

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

Institut de Ciències de la Terra *Jaume Almera*

Departament de Geofísica

Programa de Doctorado de *Tectònica y Geofísica*, bienio 96-98

**EVOLUCIÓN TECTÓNICA DEL MARGEN CONTINENTAL OESTE
DE MÉXICO: FOSA MESOAMERICANA Y GOLFO DE CALIFORNIA
(CORTES-P96)**

Tesis

Presentada por **Rafael Bartolomé de la Peña** ante el *Departament de Geodinàmica i Geofísica* de la *Universitat de Barcelona* para optar al grado de Doctor en Ciencias Físicas.

Director:

Dr. Juan José Dañobeitia

Tutor: **Dr. Josep Anton Muñoz**

Barcelona, Marzo de 2002

1. Introducción

*Nada existe excepto átomos y espacio vacío;
todo lo demás son opiniones.*

Demócrito de Abdera, filósofo griego (460-370 aC)

*Nunca he podido entender porque una persona
se pasa dos años escribiendo una novela, cuando
puede comprar una por 500 pelás.*

Fred Allen, cómico

1. INTRODUCCION

El margen Pacífico Americano está caracterizado, desde Tierra de Fuego hasta la boca del Golfo de California, por una subducción activa de la corteza oceánica del Pacífico (distintas microplacas) bajo el continente Americano.

El margen Pacífico mexicano se extiende desde los 15 ° N hasta los 32 ° N, y a partir del punto triple Rivera-Pacífico-Norteamérica a una situación de fallas de deslizamiento dextral en el Golfo de California, donde el sistema transformante San Andrés-Golfo de California, actúa como límite entre las placas Pacífico y Norteamérica. Por tanto, en el margen Pacífico Mexicano se observa un margen convergente inactivo desde hace unos 10 Ma (margen occidental de Baja California), un margen convergente activo en la fosa mesoamericana, y un margen transformante en el Golfo de California (Mar de Cortés), que es la prolongación meridional del sistema de fallas de San Andrés.

La tectónica y sismicidad actual en la parte de México central está determinada predominantemente por la subducción de las placas de Cocos y Rivera, bajo la placa Norteamericana. Por tanto, el acoplamiento o resistencia mecánica entre las placas de Cocos y Norteamérica debería incrementarse de manera gradual del SE hacia el NW de acuerdo con la variación en la razón de convergencia y la edad de la placa de Cocos. Sin embargo, la convergencia de la placa de Cocos bajo la de Norteamérica, con zonas de fractura y dorsales asísmicas, se correlaciona con una amplia zona de débil acoplamiento mecánico y una baja relajación de la razón de esfuerzos. Por otra parte, la velocidad de subducción determinada para la placa de Cocos es 1.5-2 veces superior a la de Rivera, lo que sugiere una absorción significativa del movimiento relativo en el límite Cocos-Rivera bajo el continente.

La frontera o límite entre las placas del Pacífico-Norteamérica es esencialmente transformante con segmentos cortos de dorsal en el Golfo de California, el límite entre las placas Pacífico-Cocos es divergente, es decir acreción a lo largo de la dorsal Pacífico Oriental (EPR), mientras que el límite entre Cocos. Norteamérica es convergente,

subducción de Cocos bajo México. En la conexión de estos tres límites, existen dos bloques individualizados; El Bloque de Jalisco en dominio continental, y la placa de Rivera en un dominio oceánico.

1.1 Objetivos y estructura del trabajo

El principal objetivo de este trabajo es obtener por métodos geofísicos la estructura cortical del margen continental activo del Oeste de México, zona caracterizada por una alta sismicidad con terremotos destructivos de gran magnitud. Otro objetivo básico es determinar la transición cortical desde un margen activo hacia una zona de rifting, Golfo de California, donde procesos tectónicos, magmáticos y de subsidencia marcan la apertura del Golfo desde el Mioceno Medio (12 Ma). Todo ello en un marco tectónico de extraordinaria complejidad donde interaccionan varias placas tectónicas con procesos de acreción oceánica en la dorsal del Pacífico Oriental, procesos de subducción en la fosa mesoamericana, y una importante segmentación de fallas extensionales en el interior del Golfo de California. Para ello se dispone de una amplia bases de datos experimentales, adquiridos todos ellos durante la campaña de geofísica “CORTES-P96”, realizada a bordo de buque oceanográfico Hespérides en el año 1996 (Fig. 1.1)



Fig. 1.1: Campaña geofísica CORTES-P96 a lo largo del margen oeste mexicano y Golfo de California.

La estructuración del trabajo se ha realizado en 9 capítulos, que se describen de manera sucinta para dar una idea de como ha sido organizado.

El *capítulo 1* nos sirve para introducir brevemente la zona de estudio, el Margen oeste Mexicano y el Golfo de California.

El *capítulo 2* corresponde al procesado de datos de sísmica de reflexión vertical. Este capítulo es de particular importancia en este trabajo, ya que una parte sustancial del mismo se basa en las imágenes en profundidad de las estructuras subcorticales de la corteza del margen oeste Mexicano. Es importante resaltar que todas las etapas concernientes tanto a la

adquisición de datos (p.e. definición de los parámetros de adquisición), pasando por el control de calidad de los registros abordo (control de calidad de la señal), hasta las fases de pre-procesado y procesados finales han sido abordadas en esta tesis desde su inicio. Durante la campaña de geofísica se adquirieron más de 2500 km de datos de sismica multicanal, registrados en un streamer de 2400 m de longitud, con una separación entre hidrófonos de 25 m, lo que supone 96 canales operativos obteniéndose en la mayoría de los casos una cobertura de 16 trazas por CDP. En este capítulo se detalla todos los pasos realizados en el procesado de los datos, desde el de multiplexado de la señal, correcciones de trazas erróneas, correcciones por atenuación, filtrados, análisis de velocidades, hasta llegar a las secciones de tiempo y las secciones migradas.

El *capítulo 3* se refiere al contexto geodinámico y tectónico de la región de estudio. En este sentido, se definen los rasgos regionales que han afectado de manera notable a la reorganización de placas tectónicas en el Pacífico oriental desde el Mesozoico hasta su actual ubicación. Además, se ha realizado una aproximación más específica tanto para el Golfo de California, como para las placas de Cocos, Rivera y Bloque de Jalisco que en definitiva son los elementos estructurales que conforman la parte más significativa del Margen Oeste de México. Asimismo se ha dedicado un epígrafe especial a la evolución tectónica reciente, neógena y cuaternaria, de la región NE del Pacífico que afecta a nuestro estudio.

El *capítulo 4* se ha dedicado a un rasgo subcortical preeminente, esto es el BSR o reflector que simula acústicamente el fondo oceánico. Las particularidades de este reflector desde un punto de vista de propiedades físicas, así como su reciente importancia en el mundo de los recursos energéticos son, entre otros factores, motivos suficientes para un estudio pormenorizado del mismo. Además de describir una serie de pautas del estudio de gases hidratados a los que genéticamente se incluye el BSR, se ha identificado este reflector en varios de los perfiles de sismica multicanal, tanto en el talud como en la plataforma continental del Pacífico Mexicano. En los perfiles donde se ha identificado el reflector, se ha realizado un estudio en detalle de los cambios de polaridad de la señal sísmica, considerando los coeficientes de reflexión, y amplitudes relativas de los mismos, y se ha

estudiado la condiciones térmicas y de estabilidad de estos singulares reflectores. Los resultados se han comparado con otras informaciones disponibles de reflectores similares encontrados en los océanos Atlántico y Pacífico.

En el *capítulo 5*, se realiza una breve descripción de lo datos batimétricos a escala regional, y una descripción mas detallada de los rasgos superficiales más significativos de la zona de la placa de Rivera, en su vertiente más meridional cerca de Puerto Vallarta, así como la zona de sutura de las Placas de Rivera y Cocos, delimitada por la zona de fractura de Rivera. En esta zona la información proporcionada por los registros sonográficos (backscatter) definen zonas con diferencias significativas en las coberteras sedimentarias probablemente relacionadas con la removilización de parte de los sedimentos como consecuencia de la colisión de las placas tectónicas.

El *capítulo 6* está dedicado al análisis e interpretación de datos de gravimetría adquiridos durante la campaña geofísica CORTES-P96. Además, de compilar una serie de mapas de anomalías gravimétricas de aire libre, de enorme utilidad para la interpretación regional de la zona, se han realizado una modelización en 2D1/2 de los perfiles sísmicos ortogonales a la costa, y donde se tiene información simultanea de imágenes subcorticales. Los ajustes de los modelos gravimétricos están por tanto restringidos por la geometría obtenida de los perfiles de sísmica de reflexión, y por información adicional de velocidad proporcionada por los registros de “Ocean Bottom Sesimometres” también obtenidos en la campaña.

El *capítulo 7*, describe la sismicidad de la zona de estudio, basándose exclusivamente en datos de sismicidad de la NOAA. Las profundidades hipocentrales de eventos con magnitudes superiores a 3 se han utilizado para contrastar los planos de subducción calculados de las secciones de sísmica multicanal, observándose algunas diferencias de interés en los buzamientos de la placa oceánica de Rivera en su colisión con la placa Norteamericana, y permitiendo explicar la orientación oblicua de la faja volcánica mexicana.

A lo largo del *capítulo 8* mostramos los registros de sismica de reflexión multicanal, tanto en stack como en migración. Con la interpretación de éstos hemos obtenido las geometrías de la placa en subducción, la morfología de los sedimentos y hemos realizado una predicción hacia el norte de la geometría de la subducción mediante una extrapolación numérica. Por último, hemos cartografiado la extensión del prisma de acreción y del frente de deformación integrando todos los datos sísmicos procesados.

En el *capítulo 9* se analiza en detalle la transecta que va desde Puerto Vallarta (Bloque de Jalisco) hasta Los Cabos (Península de Baja California). A lo largo de la transecta se dispone de datos adquiridos durante la campaña CORTES-P96, que corresponde a sismica de reflexión, sismica de refracción marina y terrestre, y campos potenciales (gravimetría y magnetismo). La modelización global de estos datos proporciona un modelo original de la transición de cortezas contrapuestas de las placas tectónicas del Pacífico y Norteamérica, con significativas implicaciones en la compleja geodinámica del área.

Por último, en el *capítulo 10* se discuten los resultados del trabajo y las conclusiones a las que hemos llegado con este estudio.