

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Nuestro planeta, hasta ahora el único lugar en el universo donde podemos vivir, es un gran y complejo laboratorio natural que nos ofrece la oportunidad de poner a prueba nuestra capacidad de investigación.

El registro de los sismos nos proporciona información valiosa acerca del interior de la Tierra que se encuentra justo debajo de nuestros pies. En términos de profundidades, ninguna ciencia puede igualar la información que brinda la Sismología. Por ejemplo, los pozos de exploración petrolera, gravimetría y magnetimetría sólo nos pueden dar información de unos cuantos kilómetros.

Los modernos y mejores sensores permiten crear nuevos modelos de la corteza y del manto superior que complementan a los modelos ya existentes. Esto nos lleva a contar con modelos más apegados a la realidad que, en la mayoría de las ocasiones, suele ser una muy compleja.

Este trabajo de tesis tiene como objetivo mapear la frontera litosfera-astenosfera¹ de la región del golfo de California. Para llevar a cabo tal objetivo calcularemos funciones de receptor *S* (*FRS*) a partir de registros obtenidos en las estaciones que componen la red sismológica NARS-Baja² (16 estaciones). De manera adicional obtuvimos espesores (por debajo de las estaciones) aproximados de la litosfera alrededor del golfo de California mediante el apilamiento de *FRS*.

La litosfera es la capa externa de la Tierra, comprende la corteza y parte del manto superior, la base de la litosfera está definida por una isoterma. La litosfera está compuesta por materiales con composiciones químicas notablemente diferentes. En esta capa la transferencia de calor se da mediante conducción. Por debajo de ella se encuentra la astenosfera, cuya naturaleza exacta aún es motivo de debate; sin embargo, se sabe que debido a las condiciones de presión y temperatura de esta capa, las rocas dentro de ella se deforman con facilidad y que en la parte superior de la astenosfera existe una pequeña cantidad de fusión parcial (Fischer et al., 2010). Ha sido difícil determinar si la respuesta sísmica de la frontera litosfera-astenosfera se debe a la fusión parcial de las rocas o al efecto producido por el aumento de la temperatura y presión con la profundidad (Romanowicz, 2009).

Se ha detectado mediante estudios de ondas superficiales que bajo las cuencas oceánicas la litosfera tiene un espesor de entre 80 km y 200 km y que debajo de ella existe una zona de bajas velocidades sísmicas que, probablemente, corresponde con la astenosfera. También se ha advertido que la litosfera es más gruesa en las partes estables de los continentes y cratones

¹ La frontera litosfera-astenosfera divide la litosfera (esfera de roca), que tiende a actuar como una unidad que muestra un comportamiento rígido, de la astenosfera (esfera débil) que se comporta como una capa blanda relativamente frágil.

² Red de sismógrafos de registro autónomo (NARS-Baja, por sus siglas en inglés).

con espesores entre 200 km y 250 km. Además, la astenosfera en estas zonas se encuentra pobremente desarrollada (Romanowicz, 2009).

En el golfo de California podemos observar en general un sistema de fallas transformantes. El golfo varía geológicamente y estructuralmente de norte a sur. El proceso de apertura que permitió su origen ocasionó que la corteza sufrieran un proceso de adelgazamiento (Persaud et al., 2007), el cual ha sido observado sobre todo en los márgenes del golfo de la península de Baja California, en este trabajo se desea observar el comportamiento de la litosfera ante el proceso de adelgazamiento de la corteza.

Actualmente en la zona de estudio se tiene la interacción entre la placa de Norteamérica y la placa del Pacífico. También se sabe que antes de tener esta interacción, alguna vez existió la gran placa de Farallón³ que después de fragmentarse generó las micro-placas de Guadalupe y Magdalena. Dichas micro-placas subdujeron hace aproximadamente 12.5 millones de años. Considerando estas interacciones entre placas, en este estudio dilucidaremos la ubicación que guardan las micro-placas Guadalupe y Magdalena actualmente y su relación con la placa de Norteamérica.

En el Capítulo 2 describimos la evolución tectónica que dio origen al golfo de California. Tal evolución se encuentra relacionada con procesos de extensión y separación de la península de Baja California con respecto de la placa de Norteamérica; el vulcanismo extinto que se puede observar en la zona constituye una prueba que respalda las hipótesis de subducción de antiguas placas tectónicas.

En el Capítulo 3 exponemos la técnica de funciones de receptor. Iniciaremos el capítulo con una revisión de la técnica de funciones de receptor P (*FRP*) propuesta por Langston en 1979. Hacemos esto debido a que el método antecesor de las funciones de receptor S (*FRS*) es precisamente el método de las *FRP*. El método de las *FRS* ha sido utilizado para mapear la frontera litosfera-astenosfera en varias partes del mundo con gran éxito (por ejemplo, Farra & Vinnik, 2000; Li et al., 2004; Kumar et al., 2005a, 2005b; Sodoudi, 2005; Angus et al., 2006; Heit et al., 2007). Es conveniente mencionar que la metodología de obtención de *FRS* seguida en este trabajo no es la única. La elección de la metodología se lleva a cabo principalmente considerando el nivel de ruido presente en los datos. Las diferencias entre metodologías radican en la forma de rotar los ejes y en la técnica de deconvolución empleada. La buena elección de la metodología se verá reflejada directamente en los resultados obtenidos.

En el Capítulo 4 mostramos las trazas de *FRS* para cada una de las estaciones estudiadas en este trabajo, de tal manera que se tiene la posibilidad de observar la cantidad y calidad de *FRS* calculadas. Además describimos la metodología de apilamiento de *FRS* (basada en la técnica de apilamiento de Zhu & Kanamori, 2000) que nos permitió estimar profundidades de la litosfera (por debajo de las estaciones en estudio).

³ Antigua placa oceánica.

⁴ La técnica de *FRP* ha sido un método ampliamente utilizado para observar los contrastes que existen en la corteza y el manto superior.

En el Capítulo 5 se presenta una discusión de los resultados obtenidos en el Capítulo 4, correlacionados con la información expuesta en el Capítulo 2, referente a la evolución tectónica del golfo de California. En algunas estaciones, sobre todo en las que se encuentran al norte del golfo, se cuenta con estimaciones previas de la profundidad de la frontera litosfera-astenosfera. Para tales estaciones llevamos a cabo una comparación con nuestros resultados. Es al final de este capítulo que se exponen las conclusiones de esta tesis.

Esta investigación es un primer vistazo del estado actual de la litosfera alrededor del golfo de California y aunque falta camino por recorrer, lo importante ahora es que hemos empezado a recorrer tal camino y que no pararemos en nuestras investigaciones y trabajo hasta no haber utilizado la última herramienta ofrecida por la Sismología aplicable al golfo de California.