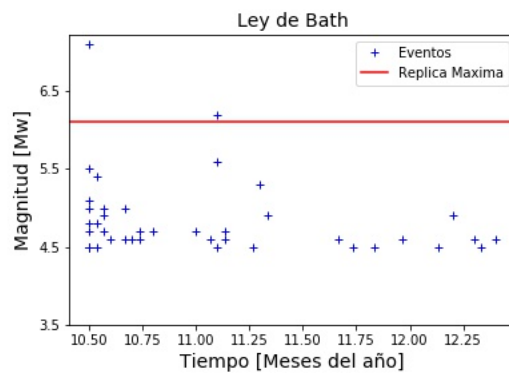


Figura 3.5: Datos v/s ajuste de la ley de Bath

Por ultimo se ve el grafico de la sismicidad Chilena de los ultimos años sobre el mapa del territorio nacional y la fosa en la figura 3.6. Para esto se usó el mismo procedimiento que para la figura 3.1 pero en un rango de latitudes mucho mayor por razones obvias.

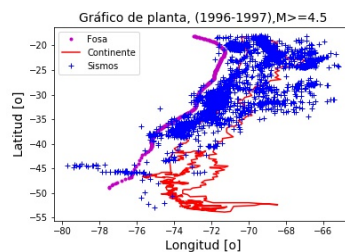


Figura 3.6: Sismicidad de Chile en los ultimos años

4. Discusión

4.1. Pregunta 1

1. Podemos observar de la figura 3.2 la ausencia de sismos Outer-Rise. Estos se reconocen, pues se encuentran en la placa oceanica a profundidades menores a 50 km. Podemos notar que la sismicidad de la zona se debe mayoritariamente a sismos del tipo intraplaca. Estos son muy comunes, se reconocen por su profundidad y marcan de cierta forma los limites entre ambas placas. Son mas profundos que los anteriores y suceden por los cambios en la composicion de los minerales debido al incremento de la presion. De ese perfil fue posible estimar el ángulo de subducción el cual tomó un valor de aproximadamente 31° . Finalmente, los sismos de la placa continental casi no ocurren

Es posible observar a partir de la figura 3.2, que el limite entre ambas placas se puede identificar claramente. Esto se debe a que la sismologia esta fuertemente relacionada con el movimiento de las placas continentales y es en estos limites donde se manifiestan estos eventos, preferentemente. Este fenomeno involucra muchas fuerzas potenciales, por lo que la corteza y el fondo oceanico estan en continua transformacion.

2. Viendo rápido los datos es fácil notar que los meses anteriores había una alta presencia de sismicidad, en específico habían algunos sismos de magnitud aproximada de 6[Mw] los cuales podrian interpretarse como sismos precursores al evento principal
3. En la figura 3.3 para realizar el ajuste lineal a los datos se evito valores mayores a 7.5[Mw]. Esto se realizo ya que el ajuste, para magnitudes muy grandes ya no representaba bien la realidad. Los eventos realmente no se pueden predecir y se distribuyen de manera aleatoria. En terminos de probabilidades, no es tan diferente la probabilidad entre eventos de gran magnitud, ya que en general, esta es baja para magnitudes grandes. En conclusion, las constantes a y b se ajustan bien a los datos observacionales. Se debe tomar en cuenta que para eventos muy grandes esta ley ya no representa bien la realidad. Por lo mismo, las constantes a y b solo representan una parte de la realidad y el ajuste no se veria tan bonito si se consideran los puntos mayores.
4. Se puede observar que la Ley de Omori se cumple para los meses observados y que las constantes encontradas se ajustan bien a la curva. El comportamiento temporal de la sismicidad se puede entender como que al pasar el tiempo, las replicas de un evento van disminuyendo en cantidad de manera brusca pero sin nunca llegar a cero. Se puede observar en la figura 3.4 que hay comportamientos extraños cada cierto tiempo, donde se producen mas replicas. Estas pueden corresponder a eventos mas fuertes que producen una nueva “Ley de Omori” localizada. En conclusion, la Ley de Omori se satisface claramente mientras se filtren los datos y se utilicen aquellos que se sabe que pueden ser percibidos por todos los instrumentos.
5. La magnitud del terremoto fue de 7.1[Mw] mientras que la maxima replica fue de 6.2[Mw]. Es decir, se cumple la Ley de Bath. La diferencia entre ambos es de 0.9 magnitudes, por lo tanto, se puede asegurar que realmente se satisface esta ley. Graficamente esto se observa a partir de que solo 1 evento aparte del terremoto, supera la linea roja. Si bien esta ley es un poco ambigua, en este caso se comprueba que realmente se satisface.

4.2. Pregunta 2

1. Es posible notar que la mayoría de los eventos ocurren cercanos a la costa del país, esto se debe a la zona de subducción entre la placa de Nazca y la placa sudamericana, por otra parte podemos ver que desde la zona central hacia al norte ocurren cada vez mas sismos en la placa continental. Finalmente vemos que en la zona sur se ve una línea horizontal hacia el pacifico, el origen de esta puede asignarse a que este el limite sur de la placa de Nazca por lo que tambien es sismologicamente activa la zona.
2. Salta a la vista, considerando los grandes sismos en nuestro país como lo son el de valdivia y el del maule, que estas zonas están aún sismologicamente activas. La mayor concentración de puntos azules en el mapa quedan cercanos a estas zonas, lo que nos dice que las placas siguen en movimiento constante liberando energía.
3. Podemos ver una notoria diferencia entre la sismicidad en la zona norte chilena con la zona sur. Es posible explicar esta diferencia gracias a las placas que participan en los procesos tectonicos del pais. Mayoritariamente los sismos de la zona centro-norte son debidos a la interacción entre la placa de Nazca con la sudamericana, en cambio la zona del extremo sur se ve afectada por las interacciones entre la placa antartica y escosesa las cuales son notablemente menos activas que la de Nazca.

5. Conclusiones

En el presente informe se estudio el contexto sismotectonico para el territorio de Chile. Principalmente se centro el estudio en el analisis del terremoto de Punitaqui del año 1997, aunque tambien dependiendo del caso, se extendio el estudio a otros años.

No se presentaron mayores dificultades al realizar la tarea de ningun tipo. Es decir, con asistir a clases se comprendieron bien los fundamentos teoricos para las interpretaciones pertinentes. Se investigo tambien mas sobre ciertos temas navegando por internet, donde se encontro bastante material, pero se decidio utilizar documentos redactados por el profesor, con el fin de darle coherencia a los resultados.

Se utilizaron herramientas computacionales para el analisis de datos. Se concluye que esta parte del trabajo se logro satisfactoriamente. Se comprendieron los alcances de interpretacion para cada uno de los casos. Por ejemplo, a partir de las replicas se puede deducir el tipo de suelo y el tipo de acoplamiento de las placas.

Por otro lado se observaron las leyes empiricas. Si bien estas leyes estan ligadas fuertemente a los resultados experimentales, se puede observar que la tectonica, en espesifico los eventos sismicos se pueden modelar hasta cierto punto. Este es un alcance fundamental de las leyes empiricas, pues eventualmente en el futuro se podria llegar a leyes generales para modelar los eventos sismologicos.

Si bien, lo anterior es poco probable, pues estos eventos, aun teniendo un origen determinista, se estructuran en el caos. Este caos es conocido como los sistemas auto organizados en la criticabilidad. Estos sistemas son muy dificiles de estudiar, sin embargo con buenos instrumentos, tiempo y paciencia, se ha realizado grnades avances en las ultimas decadas y en especial en los ultimos años.