

RECONSTRUCCION TECTONICA DE LA FALLA DE AGUA BLANCA EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA, MEXICO

TECTONIC RECONSTRUCTION OF AGUA BLANCA FAULT IN THE BAHIA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

Alfredo Gutiérrez Gutiérrez ¹
Francisco Suárez Vidal ²

¹ Centro de Investigaciones de Quintana Roo, A.C.
Apartado Postal 886
Cancún, Quintana Roo

² Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, BC
División Ciencias de la Tierra
Ave. Espinoza 843
Ensenada, Baja California

Gutiérrez Gutiérrez Alfredo y Suárez Vidal, F. Reconstrucción tectónica de la Falla de Agua Blanca en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. *Tectonic Reconstruction of Agua Blanca Fault in the Bahía de Todos Santos, Baja California, Mexico. Ciencias Marinas* 14(2): 15-28 1988.

RESUMEN

Se determinó la relación existente entre el origen de las fallas normales encontradas en la Península de Punta Banda, las observadas en el depósito sedimentario de la Isla Norte de Todos Santos y la Falla de Agua Blanca, mediante el uso de una adaptación al método de Thompson (1960) aplicado por Angelier y Colleta (1983), sobre tectónica extensional. Los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de extensión sufrida en el área indican que éste fluctúa entre un 5% y un 35%, siendo ésta variación producto de un coeficiente de rotación encontrado en el área por la diferencia de velocidades existentes entre los sectores norte y sur de Agua Blanca que son los que afectan el área. Se concluye que los afallamientos en Punta Banda e Isla Norte de Todos Santos corresponden al mismo proceso tectónico, y que éste actuó sobre el área por lo menos hasta el Mioceno tardío, y no hasta el Cretácico superior como se creía anteriormente.

ABSTRACT

The relationship between the faults found in the Península de Punta Banda and the faulting observed in the sedimentary deposits of the Northern part of Isla de Todos Santos was determined. An adaptation to the Thompson's Method (1960) as applied by Angelier and Colleta (1983) on extensional tectonics was used. The results of extension percentage in the area indicate that it fluctuates between 5% and 35%, this variation being a result of a rotation coefficient found in the area by the differences of the existant velocities between Agua Blanca northern and southern branches which affect the area. It is concluded that this event acted on the area at least until the late Miocene and not until the upper Cretaceous as it was believed.

INTRODUCCION

El origen de la Península de Baja California se relaciona a la gran actividad tectónica generada por el movimiento convergente de las Placas del Pacífico-Norteamérica

INTRODUCTION

The origin of the Peninsula of Baja California is associated with great tectonic activity generated by the converging movement of the Pacific-North America and Fa-

y Farallón (Atwater, 1970; Mckenzie y Morgan, 1969). Esta última es actualmente ausente.

Durante el proceso de subducción de la Placa de Farallón y como consecuencia de la fragmentación de la cresta oceánica que dió origen a Farallón y Pacífico, se ha postulado que un segmento de esa cresta se movió a través de una transformante oceánica, misma que hoy día se encuentra ubicada en la porción norte de la Península y se conoce como Falla de Agua Blanca (Gastil, *et al.*, 1979; González y Suárez, 1984); anómalamente orientada con respecto al Sistema de Falla San Andrés-Golfo de California, Figura 1.

La Falla de Agua Blanca se extiende 130km en longitud con una orientación N48 W desde el Paso de San Matías hasta la Bahía de Todos Santos, en donde se introduce en el océano interactuando con estructuras activas ubicadas en el interior de la margen continental Pacífico (Wong, 1980), Figura 2. Un rasgo importante de la Falla mencionada es el que la proximidad de su extremo occidental (Valle Santo Tomás) se bifurca en dos sectores que limitan al sur y norte la Península de Punta Banda; considerándose al sector norte como el más activo (Allen, *et al.*, 1970; Pou, 1982).

Además de la presencia de la Falla de Agua Blanca, la Península de Punta Banda se encuentra afectada por un conjunto de fallas normales con rumbo predominante de N37 W y con echados que varían desde 45 hasta 70 SW. Casos similares de afallamiento normal se encuentran en las Islas de Todos Santos. En ambos lugares el afallamiento normal afecta secuencias litológicas del Cretácico inferior (Formación Alisitos) así como del Cretácico superior Maestrichiano-Campañiano (Formación Rosario) en la zona de Punta Banda. En la Isla de Todos Santos además de la Formación Alisitos, sedimentos miocenos se encuentran igualmente perturbados por fallas normales (Pou, 1982, Quintanilla, 1984).

Es el objetivo del presente estudio el determinar la relación estructural que existe entre la Falla de Agua Blanca y las fallas

rallón plates (Atwater, 1970; Mckenzie and Morgan, 1969). The latter no longer exists.

During the subduction process of the Farallón Plate and as a consequence of the fragmentation of the oceanic ridge which gave birth to Farallón and Pacífico, it was stated that a segment of this ridge moved through an oceanic transform fault, which nowadays is located in the northern part of the Peninsula and is known as Agua Blanca Fault (Gastil *et al.*, 1979). Due to its structural characteristics, it has been classified as a regional and geologically active fault (Allen *et al.* 1970; Gastil *et al.* 1975; González y Suárez, 1984), anomalously oriented in relation with the San Andrés-Gulf of California Fault system (Fig. 1).

Agua Blanca Fault is 130km long, oriented N48 W, from el Paso de San Matías to Bahía de Todos Santos where it enters into the ocean interacting with active structures located inside the Pacific continental margin (Wong, 1980) (Fig. 2). An important feature of the above mentioned fault is that the proximity of its Western end (Valle Santo Tomás) is divided in two sectors that limit the Punta Banda Peninsula at the South and at the North. The northern sector is considered as the most active one (Allen *et al.*, 1970; Pou, 1982).

In addition to the effect due to the Agua Blanca Fault, the Punta Banda Peninsula is affected by a set of normal faults with a dominant orientation of N37 W and with dips that vary from 45 to 70SW. Similar cases of normal faulting are found on the Islas de Todos Santos. In both locations, the normal faulting affects lithologic sequences of the lower Cretaceous (Alisitos Formation) as well as of the Maestrichian-Campanian upper Cretaceous (Rosario Formation) in the Punta Banda area. In the Isla Todos Santos, besides the Alisitos Formation, miocene sediments are found equally disturbed by normal faults (Pou, 1982, Quintanilla, 1984).

The objective of this paper is to determine the relationship between the Agua Blanca Fault and the normal faults located on the

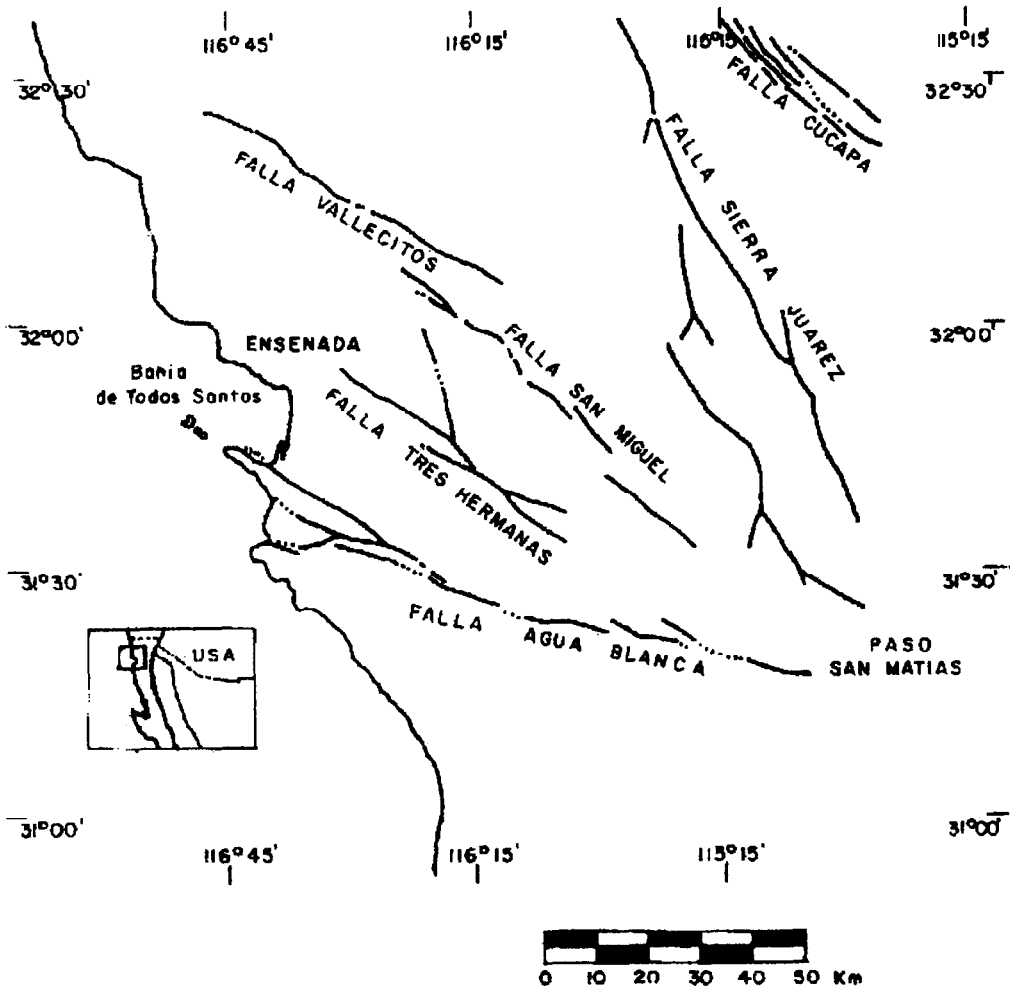


Figura 1. Localización geográfica y marco tectónico de la región Norte de Baja California y Sur de California (Modificado de J.N. Brune, 1979).

Figure 1. Geographic localization and tectonic setting of the northern region of Baja California and southern California (as modified by J.N. Brune 1979).

normales ubicadas en la Península de Punta Banda y las Islas de todos Santos, así mismo determinar cuantitativamente el porcentaje de extensión generado por las estructuras mencionadas.

Punta Banda Peninsula and the Islas de Todos Santos as well as to determine quantitatively the extension percentage generated by the above mentioned structures.

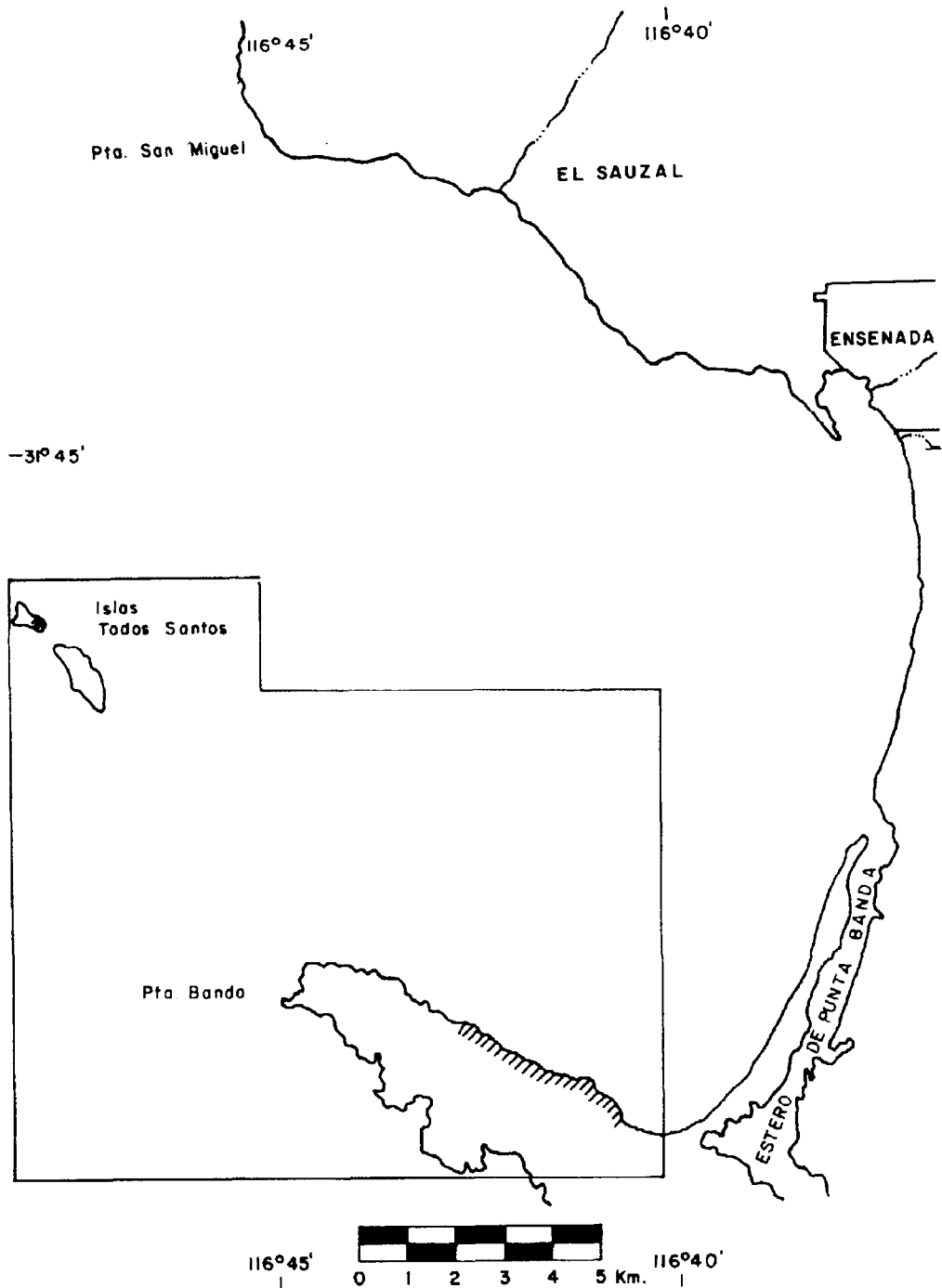


Figura 2. Relación tectónica de las principales fallas peninsulares con las localizadas en el interior de la margen continental (modificada de Legg M., 1980).

Figure 2. Tectonic relation of the main peninsular faults with the localities within the continental margin (as modified by Legg M., 1980)

AREA DE ESTUDIO

La zona de estudio seleccionada está ubicada a lo largo de la costa norte de la Península de Punta Banda dentro de la Bahía de Todos Santos.

El área se localiza a 130km al sur de la frontera internacional México-USA. En esta zona se puede apreciar a lo largo de los acantilados la presencia de un sistema de fallas con fuerte componente vertical y asociado a un basculamiento de las secuencias sedimentarias que ahí afloran. En la Figura 2 se muestra la ubicación del área de estudio así como los transectos realizados.

METODOLOGIA

La metodología empleada para determinar los porcentajes de extensión fue el de toma directa de datos en campo, según Compton (1962). El cálculo de las actitudes reales a partir de datos de campo se realizó siguiendo el método de Estereoread descrito por Ragan (1973). Se utilizó una secuencia fotográfica que permitió la elaboración de un perfil estructural del área de estudio (Figuras 3 y 4), y la fotografía aérea se utilizó para observar algunos rasgos estructurales de la zona.

Se analizaron los modelos de extensión propuestos por Thompson (1960), Le Pichon y Sibuet (1981) y Wernicke y Burchfiel (1982). De los anteriores, se decidió por el modelo de Thompson (1960) aplicado por Angelier y Colleta (1983) bajo sus propios criterios. Ellos consideran que el porcentaje de extensión en fallas de tipo rotacional planar es posible obtenerlo con base en un modelo simple de sólo dos variables. Angelier y Colleta (1983) restringen su modelo sólo a los casos en donde el ángulo inicial del echado de la falla es mayor que el ángulo actual de inclinación de los estratos, considerando que el caso de las fallas normales de Punta Banda es similar al descrito. Una adaptación de los estratos, considerando que el caso de las fallas normales de Punta Banda es similar al descrito. Una adaptación de los modelos de Thompson y el de Angelier y Colleta se consideró la más

LOCATION OF THE STUDY AREA

The study zone selected is located along the northern coast of the Punta Banda Peninsula within the Bahía de Todos Santos.

The area is situated 130km south of the international boarder Mexico-USA. Along the acantilados, a fault system with a marked vertical component and associated with a silting of the sedimentary sequence that cropped out there. Figure 3 shows the location of the study area and the transects made.

METHODOLOGY

The methodology used to determine the percentages of extension consisted in gathering directly the field data, according to Compton (1962). The calculation of real behaviors from field data was carried out following Estereoread's method, described by Ragan (1973). A photographic sequence allowed to make a structural profile of the study area (Figs. 3 and 4) and aerial photography was used to observe some structural features of the zone.

Extension models proposed by Thompson (1960), LePichon and Sibuet (1981), Wernicke and Burchfiel (1982) were analyzed. Thompson's model (1960), applied by Angelier and Colleta (1983) with their own criteria, was chosen. According to these authors, it is possible to obtain the extension percentage in the rotational planar faults based on a simple model of only two variables. Angelier and Colleta (1983) limit their model only to the cases where the initial angle of the dip of the fault is bigger than the present angle of inclination of the strata, considering that the case of the normal faults of Punta Banda is similar to the one described. An adaptation of the Thompson's and Angelier and Colleta's models was considered adequate to be applied in the study area, given the structural characteristics of the zone and the fact that the area meets the restrictions of the models.

Once the required data were obtained in the field, they were applied directly in the formula to obtain the extension coefficient:

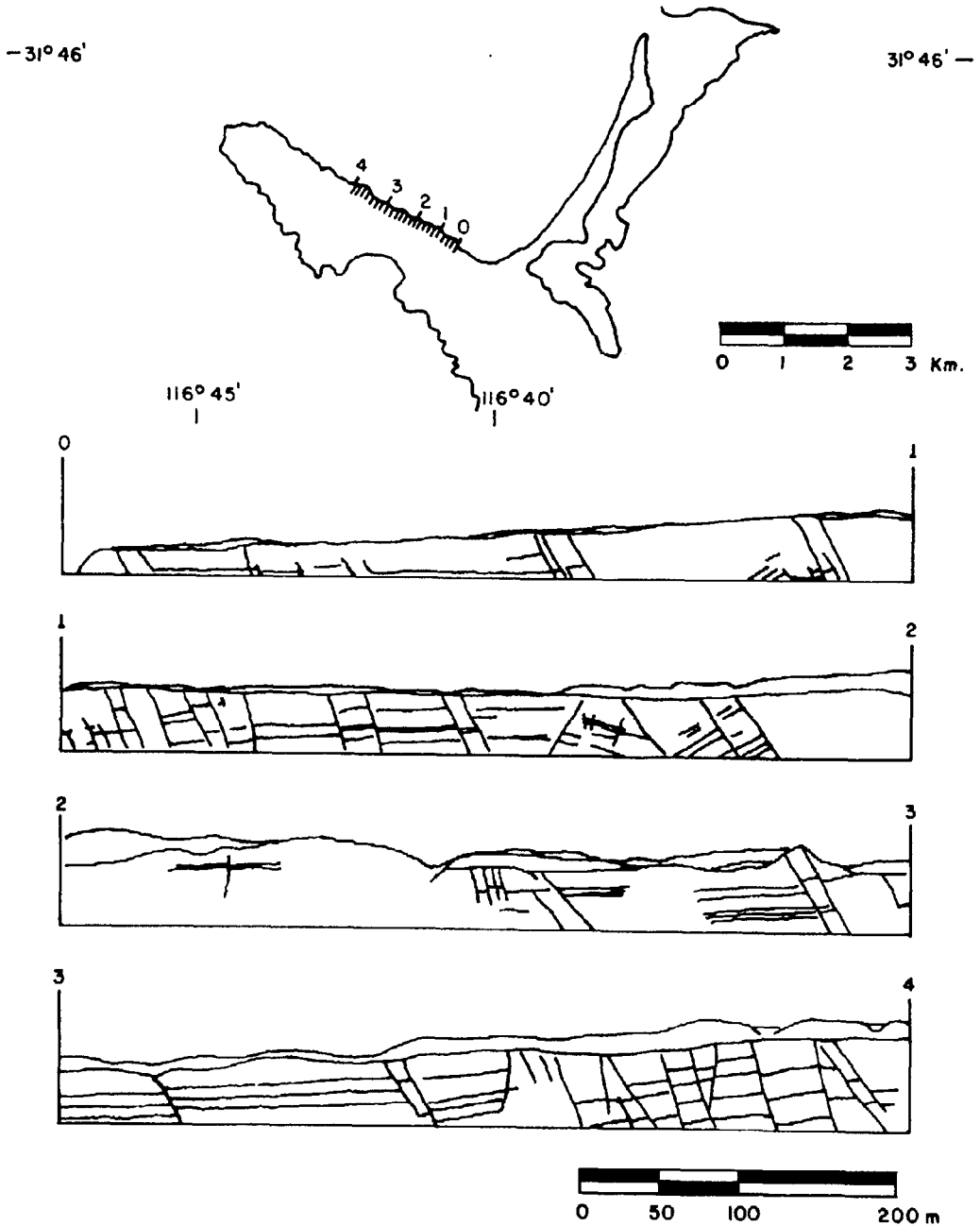


Figura 3. Ubicación de la región de estudio y perfil estructural Este-Oeste en la zona de la Península de Punta Banda, BC.
Figure 3. Location of the study area and East-West structural profile in the area of the Peninsula de Punta Banda, BC.

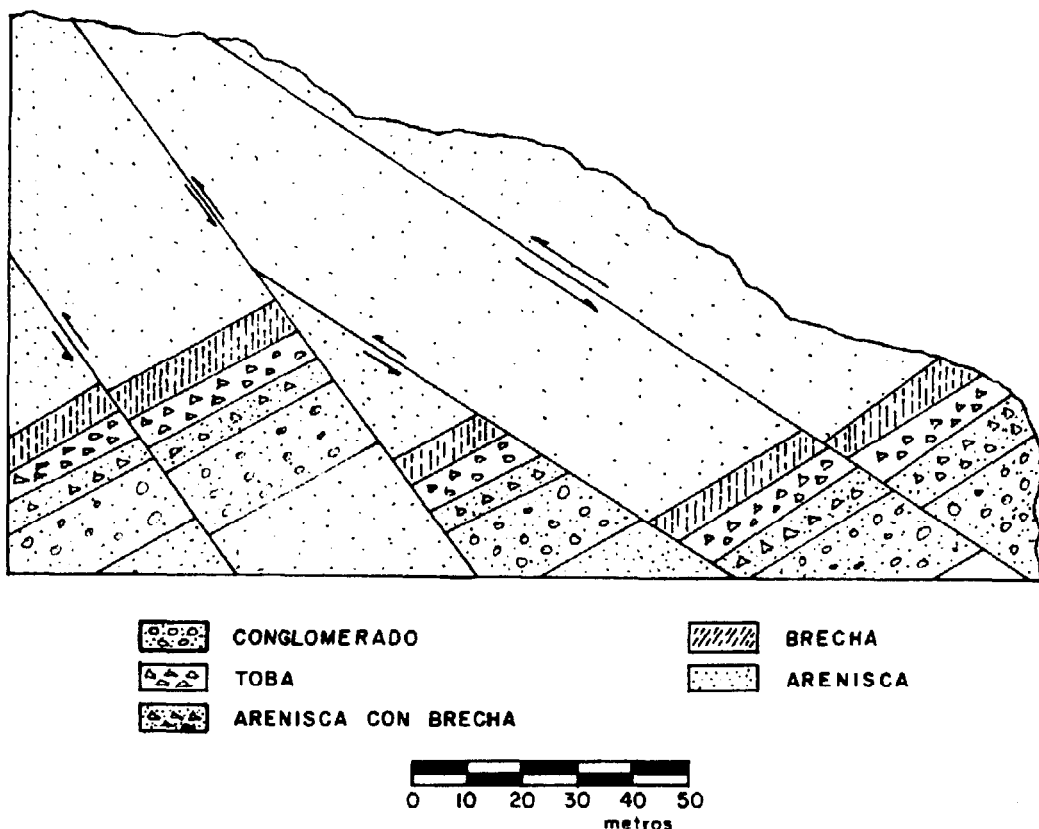


Figura 4. Perfil estratigráfico-estructural de un depósito sedimentario miocénico en la Isla Norte de Todos Santos, BC (tomado de Quintanilla, 1984).

Figure 4. Stratigraphic-structural profile of miocene sedimentary deposit in the Northern Island of Todos Santos, BC (taken from Quintanilla, 1984).

apropiada para aplicar en el área de estudio, dadas las características estructurales de la zona y el hecho de que el área cumple con las restricciones de los modelos.

Una vez obtenidos los datos requeridos en campo, éstos se aplican directamente en la fórmula para obtener el coeficiente de extensión, siendo ésta:

$$\beta = \text{Sen } \tau / \text{Sen}(\tau - \theta)$$

Para todo $\tau > \theta$

Donde τ y β son el echado inicial de la falla y el ángulo de inclinación actual de los estratos respectivamente. Para la obtención

$$\beta = \text{Sen } \tau / \text{Sen}(\tau - \theta)$$

for all $\tau > \theta$

where τ and β are the initial dip of the fault and the present inclination angle of the strata respectively.

To obtain the extension percentage, the Thompson formula (1960), in terms of extension percentage, was considered:

$$\% \text{ Ext} = (\beta - 1) 100$$

where β is the extension coefficient given by Angelier and Colleta (1983).

del porcentaje de extensión se consideró la fórmula de Thompson (1960) que está en términos de % de extensión:

$$\% \text{ Ext} = (\beta - 1) 100$$

donde β es el coeficiente de extensión dado por Angelier y Colleta (1983).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El norte de la Península de Baja California constituye un bloque continental sujeto a complejos procesos tectónicos. El límite sur de ese bloque está dado por la presencia de una de las estructuras geológicas más relevantes en la Península como lo es la Falla de Agua Blanca, la cual es considerada como la falla activa geológicamente más antigua presente en la región norte de la Baja California.

Hasta hoy día no ha sido posible comprobar cual es el origen de la Falla de Agua Blanca. Gastil *et al.*, (1979) proponen que la Falla de Agua Blanca se originó como una transformante oceánica, asociada a un segmento de cresta que migró hacia la zona de consumo junto con la Placa de Farallón (Atwater, 1970) y una vez consumida la placa y cresta la transformante cambia a ser una falla de tipo continental, y para ese tiempo únicamente existe el sector sur. De acuerdo a la teoría mencionada la Falla de Agua Blanca debió haber actuado primeramente como una falla de rumbo con movimiento relativo lateral izquierdo (Fig. 5) y después una vez ubicada como falla peninsular cambiar su movimiento relativo a lateral derecho, siguiendo el movimiento impuesto por el sistema de San Andrés-Golfo de California y acentuar el desarrollo del sector norte de Agua Blanca.

Considerando lo anterior, así como los resultados obtenidos por Allen *et al.* (1970), Gastil *et al.* (1975), Wong (1980), Pou (1982) y González y Suárez (1984) se postula que durante el proceso de apertura del Golfo de California, en donde impera el campo de esfuerzos impuesto por el sistema San Andrés-Golfo de California, se da el proceso de reorientación de Agua Blanca en las proximidades

RESULTS AND DISCUSSION

The North of the Baja California Peninsula is a continental block subject to complex tectonic processes. The southern limit of this block is constituted by one of the most important geological structures in the Peninsula, as the Agua Blanca Fault is considered as the oldest geologically active fault present in the northern region of the Baja California.

Up to now, it has not been possible to determine the origin of the Agua Blanca Fault. Gastil *et al.* (1979) suggest that the Agua Blanca Fault was originated as an oceanic transform, associated with a segment of the ridge that migrated to the abduction zone along with the Farallón Plate (Atwater, 1970). Once the plate and the ridge were subducted, the transform became a continental fault and in that time, only the southern sector existed. According to the above mentioned theory, the Agua Blanca Fault must have acted in the first place as a strike slip fault with a left lateral relative movement (Fig. 5) and then, after settling as a Peninsular fault, it must have changed its relative movement to right lateral, following the movement imposed by the San Andrés-Gulf of California System and increased the development of the northern sector of Agua Blanca.

Given the previous considerations as well as the results obtained by Allen *et al.* (1970), Gastil *et al.* (1975), Wong (1980), Pou (1982) and González and Suárez (1984), it is stated that during the opening process of the Gulf of California, dominated by the efforts field imposed by the San Andrés-Gulf of California System, the Agua Blanca reorientation process took place near Ensenada without preventing the southern sector to continue to be active at least until the Miocene-Pliocene. This generated, along with the northern sector, efforts field possibly typical of a shear system in which the faults, classified in this paper as normal, were originally strike slip, since they resulted from the rotational movement (shear) generated by the differential move between the northern and the southern sectors of the Agua Blanca Fault. Such a process is described by Wilcox *et al.* (1973). However, today these faults present a vertical

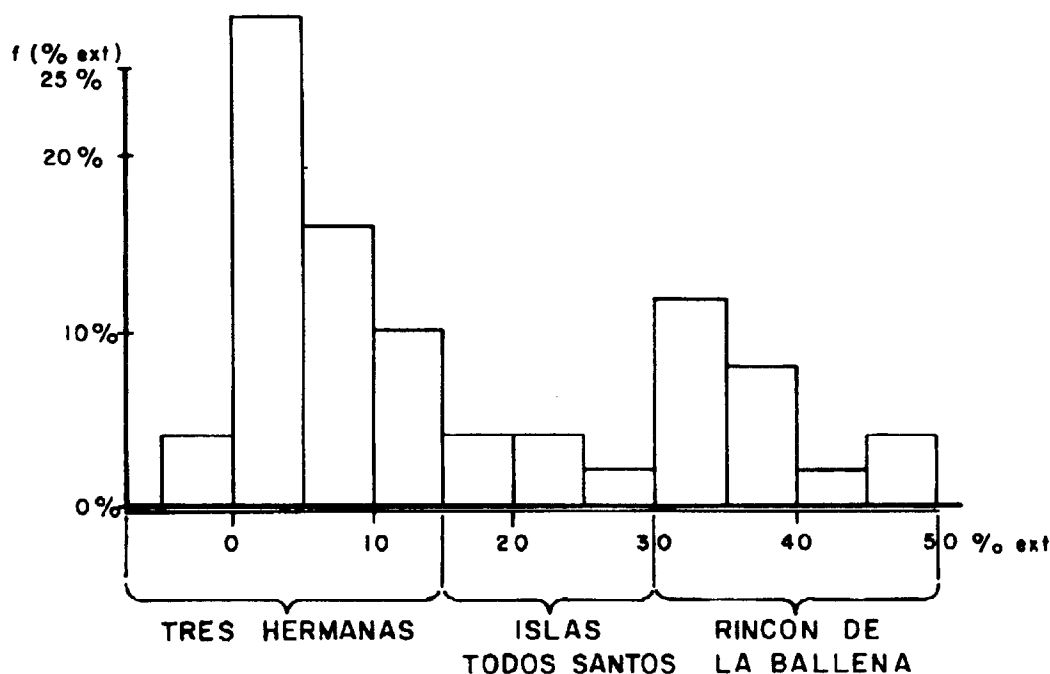


Figura 5. Reconstrucción tectónica para el Jurásico Tardío-Cretácico Temprano de la Falla de Agua Blanca. (tomado de Suárez, F., 1987).

Figure 5. Tectonic reconstruction for the Late Jurassic-Early Cretaceous of the Agua Blanca Fault (taken from Suárez, F., 1987).

dades de Ensenada sin restringir que el sector sur haya continuado activo al menos hasta el Mioceno-Plioceno. Ello generó, junto con el sector noreste, un campo de esfuerzos posiblemente típico de un sistema de torción en el que las fallas que en este trabajo se clasifican como normales, originalmente fueron de rumbo, ya que fueron resultado del movimiento rotacional (torción) generado por el desplazamiento diferencial entre los sectores norte y sur de la Falla de Agua Blanca. Tal proceso es descrito por Wilcox *et al.* (1973). Sin embargo, en la actualidad estas fallas presentan una componente vertical acompañada de un basculamiento de los estratos que constituyen a la Formación Rosario. Basado en esto último y considerando que todas las estructuras observadas tenían características de fallas planares, el método empleado para evaluar el porcentaje de extensión fue el de Thompson (1960) aplicado por Angelier y Colleta (1983). No obstante, al tenerse los

componente acompañado by a silting of strata that constitute the Rosario Formation. Based on this and considering that all the structures observed presented planar faults characteristics, the method used to evaluate the extension percentage was the one given by Thompson (1960) and applied by Angelier and Colleta (1983). Nevertheless, it was observed from the results of the data analysis that the extension percentage obtained tends slightly to be bimodal (Table I, Fig. 6). This lead us to reconsider the fact that the normal faults were caused by an extensional listric system and the main fault (Detachment) does not crop out in the area. It is considered improbable since this type of faulting is generated basically under a clearly extensional-gravitational regime. Therefore, there is only one possibility for the Agua Blanca Fault to have a velocity movement in the northern sector greater than that of the southern sector (Allen *et al.*, 1960) which would give as a result a differentiation

Tabla I. De resultados.
Table I. Results.

Concepto	Valor promedio	Característica	Moda	
			a	b
Rumbos	345°	unidireccional	-	-
Inclinación de estratos	16.33°	bimodal	4.75°	36.24°
Echado de fallas	60.0°	bimodal	47.08°	76.61
% de extension	23%	bimodal	5.0%	35.0%

resultados del análisis de datos, se observó que el porcentaje de extensión obtenido tiene una pequeña tendencia a ser bimodal (Tabla I, Figura 6). Esto condujo a reconsiderar el que las fallas normales fueran producto de un sistema extensional listrico y que la falla principal (Detachment) no aflora en la región. Lo anterior lo creemos improbable ya que este tipo de afallamiento se genera básicamente bajo un régimen netamente extensional-gravitacional. Basado en lo anterior, queda como única posibilidad de que la Falla de Agua Blanca tuviera una velocidad de movimiento en el sector norte mayor a la del sector sur (Allen *et al.*, 1960), lo que daría como resultado una diferenciación en la extensión sufrida en el área, generando un sistema de fallas similar al listrico, pero cuyo origen se asocia a procesos de torsión como el descrito por Wilcox *et al.* (1973) y Tchalenko (1970).

Lo anterior se comprueba al observar que la dirección de inclinación del echado de falla no es constante hacia al Oeste, y que el valor fluctúa a lo largo de todo el perfil, y como se mencionó teniendo una ligera tendencia a comportarse también de manera bimodal (Tabla I) y no tender a inclinarse más hacia alguno de los lados del perfil; esto lo consideramos como una confirmación más de que el sistema no es listrico, ya que de lo contrario debería notarse una tendencia en los echados a inclinarse constantemente más en un solo sentido. Observando la relación que existe entre los echados de la falla y los rumbos casi verticales, se puede deducir que en un principio la región al quedar comprendida entre dos fallas activas predominantemente de

in the extension occurred in the area, generating a fault system similar to the listric one, but whose origin is associated with shear processes as those described by Wilcox *et al.* (1973) and Tchalenko (1970).

This is confirmed by observing that the inclination direction of the fault dip is not constant Westward and that the value varies along the profile. Besides, the fact that it also tends to be slightly bimodal (Table I) and not to incline more to one side of the profile is another evidence that the system is not listric; otherwise the dips would tend to constantly bend more in one direction. Observing the relationship between the fault dips and the nearly vertical rumbos, one can deduce that at the beginning, when the fault was comprised between two active faults, predominantly of rumbo, it generated a fault system with rumbo movement and an oblique orientation in relation with the main faults. When one of the structures stopped acting, the oblique ones changed their main movement from rumbo to vertical, causing among others, strata basculating strata. In the Punta Banda region, the strata bending shows the influence of the rotation component, since there is a tendency to increase the inclination angle as one gets closer to the site where the extension index is greater.

The extension percentage found in the area fluctuates between 5% and 35%, crests of the graph of extension frequency obtained in the Punta Banda Peninsula as well as in the sedimentary deposit of the Isla Norte de Todos Santos (Fig.6). This implies that the faulting

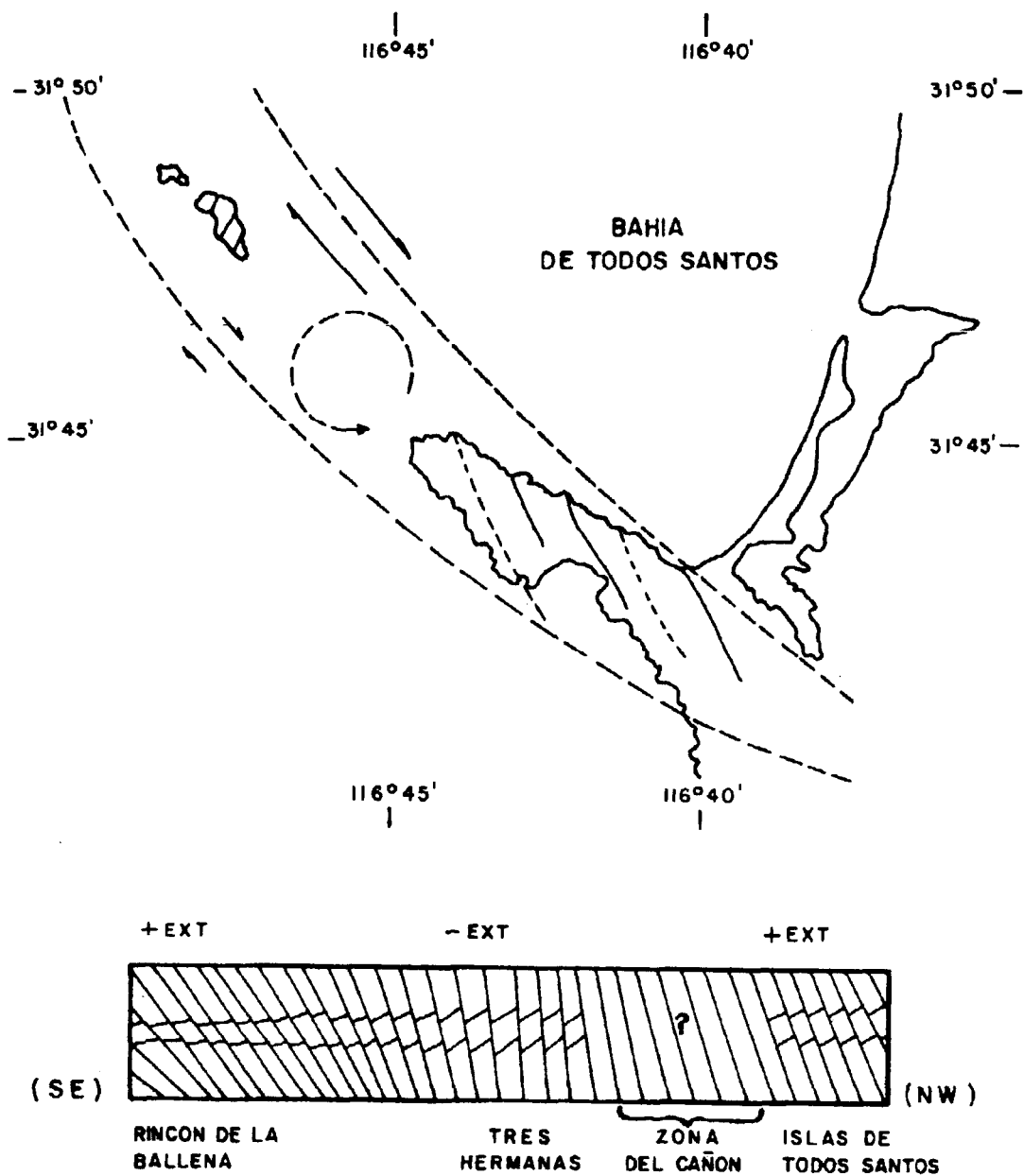


Figura 6. Histograma con la frecuencia del % de extensión en el área de estudios indicando la variación de extensión en función de la distancia.

Figure 6. Histogram with the frequency of the percentage of extension in the study area indicating the variation of the extension according to distance.

rumbo, genera un sistema de fallas igualmente con movimiento de rumbo con una orientación oblicua a las fallas principales. Al dejar de actuar cualquiera de las dos estructuras, las oblicuas cambian su movimiento principal de rumbo a vertical, ocasionando entre otras cosas basculamiento de los estratos. En la región de Punta Banda, la inclinación de los estratos está dispuesta de manera tal que muestra la influencia de la componente de rotación, ya que existe una tendencia a aumentar el ángulo de inclinación a medida que nos dirigimos hacia los lugares en donde encontramos un índice mayor de extensión .

En cuanto al porcentaje de extensión encontrado en el área, éste fluctúa entre un 5% y un 35%, siendo éstas las crestas de la gráfica de frecuencia de extensión que se obtuvo tanto en la Península de Punta Banda como para el depósito sedimentario de la Isla Norte de Todos Santos (Fig. 6), implicando que el fallamiento encontrado en la Península de Punta Banda y registrado hasta el Cretácico superior (Formación Rosario) corresponde al mismo proceso tectónico que afectó los sedimentos del Mioceno que se encuentran en la Isla Norte de Todos Santos .

De lo anterior se deduce también que tanto el sector norte como el sur de la Falla de Agua Blanca estuvieron activados hasta el Mioceno tardío y no hasta el Cretácico superior como se creía anteriormente, generando un régimen tectónico de torción y que al dejar de actuar el sector sur de la falla de Agua Blanca, el bloque que constituye a la Península de Punta Banda se ve afectado por un desplazamiento vertical de las fallas existentes con basculamiento de las secuencias sedimentarias.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada por las facilidades que se me brindaron siempre. De igual modo, al Centro de Investigaciones de Quintana Roo, AC, especialmente por el tiempo que me permitieron emplear para la elaboración del escrito.

found in the Punta Banda Peninsula and recorded until the upper Cretaceous (Rosario Formation) corresponds to the same tectonic process that affected the Miocene sediments found in the Isla Norte de Todos Santos .

Therefore, it can be also deduced that the northern sector and the south of the Agua Blanca Fault were active until the late Miocene and not until the Upper Cretaceous as many authors used to believe. A shear tectonic regime was generated and when the southern sector of the Agua Blanca Fault stopped acting, the block constituting the Peninsula of Punta Banda was affected by a vertical move of the existing faults with basculing of the sedimentary sequences.

ACKNOWLEDGEMENT

Our thanks go to the Centro de Investigaciones Científica y de Educación Superior of Ensenada for providing the facilities and to the Centro de Investigaciones of Quintana Roo, A. C., for the time they allowed me to spend writing the manuscript.

Katarzyna Michejda translated this paper into English.

LITERATURA CITADA

Allen, C.R., Silver, L.T. and Stahlis, G. (1960) Agua Blanca Fault - A Major Transverse Structure of Northern Baja California, Mexico. *Geol. Soc. Am. Bull.* 71:457-482.

Angelier, J. and Colleta, B. (1983) Tension Fractures and Extensional Tectonics. *Nature*, 301:49-51.

Armijo, R., Suárez, F. (1981) Neotectonics of Northern Baja California, Abstracts with Programs, Geological Society of America. Cordilleran Section, International Meeting, Hermosillo, Son., Mexico. p. 42.

Atwater, T. (1970) Implications of Plate Tectonics for the Cenozoic Evolution of Western North America. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 81:3,513-3,536.

- Compton, R.R. (1962) *Manual of Field Geology*. John Wiley & Sons Inc., New York, USA p. 378.
- Gastil, G., Morgan, G. and Krummenacher, D. (1979) The Tectonic History of Peninsular California and Adjacent Mexico. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 90(9):839-857.
- Gastil, G., Phillips, R.P. and Allison, E.C. (1975) Reconnaissance Geology of the State of Baja California, Mexico. *Geol. Soc. Am. Bull.*, Memoir 140. p. 140.
- González, J.J., Suárez, F. (1984) Geological and Seismic Evidence of a New Branch of the Agua Blanca Fault. *Geophysical Research Letter* 11(1):42-45.
- Lepichon, X. and Sibuet, J.C. (1981) Passive Margins: A Model of Formation. *J. of Geophysical Research* 86(B5):3,708-3,720.
- McKenzie, D.P. and Morgan, W.J. (1969) Evolution for a Triple Junction. *Nature* 224:125-133.
- Pou, S. (1982) Estudio de la tectónica de las Islas de Todos Santos, BC, México. Tesis de Licenciatura Escuela Superior de Ciencias Marinas, 50pp.
- Quintanilla, A. L. (1984) Origen del depósito sedimentario de la Isla Norte de Todos Santos, BC. Tesis de Licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, 34 pp.
- Ragan, D.M. (1973) *Structural Geology: An Introduction to Geometrical Techniques*. John Wiley Editors, New York, USA. 82pp.
- Suárez, F. (1985) The Alisitos Fm. Calcareous Facies Early Cretaceous Episode of Tectonic Calm. SEFM-AAPG Pacific Section. Cretaceous Symposium. California-Baja California. P. Abbott Editor (en prensa).
- Tchalenko, J.J. (1970) Similarities between Shear Zone of Different Magnitudes. *Geological Society of America, Bull.* 81:1625-1640.
- Thompson, G.A. (1960) Problem of Late Cenozoic Structure of the Basin Range. In: *Modes of Extensional Tectonics*. *J. of Structural Geology*, 4(2):105-115.
- Wernicke, B. and Burchfiel, B.C. (1982) Modes of Extensional Tectonics. *J. of Structural Geology* 4(2):105-115.
- Wilcox, E., Harding, T.P. and Seely, D.R. (1973) Basic Wrench Tectonics, American Association of Petroleum Geologist Bull. Vol. 57:76-79.
- Wong, V.M. (1980) Implicaciones tectónicas de la Falla de Agua Blanca en la Bahía de Todos Santos, BC, México. Tesis de Maestría, CICESE.