

## **PELIGRO!!! VOLCÁN EN ERUPCIÓN**

**(Adriana Rabino-Patricia Cuello. 2010)**

**Contenidos:** Geometría territorial (curvas de iso-distancias). Circunferencia y círculo. Rectas tangentes a circunferencias.

### **PROBLEMA, COMENTARIOS Y SUGERENCIAS PARA LA RESOLUCIÓN**

Durante los primeros días de mayo de 2008, los oyentes de la radio y televidentes fuimos sorprendidos por una noticia que nos preocupó a muchos, en especial en nuestra ciudad (San Carlos de Bariloche) donde ya habíamos sido víctimas varias veces de movimientos telúricos: el volcán Chaitén (en Chile) había entrado en erupción.

En una de las tantas veces que escuchábamos la noticia, atentos e impotentes ante la evolución de este "capricho de la naturaleza", comunicaron cuál era la "zona roja" y cuál la "zona de riesgo" para los habitantes cercanos al volcán. Y así nació este problema.

Para ubicarnos en contexto, presentaremos a continuación la cronología de lo que fue sucediendo en esos días (extraído de Internet, Wikipedia):

#### ***Cronología de la Emergencia***

*Desde la tarde del miércoles 30 de abril, en la ciudad de Chaitén se registraba una gran cantidad de sismos de baja y mediana intensidad, lo que tenía en alarma a los pobladores de la zona pues no estaban acostumbrados a este hecho y tenían el temor de que ocurriera algún sismo mayor o que alguno de los volcanes cercanos, el Corcovado ubicado al sur de la ciudad o el Michimahuida al norte, entrara en erupción.*

*El 2 de mayo, pasadas las 0:30 am, un gran estruendo junto con una fuerte sacudida despierta a los habitantes de Chaitén y alrededores, quienes con la oscuridad vieron y sintieron un volcán entrar en erupción, creyendo que era el volcán Michimahuida ubicado a 35 km al NE de Chaitén, pero llegando el amanecer y al despejarse un poco la nube volcánica notaron que en realidad era el Chaitén, un volcán que se creía extinguido. La nube de ceniza tomó dirección este, afectando incluso localidades fronterizas de Argentina como Esquel que cerraron colegios y otros centros para prevenir problemas respiratorios.*

*Para evitar envenenamientos, se suspende el suministro de agua potable en Chaitén y comenzaron a repartirse mascarillas que librarán a la población de inhalar los gases tóxicos. El Gobierno envió naves para evacuar a los habitantes de la zona en peligro a las ciudades de Puerto Montt, Castro, Quellón y otros lugares de Chiloé ubicándolos en albergues y casas de familiares, y otros que por sus propios medios se dirigieron a otras localidades cercanas como Palena, Futaleufú y también a Argentina. Personal del Ejército que se encontraba en la zona trabajó despejando caminos y puentes tapados por las cenizas para usar las vías terrestres, ya que las vías aéreas a Chaitén estaban obstruidas por la ceniza que podría dañar los motores de aviones y helicópteros.*

*De esta forma, en la noche del 2 de mayo Chaitén parecía un pueblo "fantasma" por el traslado de la mayoría de sus habitantes a zonas seguras, quedando menos de 1.000 personas en la ciudad esperando salir al día siguiente, pues el transporte se suspendió en la noche por lo largo que son los trayectos siendo reactivados a primera hora del día siguiente tanto por naves que estaba en el muelle para trasladar personas en las primeras horas como por barcos que se dirigían a Chaitén con suministros y agua potable que se repartirían principalmente en otras localidades cercanas por lo deshabitada que estaría la ciudad.*

*El sábado 3 de mayo siguió la evacuación de personas hacia las ciudades mencionadas quedando aproximadamente 500 personas en la zona de riesgo, junto con personal del Ejército y de Carabineros de Chile, mientras los sismos se reducían dando la impresión de retomar la calma y la lluvia que cayó limpió un poco la ceniza que cubría la zona ayudando principalmente al ganado. En esa noche, la nube volcánica brindaba un espectáculo de luces por los rayos que se producían.*

*El domingo 4 de mayo Chaitén amaneció más despejado, y se evaluó el traslado de los habitantes de Futaleufú pues, debido a los vientos, la nube ha estado moviéndose hacia esa localidad, que ha llegado a tener una capa de 30 a 40 cm de ceniza en el suelo y al mezclarse con las lluvias ha vuelto resbaladizos los caminos. El aumento de la concentración de gases tóxicos ha obligado a cambiar las mascarillas simples que se estaban usando por otras con filtro. Ese día el volcán reanudó su actividad, siendo claramente visible el aumento en la emanación de humo, y ocurrieron nuevos sismos, por lo que se mantuvo la alarma y la incertidumbre sobre el comportamiento que tendrá el Chaitén. Al lugar llegó un grupo de tres expertos para medir el impacto del volcán en la contaminación en el área circundante.*

*Por el estado de la situación en Futaleufú, el 5 de mayo se ordena el traslado de sus habitantes y al final del día se había logrado evacuar a más de la mitad de la población. Algunos eligieron ir a Palena, lugar donde los cielos no están tan contaminados pues la erupción ha causado menos trastornos que en las otras localidades y no tiene problemas de abastecimiento.*

*El 6 de mayo, cerca de las 8:45 hrs de la mañana, se produjo un segundo periodo de actividad eruptiva. Los informes señalan que los dos primeros focos de emanación del cráter se habían unido, formando uno mayor.*

*Tal situación obligó a las autoridades a decretar alerta máxima en la zona, dado que el alcance del material expulsado podría abarcar un radio de 20 km, por lo que se procedió a una evacuación total de la ciudad de Chaitén. Las autoridades de la Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI) dispusieron como nuevo centro de operaciones, tanto de autoridades como de periodistas, a la isla de Talcán, en el archipiélago chilote de las Islas Desertores, para seguir monitoreando el desarrollo de la actividad volcánica. Asimismo, arribaron a Futaleufú buses provenientes de Argentina que trasladaron a la población hacia Osorno vía San Carlos de Bariloche. A las 15:00 hrs del mismo día las autoridades ordenaron evacuar la zona a todo el personal de las Fuerzas Armadas y Carabineros, producto de una nueva y más violenta erupción. A las 17:00 hrs hizo abandono, vía marítima, la totalidad de personas de Chaitén. Sólo quedó un grupo aproximado de 70 personas entre periodistas, personal militar y civiles que no quisieron salir de Chaitén. Llegada la noche, 20 personas permanecieron en la ciudad mientras los demás se guarecieron en el buque "Aguiles" de la Armada de Chile, apostado a 15 km de la ciudad.*

*En Argentina, la nube volcánica además de seguir complicando a las localidades cordilleranas llegó en la tarde anterior hasta la ciudad de Viedma y en la noche a la provincia de Buenos Aires, en las costas del Océano Atlántico, debiendo suspender clases y toda actividad en el sector sur de la Provincia de Río Negro, sin embargo ni el agua ni el aire se encuentran contaminadas en la Argentina.*



*La localidad de Chaitén está distante a unos escasos 10 kilómetros del macizo cordillerano, en una inaccesible zona, a 1.300 kilómetros al sur de Santiago de Chile.*

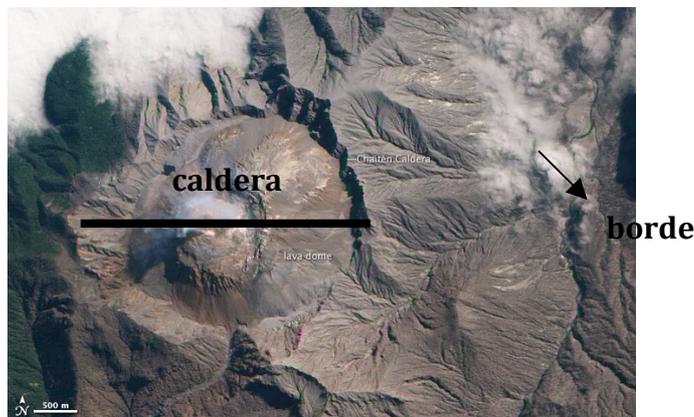
*El volcán Chaitén es un volcán del tipo caldera ubicado a 10 kilómetros al noreste de la ciudad de Chaitén. Su elevación es de 962 metros.*

*Es un complejo volcánico formado por un edificio erosionado que presenta una caldera de 3 kilómetros de diámetro y en cuyo interior se encuentra un domo riolítico (magma con más de 70% de sílice y característicamente muy viscoso).*

*Nota: La mayoría de los volcanes presentan en su cima un cráter de paredes empinadas, por el interior. Cuando el cráter supera 1 km de diámetro se denomina caldera volcánica.*

*Por razones de seguridad (antes de su evacuación total) se estableció una “zona roja” totalmente restringida a 20 kilómetros de la base del volcán. Y entre 20 kilómetros y 50 kilómetros de la base se consideró una zona de “alto riesgo”, en la cual se podía circular en caso de extrema necesidad (búsqueda de animales, por ejemplo) pero no se podía permanecer.*

*A continuación se muestra una toma aérea del volcán:*



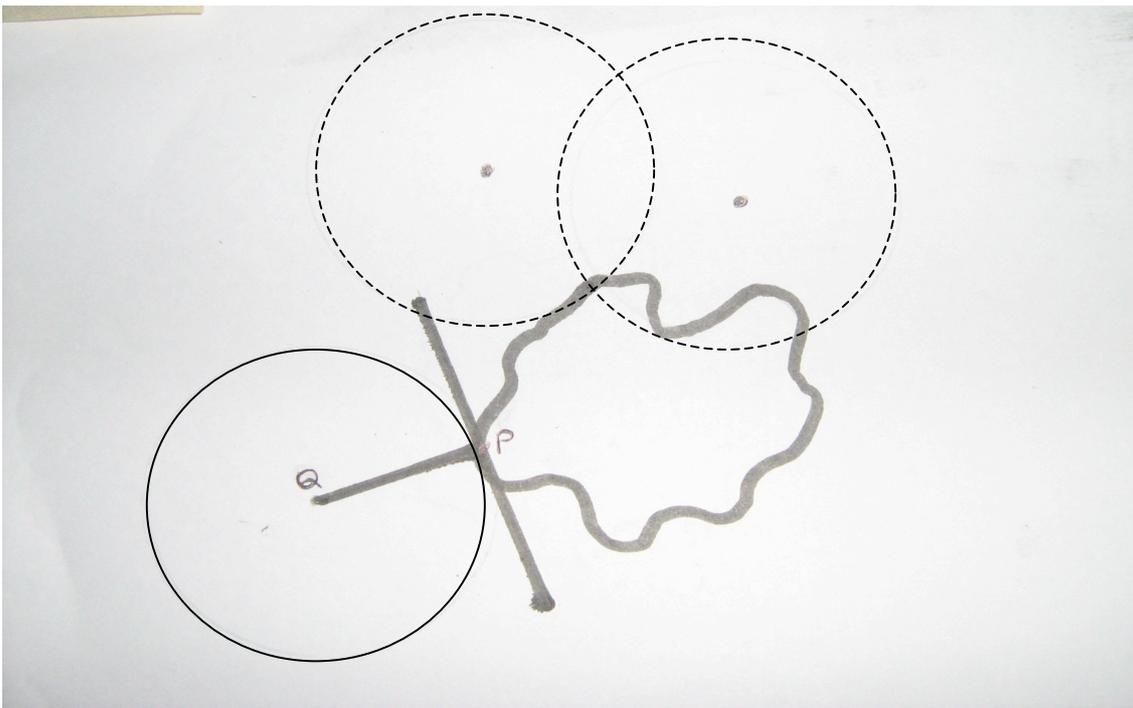
*Dado que el borde del volcán no es regular ¿Cómo se podría determinar las zonas “roja” y de “alto riesgo” en un mapa o en la foto satelital?*

Solución: Se propone el siguiente método de resolución. Este método se puede utilizar siempre que se quiera realizar una banda o franja del mismo ancho alrededor de una zona de contorno irregular.

Antes que nada hay que determinar la escala utilizada para poder medir el segmento que represente 20 kilómetros y 50 kilómetros respectivamente. Esto se puede realizar fácilmente midiendo en la foto el diámetro de la caldera volcánica y sabiendo que en la realidad esa distancia es de 3 kilómetros.

Entonces, se traza un segmento tangente a cualquier punto (llamémoslo P) de la base del volcán, o sea que toque el borde de la base en un solo punto. Luego se traza un segmento perpendicular al primero que pase por el punto P. Sobre la perpendicular se miden, en escala, 20 kilómetros hacia fuera del volcán y se marca el punto Q. Se dibuja una circunferencia con centro en Q y que "toque" al punto P (o sea que el punto P pertenezca a la circunferencia). Luego se trazan circunferencias congruentes a ésta, todas tangentes a la base del volcán (que toquen el borde en un solo punto), y se siguen marcando los centros de cada circunferencia. De esta manera los centros de esas circunferencias irán determinando una misma distancia de 20 kilómetros (ver el esquema siguiente) a lo largo de todo el borde.

En forma análoga se procede para una distancia de 50 kilómetros.



Otros procedimientos utilizando estas propiedades:

- Se puede recortar en cartón un círculo con el radio deseado con un agujerito en el centro. Se va colocando el círculo en forma sucesiva a lo largo del borde de tal manera que siempre lo toque en un solo punto; simultáneamente se marca cada vez un punto a través del agujerito central. La unión de esos puntos irá determinando la franja deseada. Cuántos más puntos se marquen, la banda tendrá mayor precisión.
- Se puede realizar este método de construcción a través de algún software (como el Cabri), en forma similar al procedimiento del círculo de cartón.

Aplicación:

En Wikipedia se lee:

“El mar territorial argentino quedó establecido por la [Ley N° 23968 de Espacios Marítimos argentinos](#), sancionada el 14 de agosto de 1991 y promulgada el 10 de septiembre de ese año, que fija que:

Art. 3.– El mar territorial argentino se extiende hasta una distancia de doce (12) millas marinas a partir de las líneas de base que se establecen en el art. 1 de la presente ley. La Nación Argentina posee y ejerce soberanía plena sobre el mar territorial, así como sobre el espacio aéreo, el lecho y el subsuelo de dicho mar. En el mar territorial se reconoce a los buques de terceros Estados el derecho de paso inocente, siempre que el mismo se practique de conformidad con las normas del derecho internacional y a las leyes y reglamentos que la República Argentina dicte en su condición de Estado ribereño.

En su artículo 1 excluye del mar territorial las aguas consideradas internas del [Río de la Plata](#), el [golfo San Matías](#), el [golfo Nuevo](#) y el [golfo San Jorge](#):

(...) quedan incluidas en las líneas de base, las líneas que unen los cabos que forman las bocas de los golfos San Matías, Nuevo y San Jorge, tal cual lo establece el artículo 1 de la Ley N° 17.094 y la línea que marca el límite exterior del [Río de la Plata](#), según los artículo 1 y 70 del [Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo](#), del 19 de noviembre de 1973.

Con respecto al [Sector Antártico Argentino](#), sobre el cual la Argentina reclama derechos soberanos, el artículo N° 1 indica que las líneas de base, y por ende el mar territorial, serán establecidas en el futuro por otra ley. La ley fijó también la extensión del mar territorial alrededor de las [islas Malvinas](#), [Georgias del Sur](#), [rocas Clerke](#), [islas Aurora](#) y [Sandwich del Sur](#). El [Reino Unido](#), que las administra, ejerce la jurisdicción sobre el mar territorial en conflicto con la Argentina ([Cuestión de las islas Malvinas](#)).

De acuerdo al [Tratado de Paz y Amistad entre Argentina y Chile de 1984](#), para la zona desde el punto extremo oriental del [canal Beagle](#) hasta el punto más al este de la [isla de los Estados](#), área que corresponde al [mar de la Zona Austral](#), el mar territorial argentino se reduce a 3 millas marinas a los efectos de su relación jurídica con [Chile](#), pero se mantiene en 12 millas en relación a los demás estados.<sup>1</sup>

Para el territorio continental, la ley fijó la extensión del mar territorial completamente desde el límite exterior del Río de la Plata hasta el límite con Chile en [Lapataia](#) sobre el canal Beagle.”

¿Qué se toma como líneas de base para determinar el mar territorial?

¿A cuántos km equivalen las millas náuticas?

Grafica en un mapa, en escala, el mar territorial argentino correspondiente a las islas Malvinas, con un procedimiento similar al del problema del Chailtén.

Además del mar territorial argentino la ley define la “zona contigua argentina”, la “zona económica exclusiva argentina” y la “plataforma continental”. Averigua qué extensión posee cada zona y los derechos que la República Argentina posee sobre las mismas.