

MODELO ESTRUCTURAL PARA LOS ANDES VENEZOLANOS, ESTADOS TÁCHIRA Y MÉRIDA

Alezones, R. (1); Menéndez, F. (1); Padrón, S. (2); Pérez, J. (2); Loureiro, D. (1,3); Ostos, M. (1,4)

(1) Universidad Central de Venezuela

(2) Maraven s.a.

(3) Intevep s.a.

(4) Fairfield Industries de Venezuela

Resumen : Los Andes Venezolanos se encuentran localizados en un sistema de *grabens*, los cuales estuvieron activos desde el Jurásico Tardío hasta el Neocomiense. La convergencia oblicua del Neogeno invirtió el antiguo sistema extensivo de fallas normales soterradas, reactivándolas como fallas inversas de alto ángulo y desarrollando un sinclinal en el Flanco Norandino en las secuencias sedimentarias *post-rifting* suprayacentes. Se reconocieron dos tipos de estructuras debajo del sinclinal, las cuales acomodan los problemas de espacio generados. Una de estas estructuras es una zona triangular, limitada por fallas de corrimiento, retrocorrimientos, y fallas inversas de alto ángulo que cortan al sinclinal, mientras que en otras secciones el espacio por debajo del sinclinal se encuentra relleno por una cuña de rocas de basamento disectadas por un abanico de fallas inversas ciegas o enterradas.

Abstract : The Venezuelan Andes match the location of a system of grabens active from Late Jurassic to Neocomian. Neogene oblique convergence, turned the old extensional system. The perpendicular component inverted the buried normal faults as reverse high angle structures, developing a mountain from syncline. In some sections, a triangle zone is recognized below the syncline. the zone is bounded by thrusts, southeasterly vergent backthrusts and high angle reverse faults that cut through the syncline. In some others sections however, the space below the syncline is filled by a wedge of basement rocks. It is suggested that the structure evolved from early fault-bend folding with relatively little shortening, to a fault-propagation folding.

Introducción : La figura 1 muestra el mapa geológico simplificado de los Andes. En el flanco norte, de la parte suroccidental del mismo, se encuentra ubicada la zona objeto del presente estudio, específicamente entre el río Lobaterita, en el estado Táchira, y el río Chama en el estado Mérida (figura 2), con una extensión areal aproximadamente de 2.000 km². A partir de la fotointerpretación y de los datos tomados en campo, se pudieron definir tres (3) patrones principales de fallamiento, cuyas direcciones son N-S a N70E, N-S a N70W y E-W, donde se pueden ubicar los fallamientos más importantes a nivel regional, los cuales serían la zona de fallas de Boconó y el corrimiento de Las Virtudes (SCHUBERT, 1984).

Objetivos : El objetivo del presente trabajo es el de describir el (los) estilo(s) estructural(es) de las secuencias sedimentarias Cretácica-Paleogena-Neogena del área de estudio, mediante la integración de la información de la geología de superficie con las secciones sísmicas de la zona, para de esta forma realizar un modelo tectónico-estructural del Flanco Norandino de los Andes Venezolanos.

Estratigrafía del área : La secuencia estratigráfica puede ser subdividida según su relación con los eventos de apertura o *rifting* sucedido para el período Jurásico Tardío-Cretácico (período *syn-rifting*); el período tipo margen pasivo (Cretácico-Paleogeno), en el cual se produjo una sedimentación típicamente transgresiva (período *post-rifting*); y un

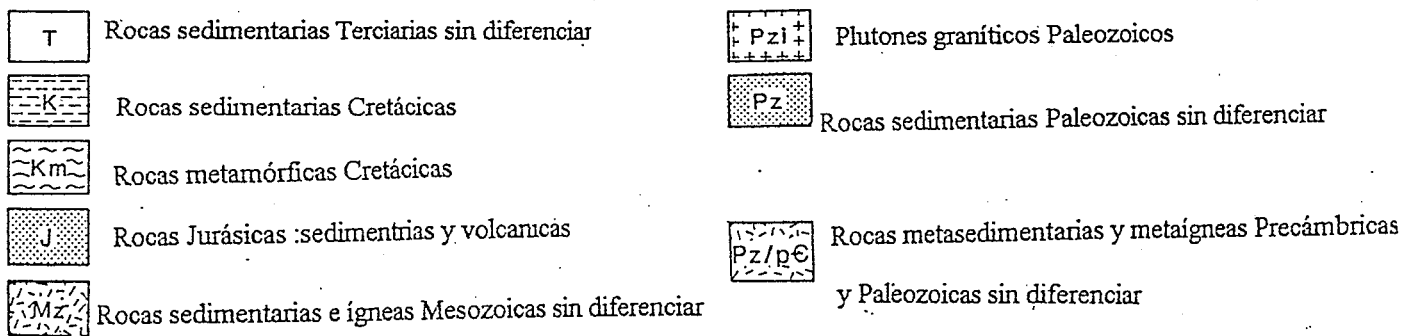
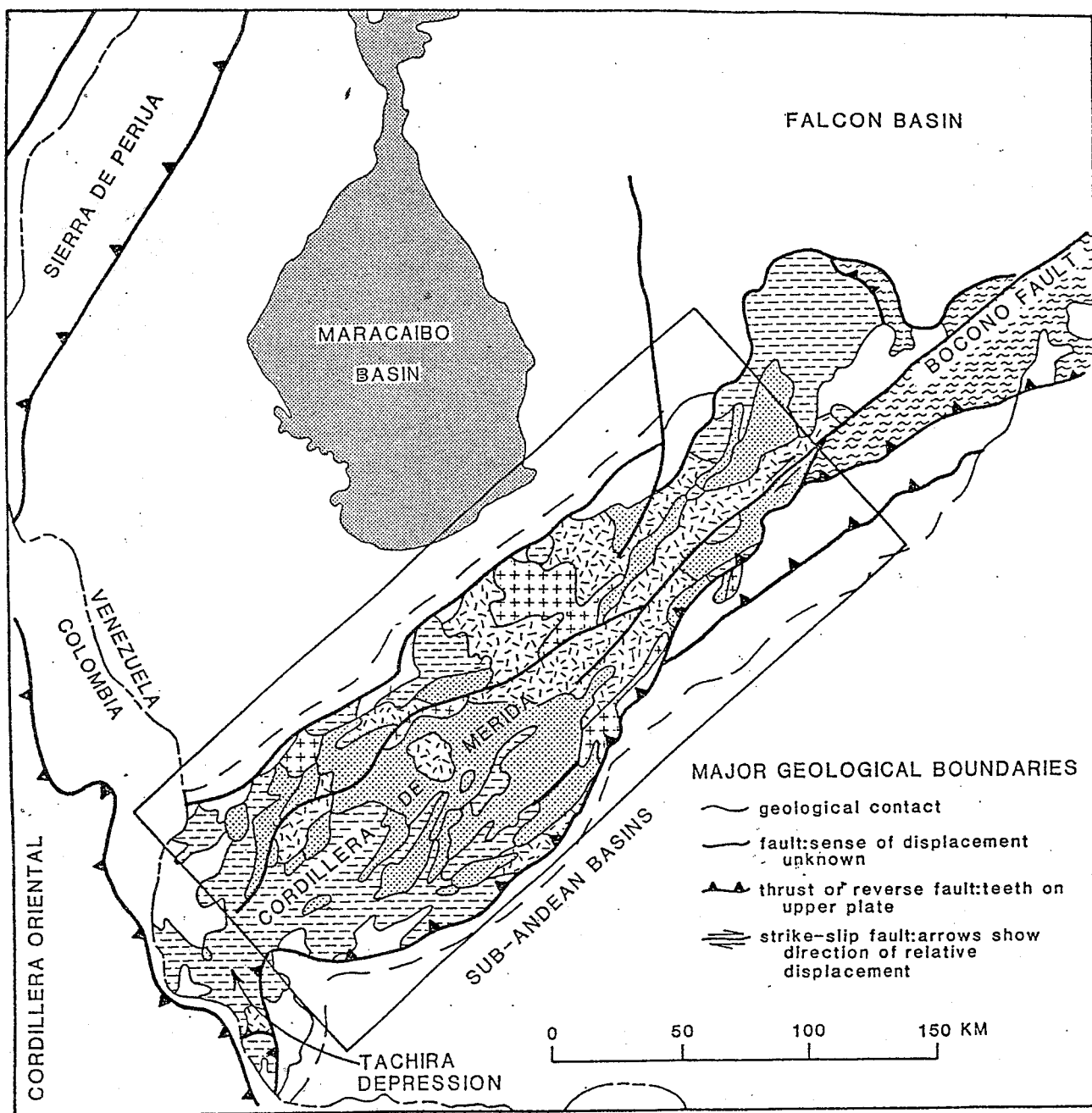
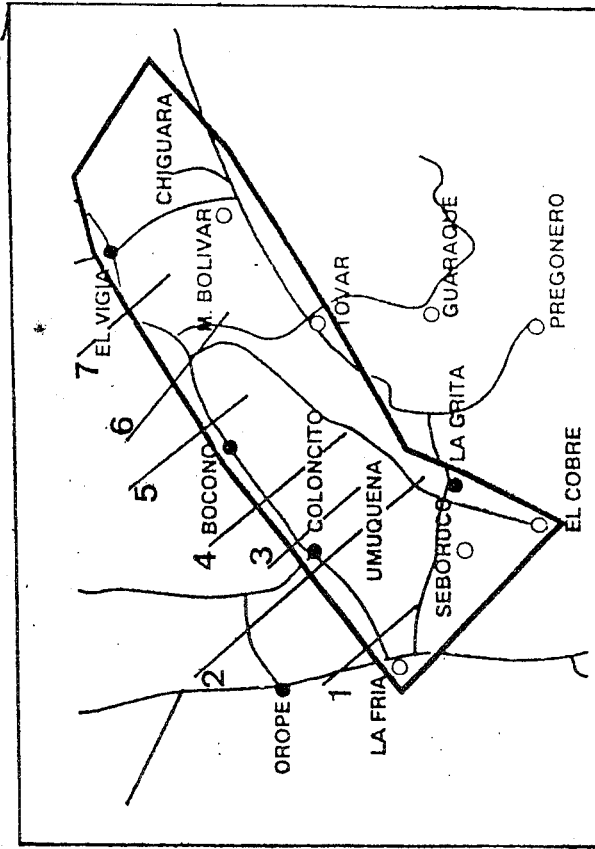
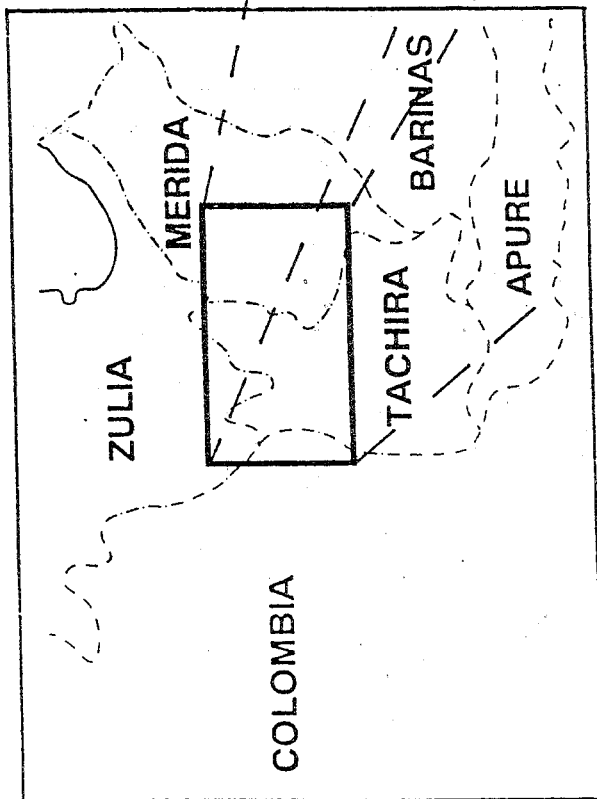


Figura 1. Mapa geológica de los Andes venezolanos.
Modificado de Case *et al.*, 1990.



- | | |
|--------------|--------------|
| 1) LF-87C-7 | 4) FN-88C-19 |
| 2) FN-88C-9 | 5) FN-88C-25 |
| 3) FN-88C-11 | 6) FN-88C-29 |
| | 7) FN-88C-33 |

Figura 2. Ubicación del área de estudio y localización de las líneas sísmicas analizadas

período deformacional Neogeno, relacionado con la orogénesis andina (período *syn-deformación*).

Geología estructural del área

Superficie : Se realizaron un total de 939 mediciones de planos de estratificación, 110 mediciones de planos axiales de plegamientos y 434 mediciones de superficies de fallas, las cuales fueron graficadas en redes equiareales y analizadas según criterios estructurales para poder llegar a la interpretación final (ALEZONES y PADRÓN, 1992; MENÉNDEZ y PÉREZ 1992)*. En base a la interpretación de todas las medidas estructurales, se pueden subdividir estructuralmente las secciones estudiadas en dos (2) bloques. Esta división se realiza en base a la diferencia de los estilos estructurales que presentan la parte sur de los transectos estudiados, en los cuales aflora predominantemente el basamento y la secuencia *syn-rifting* Cretácica, y la parte norte de la misma donde aflora la sección *post-rifting* y *syn-deformation* Paleogena-Neogena. El bloque suroriental, presenta un estilo estructural caracterizado por una mayor deformación (planos de estratificación de rumbo N20-60E con inclinaciones de 50-70 N y S, presencia de planos de fallas de orientaciones N40-80E y N-S a N10E y vergencia al sureste y plegamientos cuyos planos axiales tienen orientaciones N30-70W), con una dirección de transporte tectónico hacia el noreste; el bloque noroccidental se caracteriza por la presencia de un gran sinforme, que se horizontaliza hacia la cuenca del lago de Maracaibo, donde la deformación es menos fuerte (planos de estratificación orientados N40-70E e inclinados 40-70N; plegamientos orientados N40-50E y planos de fallas con orientaciones N-S a N10W y N40-60W con inclinaciones al noreste), y la dirección de transporte tectónico es hacia el sureste:

Subsuelo : Mediante la interpretación estructural de siete (7) secciones sísmicas distribuidas en el área y aproximadamente perpendicular a la estructura de los Andes. La figura 3 muestra la interpretación de una de estas líneas. De la interpretación de las líneas sísmicas realizadas durante el presente trabajo, se puede inferir : a) la presencia de un gran sinforme que se horizontaliza hacia la cuenca del lago de Maracaibo y donde el flanco levantado se encuentra hacia el núcleo de la cadena montañosa andina (figura 3); b) la presencia de un despegue a nivel de basamento, el cual tiene una rampa hasta la secuencia La Luna-Colón donde se horizontaliza, ocurriendo esto hacia el noroeste, es decir hacia el lago de Maracaibo, este despegue envuelve basamento como parte de la secuencia desplazada y levantada (figura 3); c) se interpreta un *backthrust*, el cual se desplaza por la unidad lutítica de Colón, acomodando la deformación de las unidades más jóvenes que la Formación Colón; d) existe una gran diferencia estructural entre unidades Cretácicas que se encuentran hacia el lago de Maracaibo y las mismas aflorantes hacia el centro de la cadena montañosa andina.

El análisis final de estas secciones sísmicas incluyó su balanceo de manera de establecer el grado de acortamiento que posiblemente sufrieron estas secuencias y corroborar las interpretaciones estructurales realizadas. Las secciones balanceadas mostraron un acortamiento aproximado del 30%.

Modelo Tectónico

En base a los datos obtenidos, se propone un modelo tectónico-conceptual que presenta la siguiente evolución en el tiempo :

a) En la figura 4 se muestra que para el Jurásico Tardío-Cretácico Temprano, se generan en la cuenca estructuras de *grabens* y *semigrabens*, relacionados con un período extensivo (período *syn-rifting*). En este período se depositan sedimentos

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE GEOLOGIA, MINAS Y GEOTECNICA
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

MODELO TECTONICO DEL FLANCO NOROCCIDENTAL ENTRE LAS POBLACIONES
 DE BOCONY Y MUCUJEPÉ, ESTADOS YACHARRY Y MERIDA
 Y RESTAURACION DE LA LINEA SISMICA FN-88C-33

SECCION ESTRUCTURAL A PROFUNDIDAD

ESCALA 1:50.000

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO POR:
 ALEJONDES LU RIGARDO A.

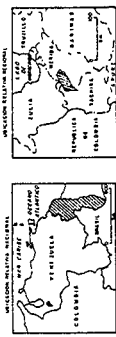
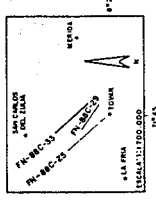
PADRON N. SIMON T.
 1992

LEYENDA

UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS

- CUARENTENO Q41 ALUPON
- MIOCENO T3 FORMACION PALMAR
- OLIGOCENO T1 FORMACION LICON
- EOCENO E3 FORMACION CARIBOERA
- PALEOCENO P4 FORMACION MIRADOR
- CRETACEO CR1 FORMACION OROGUE
- CRETACEO CR2 FORMACION RITO JUAN-COLON
- CRETACEO CR3 FORMACION LA LUJA
- CRETACEO CR4 FORMACION CAPACHO
- CRETACEO CR5 FORMACION AGUARDIENTE
- CRETACEO CR6 FORMACION APOH - RIO NEGRO
- CRETACEO CR7 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR8 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR9 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR10 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR11 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR12 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR13 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR14 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR15 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR16 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR17 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR18 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR19 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR20 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR21 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR22 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR23 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR24 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR25 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR26 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR27 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR28 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR29 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR30 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR31 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR32 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR33 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR34 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR35 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR36 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR37 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR38 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR39 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR40 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR41 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR42 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR43 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR44 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR45 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR46 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR47 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR48 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR49 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR50 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR51 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR52 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR53 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR54 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR55 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR56 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR57 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR58 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR59 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR60 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR61 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR62 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR63 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR64 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR65 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR66 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR67 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR68 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR69 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR70 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR71 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR72 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR73 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR74 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR75 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR76 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR77 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR78 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR79 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR80 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR81 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR82 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR83 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR84 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR85 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR86 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR87 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR88 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR89 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR90 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR91 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR92 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR93 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR94 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR95 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR96 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR97 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR98 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR99 FORMACION SISMICA REGIONAL
- CRETACEO CR100 FORMACION SISMICA REGIONAL

MAPA DE LOCALIZACION SISMICA REGIONAL



MAPA TOMADO DE LUGO Y SERRAJO, VENEZUELA, DE LA O.C.A., ESCALA 1:100.000

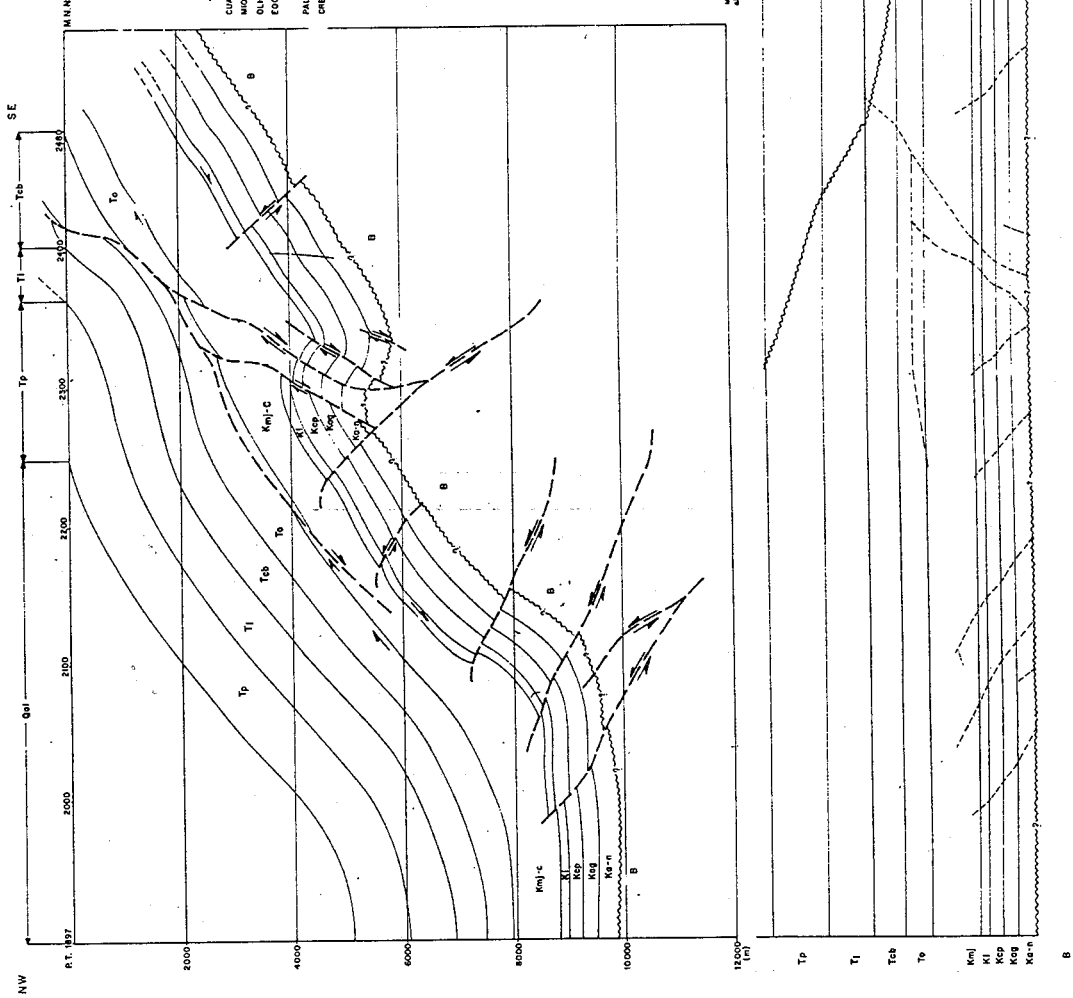


Figura 3. Interpretación y restauración de la línea sísmica FN-88C-33. Tomado de Alezones y Padrón (1992)

característicos de relleno de surcos así como también ocurre el vulcanismo que comúnmente se presenta durante una fase extensiva (formaciones La Quinta y Río Negro)

b) Cretácico-Mioceno Medio, la cuenca tiende a estabilizarse y se comporta como una cuenca enmarcada en un margen tipo Atlántico (pasivo), período *post-rifting*. Probablemente se hayan producido algunos pulsos tectónicos en este período, pero de poca importancia (figura 4), como respuesta de la acreción de la Cordillera Central Colombiana a Suramérica.

c) Mioceno Tardío-Reciente, el levantamiento de los Andes se inicia en este tiempo y da lugar así al período *syn*-deformacional. Este levantamiento ocurre por la inversión de las estructuras extensivas del Jurásico Tardío-Cretácico Temprano y como consecuencia de esfuerzos WNW-ESE producidos durante la acreción del Arco de Panamá a la esquina noroccidental de Suramérica. Los bloques, que ahora involucran basamento, son transportados al noroeste, lo cual genera una sobrecarga litostática, por lo cual se desarrolla una cuenca *foredeep* (hacia el lago de Maracaibo), la cual es rellenada por los sedimentos producto del levantamiento y erosión (figura 4).

La actividad tectónica continúa, aunque en menor grado, durante el Pleistoceno-Reciente, al igual que la erosión, produciéndose el actual modelado fisiográfico (figura 4).

Conclusiones

- El Flanco Norandino de los Andes Venezolanos es el producto de la reactivación, para el Mioceno Tardío, de antiguas fallas extensivas producidas en el Jurásico Tardío-Cretácico Temprano.

- La estructura fue desarrollada a partir de un mecanismo de *fault-bend folding* con un acortamiento del orden del 30% hacia un *fault-propagation folding*.

Bibliografía

- ALEZONES, R. y PADRÓN, S. (1992). Modelo Tectónico del Flanco Norandino entre las poblaciones de Boconó y Mucujepe, estados Táchira y Mérida. Departamento de Geología, U.C.V., Trabajo Especial de Grado. Inédito; 132 p.
- ALEZONES, R.; BOESI, T.; LOUREIRO, D.; MENÉNDEZ, F.; OSTOS, M.; PADRÓN, S. and PÉREZ, J. (1993). Model for the Structure of the Northwestern Mountain Front of the Venezuelan Andes : Neogene Inversion of Jurassic Grabens. In : Caracas, A.A.P.G./S.V.G. International Congress and Exhibition (1993).
- CASE, J.; SHAGAM, R. and GIEGENGACK, R. (1990). Geology of the northern Andes; An overview. In : The Geology of North America. Vol H, The Caribbean region. The Geological Society of America; p. 177-200.
- McCLAY, K. and BUCHANAN, P. (1992). Thrust Faults inverted extensional basins. In : Thrust Tectonics, edited by K.R. McClay, Chapman and Hall; p. 93-104.
- MENÉNDEZ, F. y PÉREZ, J. (1992). Modelo estructural del Flanco Norandino entre las poblaciones de La Fria - Boconó - Sabana Grande - El Cobre, estado Táchira. Departamento de Geología, U.C.V., Trabajo Especial de Grado. Inédito; 201 p.
- SCHUBERT, C. (1984). Basin formation along the Boconó-Morón-El Pilar fault system, Venezuela. In : J.G.R. 89 (b7); p.5711-5718.

NW

SE

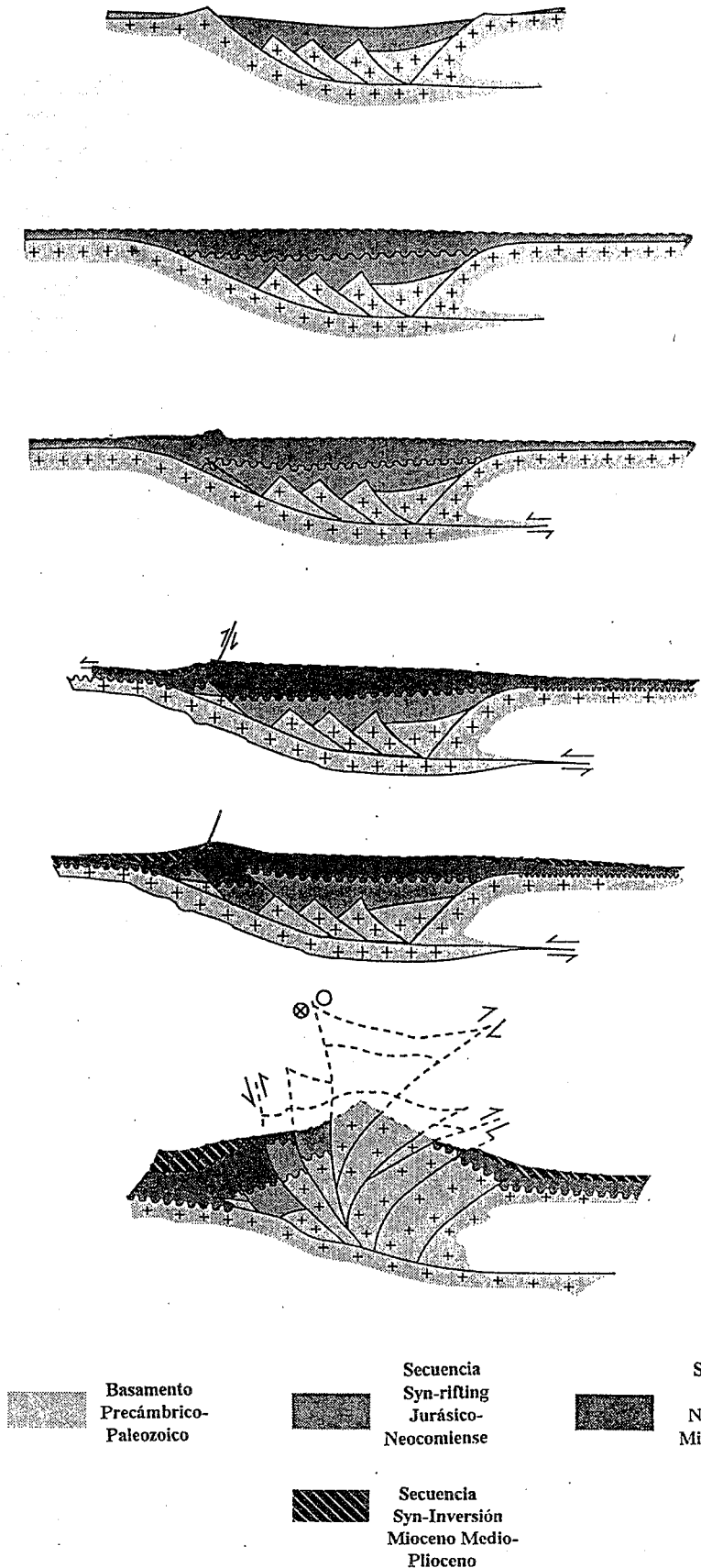


Figura 4. Modelo Tectónico del Frente de Montañas Andino