

UNA REVISION Y ACTUALIZACION DE LA CLASIFICACION MORFOTECTONICA DE COSTA RICA, SEGUN LA TEORIA DE LA TECTONICA DE PLACAS

Dr. Geol. Sergio Mora
Castro*

RESUMEN

Las formas del relieve del territorio de Costa Rica son el producto de una combinación de procesos tectónico-erosivos de gran envergadura.

El origen en sí mismo, de los fenómenos que movilizan los procesos modeladores, es sin duda alguna el resultado de la tectónica de placas.

Basándose en los postulados de esta teoría y utilizando la nomenclatura desarrollada para los sistemas arco-fosa, se ha podido clasificar morfotectónicamente los principales accidentes topográficos del país.

Las principales unidades descritas son: la placa del Coco, la Fosa Mesoamericana y la placa del Caribe. Esta última se divide en el tramo arco-fosa (arco interno e intra-fosa), el arco interno (cordillera solevantada, sistema fallas longitudinales de Costa Rica, cuencas intra-arco y arco plutónico-volcánico) y el área tras-arco (cuencas retro-arco).

De estas unidades, se hace también mención de las características geológicas y geomorfológicas más relevantes, así como la información sísmológica disponible.

SUMARIO

Resumen

I. Introducción

II. Unidades Morfotectónicas

2.1- Placa del Coco

2.2- Fosa Mesoamericana

2.3- Zona de Bennioff

a- Segmento de Guanacaste

b- Segmento de Puntarenas

c- Segmento de Parrita

d- Segmento de Golfito

2.4- Placa del Caribe

a)- Tramo arco-fosa:

– *Arco externo*

– *Intra-fosa*

b)- Arco interno:

* Escuela Centroamericana de Geología, U.C.R.
Departamento de Geología, ICE.

- *Sistema de fallas longitudinal de Costa Rica*
 - *Cordillera solevantada*
 - *Cuencas intra-arco*
 - *Arco plutónico-volcánico*
- c)- Area tras-arco (cuenca retro-arco)

III. Conclusiones

Bibliografía

I. INTRODUCCION

De acuerdo con la corriente actual de la tectónica de placas y sus fenómenos consecuentes, se puede hallar una explicación adecuada al origen de ciertos accidentes morfotectónicos del territorio de Costa Rica.

Algunos autores anteriores han intentado, en el pasado, diferenciar estas unidades. Estos trabajos, además de que fueron de gran valor, sirvieron como guía auxiliar de este trabajo.

Es así como Dengo (1968), propuso un primer esquema morfotectónico, el cual fue completado por Weyl (1971). Bergoeing y Brenes (1977 a y b), describieron morfográficamente algunas de las regiones del país.

Otros estudios recientes, sobre la actividad sísmica, han aportado un gran paso al estudio geoestructural de la región. Particularmente valiosos han sido los que han aportado información sobre la zona de Benioff. Tal es el caso de Miyamura (1976), Matumoto et al. (1976), Umaña, Güendel y Pautre (1979) y Woodward-Clyde (1979).

Los datos sobre la geología del país fueron tomados, en su mayoría, de los mapas geológicos de Costa Rica, escalas 1:750.000 y 1:200.000 y de algunos otros trabajos de actualización disponibles.

Fue también aprovechada la nomenclatura ofrecida por Dickinson (1975), para los sistemas arco-fosa, con algunas modificaciones para adaptarla al medio.

La bibliografía adjunta a este trabajo si bien no pretende ser a lo sumo extensiva, si representa una recolección bastante completa de las publicaciones recientes más aplicables al tema que trata este trabajo.

II. UNIDADES MORFOTECTONICAS

Es un hecho reconocido, desde hace ya cierto tiempo, que Costa Rica se sitúa dentro del llamado "Cinturón de fuego del Pacífico". Este hecho, y la actividad que despliega la interacción entre las placas del Coco y del Caribe, son la causa principal y el nervio motor de una gran parte de la geodinámica local (fig. 1).

A partir de esas dos unidades básicas, y de su frontera común —la Fosa Mesoamericana— se efectúa la presente clasificación (fig. 2).

2.1- PLACA DEL COCO:

Sus límites han sido bien determinados gracias a la intensiva actividad sísmica que se desarrolla a lo largo de ellos (fig. 1).

Hacia el norte y noroeste, la Fosa Mesoamericana la separa de la placa del Caribe. De la placa de Nazca es separada por la zona de fracturas de Panamá al este y la línea de "rift" de Galápagos al sur.

El punto de unión (triple), entre las placas del Pacífico Oriental, Nazca y Coco, es considerado como un "punto caliente", a partir del cual divergen los límites de la interfase "áspera-lisa", y cuyo ángulo se abre hacia el este, limitando también la cadena de montes submarinos del Coco. Esta última es el principal accidente batimétrico del interior de la placa, y su pico más importante es la isla del Coco, de origen volcánico.

Según Herron, (1972) en Woodward-Clyde, (1979), la dorsal del Pacífico Oriental posee una velocidad de expansión entre 9 y 10 cm. por año, mientras que la expansión en la zona de "rift" de Galápagos se produce a razón de 6 a 8 cm. por año.

La dirección de movimiento de la placa del Coco es en general hacia el noroeste, sumergiéndose hacia el manto bajo la placa del Caribe.

2.2- FOSA MESOAMERICANA:

Constituye una larga, estrecha y profunda depresión batimétrica que demarca la traza superficial del contacto entre las placas del Coco y Caribe. La velocidad con que la primera se subduce bajo la segunda es de alrededor de 2 cm. por año (Jordán, 1975; Schwartz, 1979); en Woodward-Clyde, (1979).

Su alineación muestra una dirección predominante de NO-SE, extendiéndose desde la costa sur de Méjico hasta los alrededores de la Península de Osa, en Costa Rica. Sus mayores profundidades alcanzan los 6.500 m. en algunos sectores entre el istmo de Tehuantepec y el golfo de Fonseca, perdiendo profundidad paulatinamente hasta desaparecer rellena de sedimentos frente a la costa sur de Costa Rica (figs. 1 y 2).

2.3- ZONA DE BENNIOFF:

A partir de la información sismológica disponible, se ha podido definir bastante claramente, la posible delimitación de la zona de Bennioff, al igual que su buzamiento (figs. 3 y 5), al menos en lo que respecta a Costa Rica.

Es evidente, a partir de los datos hipocentrales, que el buzamiento no es constante a lo largo de su situación bajo el territorio de Costa Rica. Esta misma condición ha sido encontrada en otros sectores de la América Central (Butterlin, 1977; Dengo, 1968; Matumoto, et al., 1976; Woodward-Clyde, 1979).

En Costa Rica, han sido reconocidos hasta ahora, al menos cuatro segmentos con buzamiento diferente. Es notoria la relación entre estos segmentos y la existencia, posición y actividad de las alineaciones volcánicas de Costa Rica, así como las fuertes concentraciones de focos sísmicos en las vecindades de sus fronteras. Todo esto se debe tal vez a diferencias en la velocidad de subducción, a la inclinación y a las diferentes condiciones geológicas del subsuelo.

a- SEGMENTO DE GUANACASTE.

Se extiende aproximadamente desde el istmo de Rivas hasta la depresión de Arenal (fig. 2), mar-

cando aproximadamente los límites de la Cordillera de Guanacaste.

De acuerdo con la información sismológica, la zona de Bennioff se extiende hasta una profundidad aproximada de 200 km., con un buzamiento de 50° Umaña, Güendel y Pautre (1979). Las condiciones de este segmento aparentan ser favorables para la generación de actividad volcánica (fig. 3, perfil $\alpha - \alpha'$).

b- SEGMENTO DE PUNTARENAS:

Este corto segmento se inicia en los alrededores de la depresión de Arenal y la boca del río Tempisque, en el golfo de Nicoya, hasta la sección comprendida entre el inicio de la Cordillera Central y el final de la Península de Nicoya (figs. 3, 4; perfil B - B').

Según Umaña, Güendel y Pautre (1979), se ha definido una zona de Bennioff en donde la actividad se reconoce hasta de 140 km. de profundidad, y con una inclinación de 30°. Por estas dos condiciones, y a diferencia del caso anterior, la generación de actividad volcánica parece no alcanzarse en la actualidad, si bien las condiciones sí se dieron en el pasado.

c- SEGMENTO DE PARRITA:

Comienza en los alrededores de Punta Herradura y finaliza cerca de Puerto Quepos (figs. 5 y 6, perfil $\gamma - \gamma'$).

No obstante que la información sobre epicentros es más difusa, se alcanza a observar una zona de Bennioff con una inclinación aproximada de 15° a 20°, activa aún entre 100 y 120 km. de profundidad (Woodward-Clyde, 1979; Montero, Com. verb., 1983).

Las condiciones necesarias para el desarrollo de la actividad volcánica son reunidas de nuevo, y el resultado de ello es la existencia de los grandes aparatos volcánicos de la Cordillera Central.

La actividad magmática de gran profundidad parece también relacionada a este segmento tomando en cuenta la presencia de intrusiones y vulcanis-

mos alcalinos de la región del Reventazón, Tortuguero y alrededores (Tournon y Azambre, 1977).

d- SEGMENTO DE GOLFITO:

La traza de la fosa Mesoamericana prácticamente ha desaparecido bajo los sedimentos que la rellenan a lo largo de esta sección que comprende desde Puerto Quepos hasta la Punta Burica (zona de fracturas de Panamá).

La historia de la subducción de este segmento se ha complicado con la introducción de la *SE-RRANIA* submarina del Coco dentro de la fosa, y en consecuencia dentro del plano inclinado de Bennioff. Este hecho ocurría a finales del Plioceno (hace unos dos y medio millones de años) (Condsdale y Klitgord, 1978; en Woodward-Clyde, 1979).

Su efecto directo fue tal vez, no sólo una disminución, de la velocidad de subducción a causa de una mayor fricción, sino también del buzamiento.

Actualmente se sabe que la zona de Bennioff se inclina entre 20° y 25° , habiéndose determinado actividad hasta unos 90 km. de profundidad (Woodward-Clyde; 1979) (figs. 5, 7; perfil $\delta - \delta$).

La no existencia de vulcanismo durante el Cuaternario, parece ser una consecuencia de la reunión de todos estos factores. Sin embargo, Mora, (1979) y Bergoeing y Mora (1979), han descrito un foco de vulcanismo Pliocuatrnario en la Fila Costeña, lo que indicaría que la situación fue distinta en el pasado. De todas maneras, se conoce una gran actividad ígnea (volcánica e intrusiva) que ha afectado toda la región de la fila Costeña (Mora, 1979; Tournon, 1970) y de la Cordillera de Talamanca (Ballman, 1976; Butterlin, 1977; Dengo, 1962, 1968; Mora, 1979; Samcosa, 1975; Weyl, 1955, 1956, 1961, 1971, etc.).

La actividad tectónica, por el contrario, es sumamente intensa en la actualidad. Madrigal (1976 a y b), observó un sistema de terrazas emergidas e inclinadas en la Península de Osa y además, el plegamiento de algunos abanicos aluviales en el piedemonte de Talamanca, Valle de El General. Suponiendo que la pendiente de depositación inicial de estos últimos fuese de 2° a 4° según la inclinación

del terreno (hacia el SO), y tomando en cuenta un buzamiento actual entre 8° y 12° hacia el NE, se concluye un plegamiento total de 10° a 16° ; lo cual es ya considerable para tan sólo el Cuaternario. Además, la ocurrencia constante de sismos de gran magnitud, provenientes de este segmento en particular el temblor de Golfito del 2 de abril de 1983, confirman aún más este hecho.

2.4 PLACA DEL CARIBE:

Sus límites son: al norte la zona de fracturas y la fosa de Caimán; al noroeste el sistema de fallas de Matagua-Polochic; al este el arco de islas de las Antillas Menores; al sur, su límite con la placa sudamericana no está bien definido, mientras que al suroeste, su frontera es con la placa del Coco (fig. 1).

Según Jordán (1975) y (Schwartz (1979), en Woodward-Clyde (1979), su movimiento es más o menos hacia el este y se efectúa a razón de 2 cm. por año.

Por otra parte Matumoto et al. (1975) determinaron que el espesor mínimo de esta placa, en los alrededores de Costa Rica, varía entre 30 y 40 km.

Umaña, Güendel y Pautre (1979), precisan un espesor de 44 km., formados por una sucesión de capas cuyas velocidades sísmicas varían entre 1, 8 y 7, 9 km/seg. Esta información proviene del minucioso estudio realizado en los alrededores del proyecto Hidroeléctrico de Arenal.

El país completo se asienta sobre esta placa, y sus accidentes principales se describen a continuación:

a- TRAMO ARCO-FOSA:

Es la zona de transición comprendida entre el arco interno y la ladera noreste de la fosa propiamente dicha; a su vez se divide en dos subunidades (figs. 2, 4, 6 y 7):

ARCO EXTERNO.

Está representado por las penínsulas de Santa

Elena, Nicoya y Osa, y las puntas de Herradura, Quepos y Burica. Geológicamente, esta zona está compuesta por las rocas de mayor antigüedad del país. (Jurásico superior-Cretácico inferior). Comprende rocas de tipo ofiolítico (sedimentos pelágicos, productos del vulcanismo submarino, intrusiones y rocas ultrabásicas) (Dengo, 1962 a, b; Kuypers, 1980). Estas rocas han sido modificadas por un tectonismo muy fuerte y un metamorfismo incipiente (facies de Ceolita). Los materiales, compuestos en su mayoría por rocas de corteza oceánica, han sido transformados y colocados en la corteza continental por el movimiento diferencial de las placas del Caribe y del Coco. En algunos sectores están cubiertas por rocas sedimentarias del Cretácico Superior y del Terciario.

Una fuerte tectónica, que ha producido grandes mantos de sobrecorrimiento es también característica (Azema y Tournon, 1980; Kuypers, 1980).

INTRA-FOSA:

Está definida por una serie de depresiones alineadas en la parte posterior del arco externo. Entre ellas se distinguen los golfos de Nicoya y Dulce, la Bahía de Charco Azul y los valles del Tempisque, Diquís y Coto Colorado (fig. 2). Se podría también incluir probablemente la llanura litoral de Parhita-Portalón (Mora y Valdés; 1983).

En general, a estas depresiones se les encuentran rellenas de sedimentos marinos y continentales del Terciario y Cuaternario.

Su origen es muy diverso, y está limitada por escarpes y laderas asociados a fallamientos de origen normal e inverso.

b- ARCO INTERNO:

En él se reconocen tres subunidades básicas: el arco plutónico-volcánico, las cuencas intra-arco y la cordillera solevantada. Esta zona está separada del tramo arco-fosa por el sistema de fallas longitudinales de Costa Rica, que se describe a continuación.

SISTEMA DE FALLAS LONGITUDINALES DE COSTA RICA

Consiste en un grupo de fallas, en su mayoría inversas, orientadas NO-SE, que atraviesan el territorio de Costa Rica paralelamente a la costa del Pacífico. Su origen es el producto de los esfuerzos compresivos generados por el choque de las placas del Caribe y del Coco.

En la región del Guanacaste su reconocimiento es difícil, pues la traza superficial está en su mayoría cubierta por depósitos de origen volcánico del Cuaternario. El escarpe de Abangares-Miramar pareciera indicar someramente su rumbo. Al sur del Valle Central, el sistema de fallas parece afectar el curso de los ríos Turrubares, Candelaria y Pirrís, y ha sido marcada una falla inversa por Dóndoli et al. (1969) dentro del mapa geológico del Valle Central, que se le podría asociar.

En la región del Pacífico Sur, su presencia es más evidente, y su curso coincide con el escarpe suroeste de la fila Costeña. En especial, es notable en el sector de Dominical (Farallas) y en el de Palmar Sur-Ciudad Neilly, en donde las laderas de la cordillera alcanzan ángulos de hasta 70°.

Dentro del cañón del río Grande de Térraba, Mora (1979), distinguió varias de sus ramificaciones denominándolas fallas de Palmar, Olla Cero, Cajón, Chánguena, etc. Todas son inversas y han ocasionado sobrecorrimientos de cierta importancia. También en la zona de Savegre fueron reconocidas por Mora y Valdés (1983) y fueron llamadas: Damas, Paquita, Naranjito, etc.

CORDILLERA SOLEVANTADA (FILA COSTEÑA):

Se extiende desde los alrededores del valle del río Candelaria hasta la frontera con Panamá. Se considera como un bloque basculado en forma de monoclinial, gracias al levantamiento provocado por el sistema de fallas longitudinales de Costa Rica. Su buzamiento general varía entre 15° y 40° hacia el NE, salvo ligeras interrupciones por pliegues y fallas locales (Mora, 1979).

La Fila Costeña se compone en su mayoría de rocas sedimentarias del Eoceno hasta el Cuaterna-

rio, dispuestas en un sistema regresivo casi ininterrumpido. Están instruidas por diques, "sills", y "stocks" de composición básica de edad Plio-Cuaternario (Tournon, 1970; Mora, 1979; Bergoeing y Mora, 1979).

CUENCAS INTRA-ARCO.

Son algunas depresiones inter e intramontañas de origen diverso, tectónico erosivo en proceso de relleno de sedimentos continentales de origen volcánico y erosivo (lahares, fanglomerados, cenizas, lavas, ignimbritas, etc.). Entre ellos, se pueden mencionar los valles: Central (San José y Guarco), General-Coto Brus y Talamanca, así como la depresión de Arenal y la cuenca alta y media del río Reventazón (valles de Orosí, Ujarrás y Turrialba), las depresiones de Copey - Los Santos en el río Pirrís, los valles de la Estrella, Talamanca y Quetzal-Moravia.

ARCO PLUTONICO-VOLCANICO:

Está representado por las diversas cordilleras volcánicas y plutónicas del país, así como por sus áreas de Piedemonte y algunas filas de montañas de orden secundario. Según Miyamura (1975), el arco magmático está sujeto a una ascensión promedio de 1 a 2 mm. por año.

CORDILLERA VOLCANICA:

Se han incluido en este grupo aquellas cordilleras que han mostrado actividad eruptiva al menos dentro de la escala histórica del conocimiento. Son ellas, las cordilleras de Guanacaste y Central, las que presentan los edificios volcánicos más desarrollados e importantes de todo el país, entre los cuales media docena de ellos muestran o han mostrado recientemente alguna actividad volcánica de importancia (Rincón de la Vieja, Arenal, Poás, Irazú, Turrialba, etc.). El tamaño de los edificios, así como la presencia de otros focos secundarios más viejos y erosionados, hacen pensar que su actividad se extiende al menos desde el final del Plioceno o principios del Pleistoceno; o sea entre 0,5 y 2,5 millones de años (Bellon y Tournon, 1978).

Los tipos de actividad más frecuentes son la fisural y la cratérica, con productos de emisión tales como las ignimbritas, aglomeradas, tobas, lavas,

etc. de composición muy variada (riodacitas, dacitas, latitas, andesitas, basaltos, etc.). Por otra parte, grandes cantidades de productos de erosión se han depositado en las áreas piedemontanas tanto de la vertiente Atlántica como de la Pacífica en forma de abanicos, lahares, etc.

CORDILLERAS VULCANO-PLUTONICAS:

El grupo se compone de los sistemas montañosos, en donde se ha reconocido una actividad volcánica alternada y a veces correlacionada con el plutonismo. Es el caso de las cordilleras de Talamanca, Tilarán-Aguacate, y Matama.

Se reconoce que en común a todas ellas, la actividad volcánica pudo haberse detenido a finales del Plioceno, aunque la actividad plutónica, asociada aparentemente a los procesos orogénicos, pudo haberse detenido un poco antes.

La composición de las rocas intrusivas varía de ácida a básica, de carácter ligeramente alcalino (granitos, monzonitas, sienitas, dioritas, gabros, etc.), (Dengo, 1962). Su edad varía entre 2,5 y 17 + 2 m.a. (Belon y Tournon, 1978).

La composición de las vulcanitas es también muy variada, entre las cuales destacan riodacitas, latitas, andesitas, basaltos, etc. (Weyl, 1957, etc.). Se les considera también en asociación genética con las plutonitas, como producto de una fase tardía de magmatismo, posterior al emplazamiento orogénico (Dengo, 1962 c).

Es de recalcar que la cordillera de Talamanca posee las mayores altitudes del país (hasta 3.800 m.s.n.m.) en donde se alojaron durante el Pleistoceno algunos pequeños glaciales de tipo "alpino", y que dejaron sus trazas en forma de aristas, valles en "U", morrenas, etc. (Weyl, 1955, 1957; Bergoring, 1978, 1979, Hastenrath, 5; 1973).

c- AREA TRAS-ARCO (CUENCA RETRO-ARCO):

Corresponde a toda la zona posterior al arco interno, que incluye las llanuras de la vertiente Atlántica del país (Guatuso, Santa Clara, Sarapiquí, Tortuguero, Limón, etc.).

En general, está rellena de sedimentos clásticos, marinos y continentales, de edades entre el Terciario y el Cuaternario, de espesor considerable, (Rivier, 1972).

La presencia de algunos focos de vulcanismo alcalino indica la existencia de cierta actividad magmática a gran profundidad. Además, ha sido observado un desarrollo considerable de la tectónica de compresión (plegamiento y fallamiento inverso, etc.).

Algunos niveles de transgresión y regresión han sido también insinuados por la presencia de escalones de terrazas litorales y que se podrían asociar con una actividad tectónica permanente.

III- CONCLUSIONES:

Las principales formas del relieve de Costa Rica, parecen hallar la explicación de su origen, en

una interpretación geoestructural, a base de la tectónica de placas.

Las placas del Coco y del Caribe, y sus interrelaciones, constituyen el mecanismo motor, a partir del cual se desarrolla este modelo dinámico.

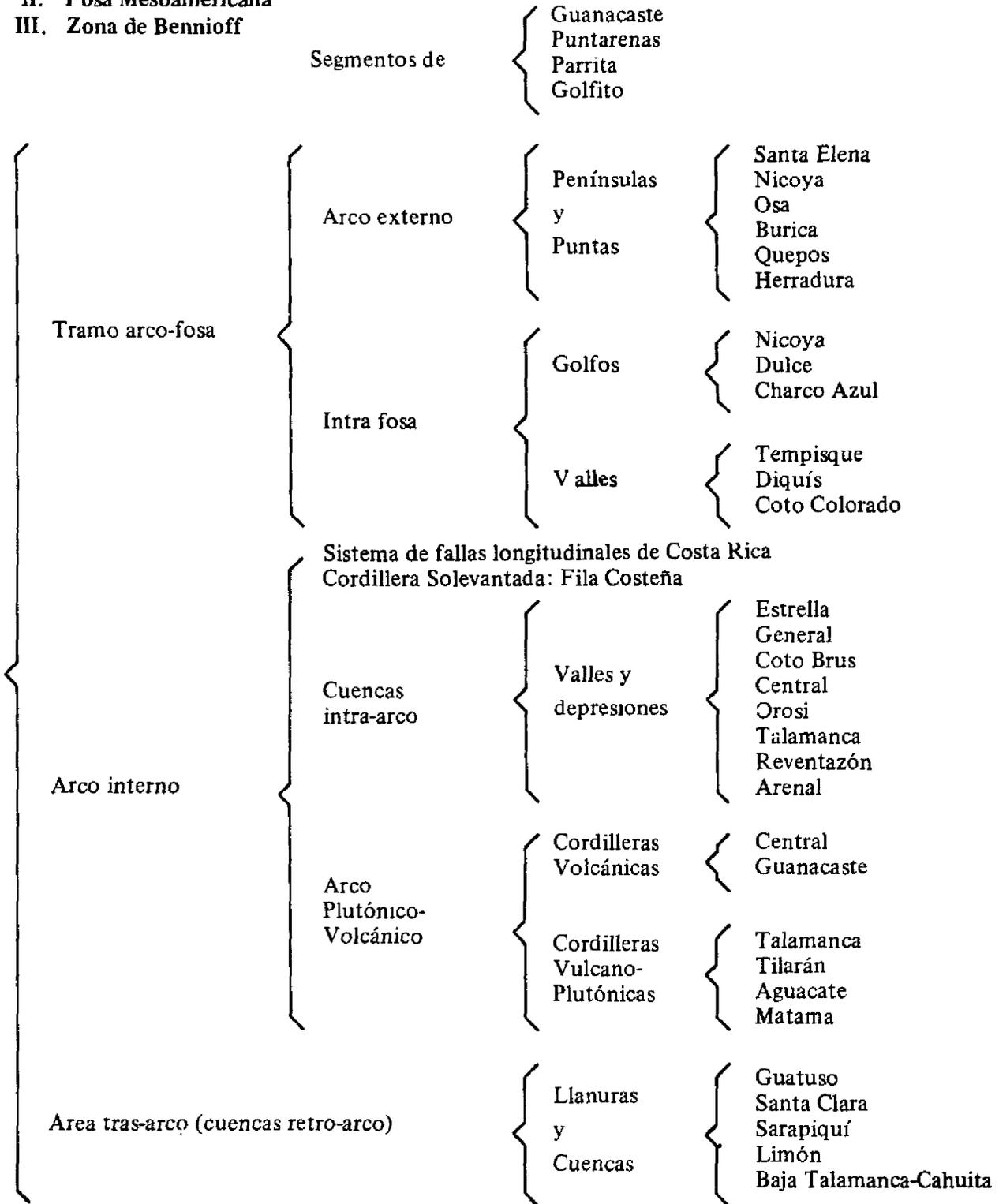
La heterogeneidad del movimiento relativo entre las dos placas, ocasiona una subdivisión de la zona de Benioff en varios segmentos con inclinación y actividad características. La generación de sismos y de actividad magmática parece estar estrechamente ligada a estas condiciones.

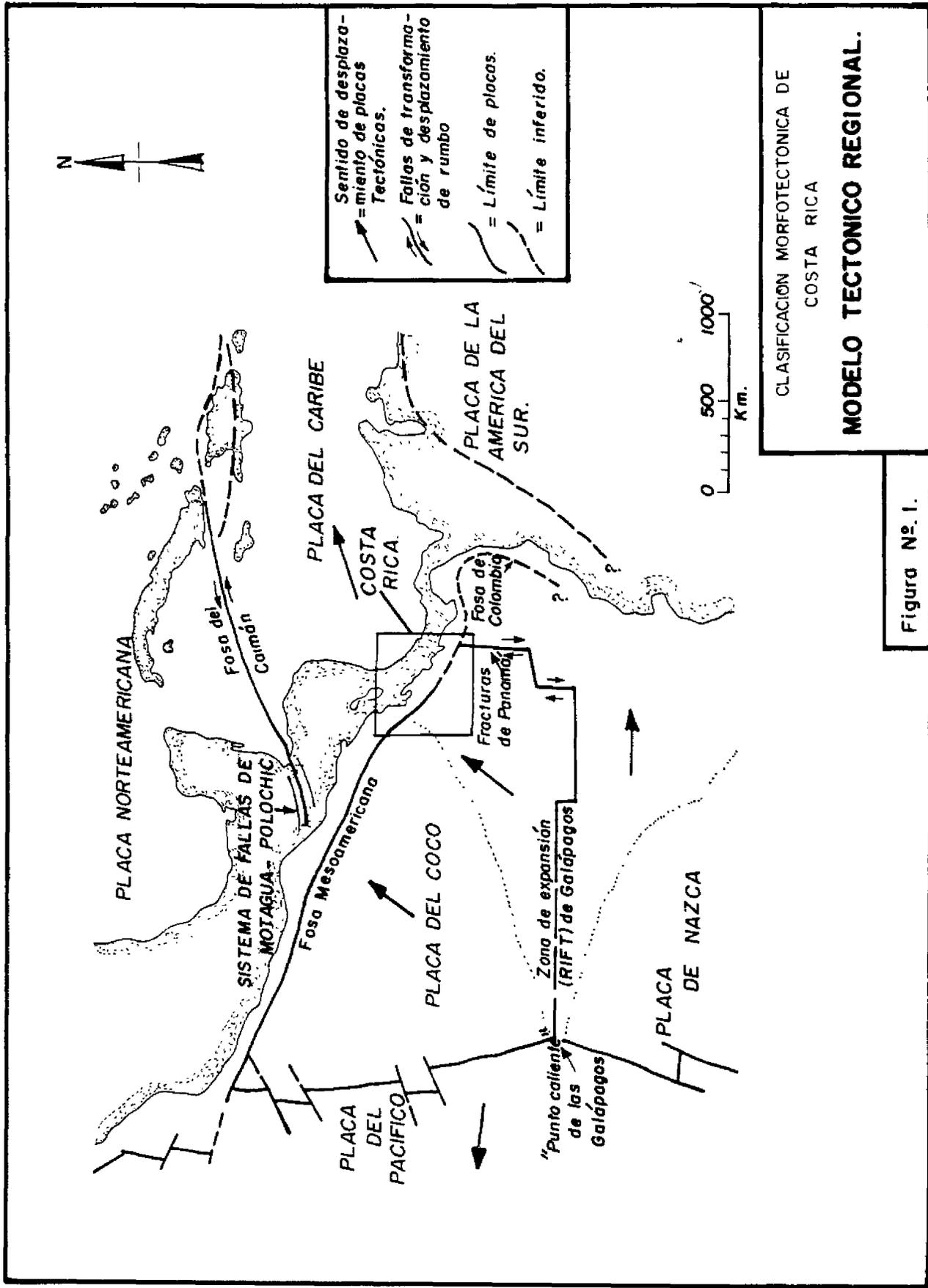
En razón de la interacción de las dos placas, resulta un sistema compresivo que determina las direcciones estructurales más importantes, con una orientación de NO-SE, y cuya subdivisión obedece a una tendencia regional. Es así como las principales unidades morfotectónicas se pueden subdividir de la manera siguiente:

UNIDADES MORFOTECTONICAS DE COSTA RICA

- I. Placa del Coco
- II. Fosa Mesoamericana
- III. Zona de Bennioff

IV. PLACA DEL CARIBE

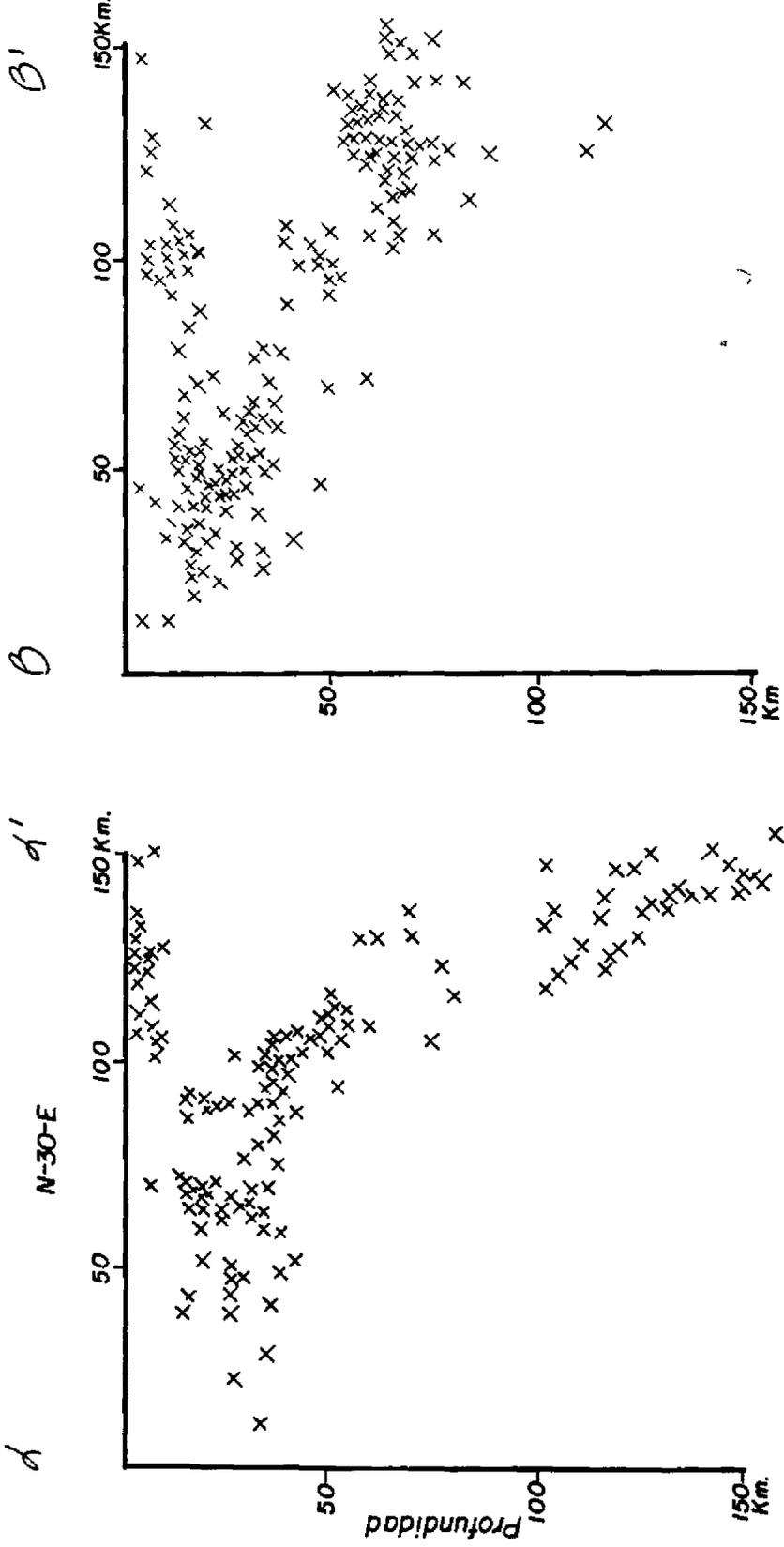




→ = Sentido de desplazamiento de placas Tectónicas.
 // = Fallas de transformación y desplazamiento de rumbo
 --- = Límite de placas.
 - - - = Límite inferido.

CLASIFICACION MORFOTECTONICA DE COSTA RICA
MODELO TECTONICO REGIONAL.

Figura No. 1.



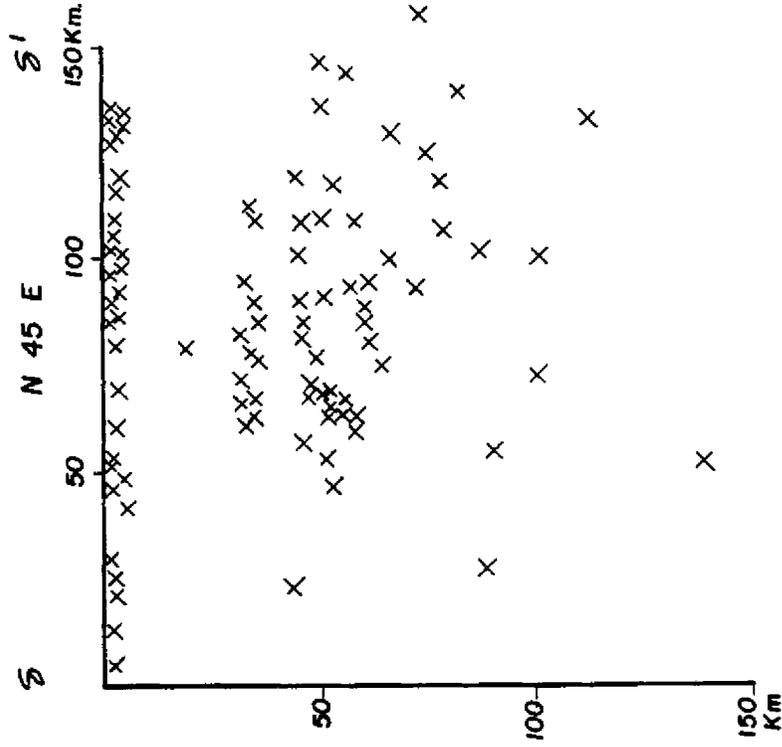
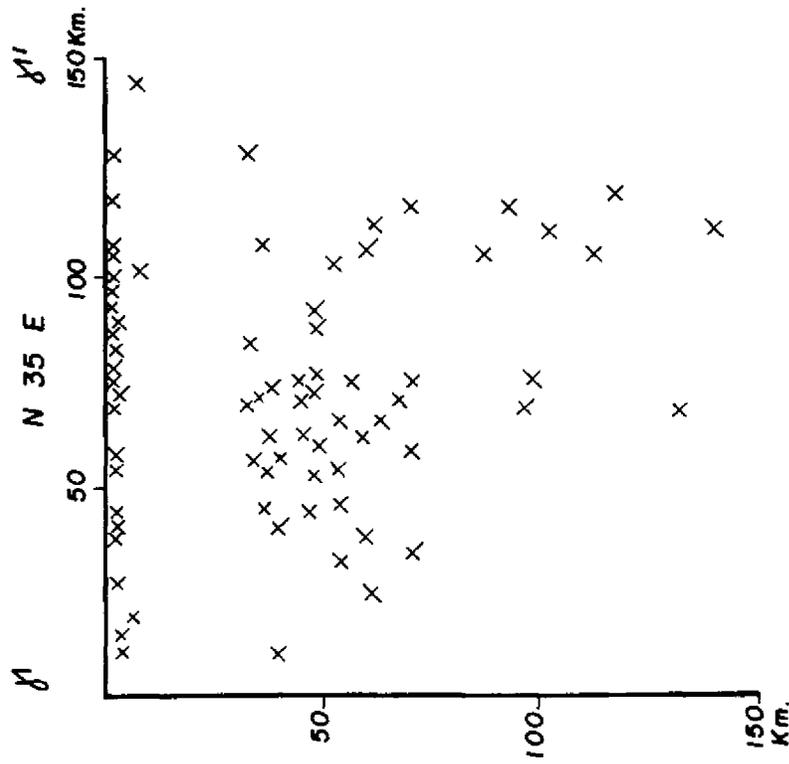
NOTAS:

Tomado de Umaña, Güendel y Pautre (1979); basado en datos obtenidos por la red sismológica de Arenal, ICE. Período 1976-77.

CLASIFICACION MORFOTECTONICA DE
COSTA RICA

PERFILES DE HIPOCENTROS 1/2.

Figura N° 3



NOTAS

Tomado de Woodward - Clyde (1979);
interpretación a base de datos históricos

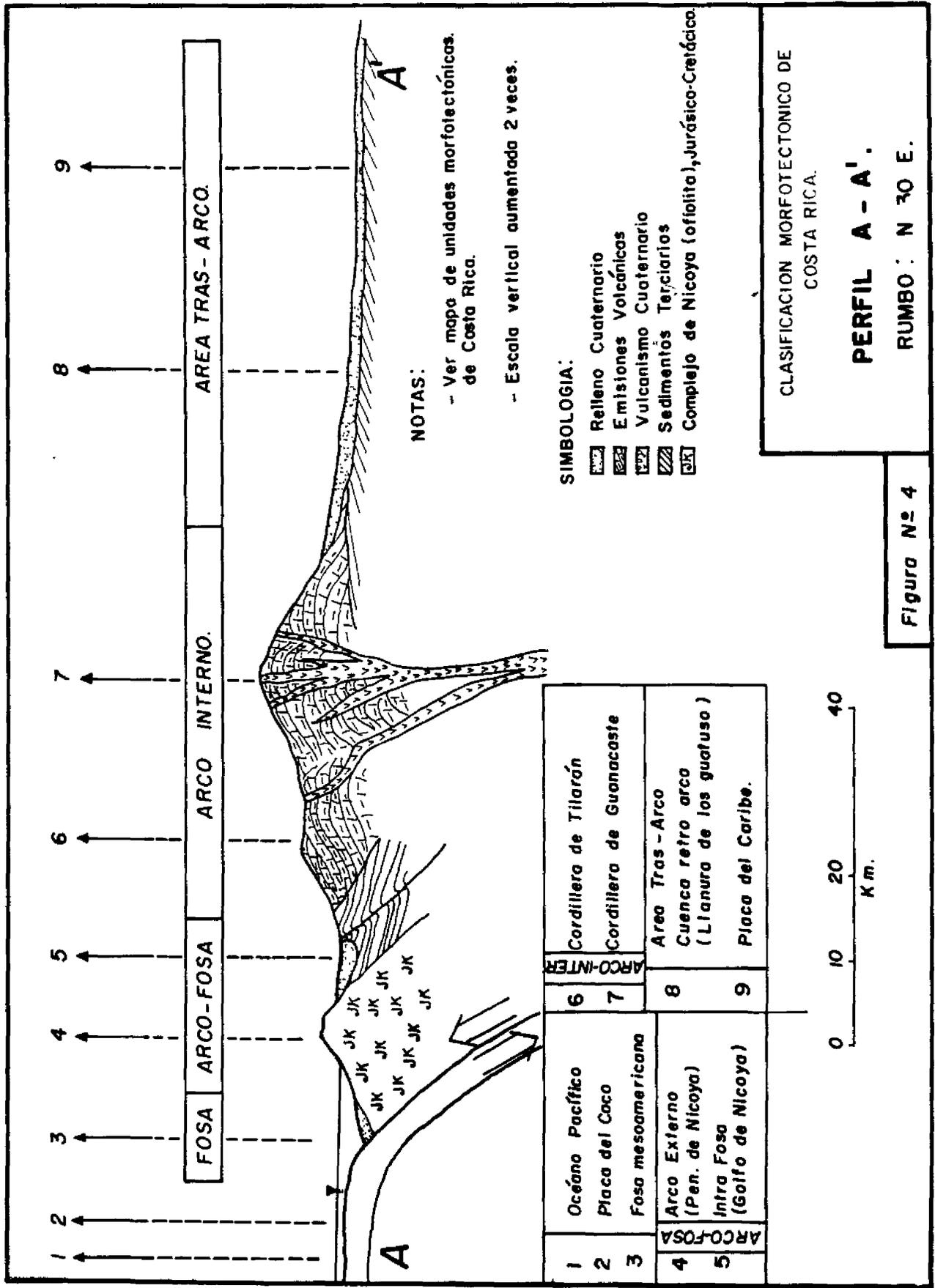
x = hipocentro.

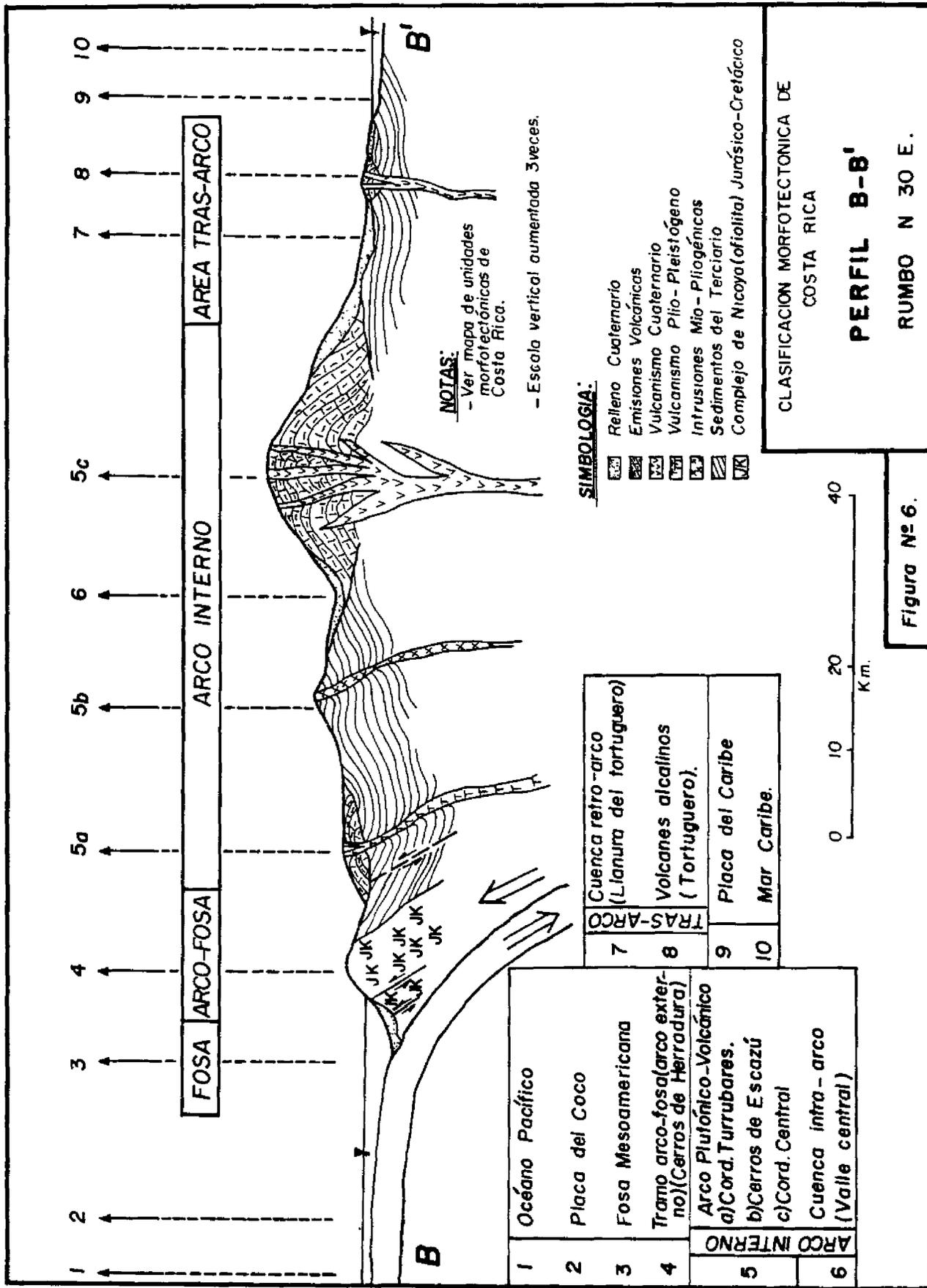
CLASIFICACION MORFOTECTONICA DE

COSTA RICA

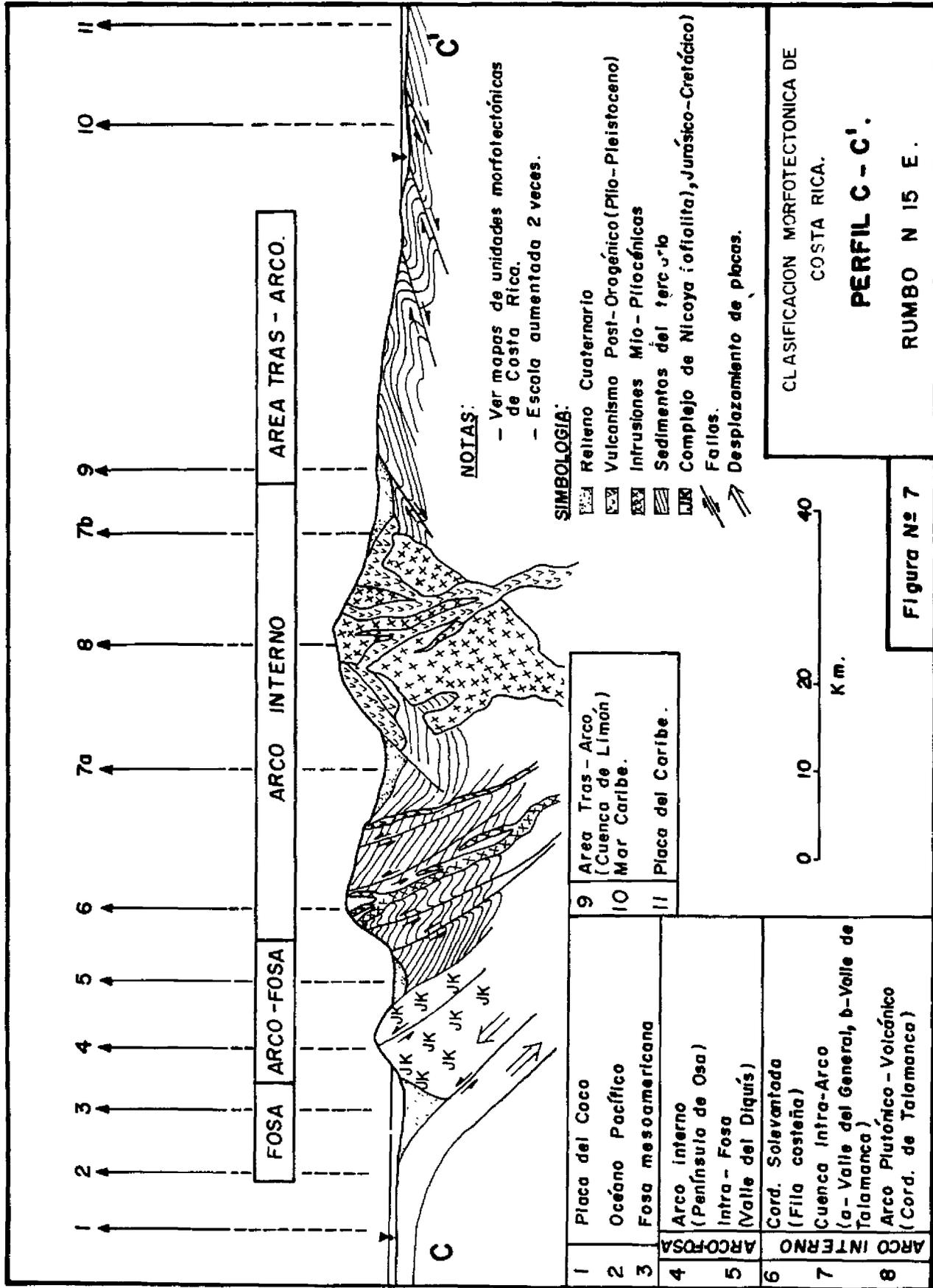
PERFILES DE HIPOCENTROS 2/2

Figura N° 5.





| | |
|----|--|
| 1 | Océano Pacífico |
| 2 | Placa del Coco |
| 3 | Fosa Mesoamericana |
| 4 | Tramo arco-fosa (arco externo) (Cerros de Herradura) |
| 5 | Arco Plutónico-Volcánico |
| | a) Cord. Turrubares. |
| | b) Cerros de Escazú |
| 6 | c) Cord. Central |
| | Cuenca intra-arco (Valle central) |
| 7 | TRAS-ARCO |
| | Cuenca retro-arco (Llanura del tortuguero) |
| 8 | Volcanes alcalinos (Tortuguero). |
| 9 | Placa del Caribe |
| 10 | Mar Caribe. |



1 2 3 4 5 6 7a 7b 8 9 10 11

FOSA ARCO-FOSA ARCO INTERNO AREA TRAS - ARCO.

| | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | Placa del Coco | 9 | Area Tras - Arco (Cuenca de Limón) Mar Caribe. |
| 2 | Océano Pacífico | 10 | Placa del Caribe. |
| 3 | Fosa mesoamericana | 11 | |
| 4 | Arco interno (Península de Osa) | | |
| 5 | Intra - Fosa (Valle del Diquís) | | |
| 6 | Cord. Solventada (Fila costeña) | | |
| 7 | Cuenca Intra-Arco (a - Valle del General, b - Valle de Talamanca) | | |
| 8 | Arco Plutónico - Volcánico (Cord. de Talamanca) | | |



BIBLIOGRAFIA

- AUBOIN, J. et al. 1979. Premiers résultats des forages profonds dans le Pacifique au niveau de la fosse de Guatemala (Fosse d'Amérique Centrale; leg 67 du D.S.D.P.). C.R.Ac. Sc. Paris; t. 289; p. 1215-1220.
- AZEMA, J; GLACON, G; TOURNON, J. VILLA, J.M. 1978. *Precisiones acerca del Paleoceno de Puerto Quepos y sus alrededores; Provincia de Puntarenas, Costa Rica.* Inf. Sem. Julio-diciembre; I.G.N.; p. 77-88.
- AZEMA, J; SORNAY, J; TOURNON, J. 1979. *Découverte de l'Albien Supérieur a amonites dans le matériel volcano-sédimentaire du "Complexe de Nicoya", Guanacaste, Costa Rica.* C.R. Somm. Soc. Géol. Frc.; Fasc. 3; p. 120-131.
- AZEMA, J; TOURNON, J. 1980. *La Peninsula de Santa Elena, Costa Rica: Un massif ultrabasique charrié en marge Pacifique de l'Amérique Centrale.* C.R. Ac. Sc. Paris; t. 290; p. 9-12.
- AZAMBRE, B; TOURNON, J. 1977. *Les intrusions basiques alcalines du río Reventazón, Costa Rica.* C.R. Soc. Géol. Frc.; 2; p. 104-107.
- BALLMAN, P. 1976. *Eine geologische traverse des Ostells Cordillera de Talamanca, Costa Rica.* J. Jb; Géol. Palaont. Mh. H8. p. 502-512.
- BELLON, N, TOURNON, H. 1978. *Contribution de la géochronologie K-Ar a l'étude du magmatisme de Costa Rica, Amérique Centrale.* Bull. Soc. Géol. Frc. (7), t. XX; N^o. 6; p. 955-959.
- BERGOEING, J. O. 1977. *Modelado glaciar en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica.* Inf. Sem. Julio-diciembre, I.G.C.R.; p. 33-34.
- BERGOEING, J. P. 1978. *Geomorfología litoral de Puerto Jiménez, Peninsula de Osa, Costa Rica.* Inf. Sem. Enero-junio; I.G.C.R.; p. 23-28.
- BERGOEING, J. P.; BRENES, L. G. 1977. *Regiones morfológicas de Costa Rica.* Inf. Sem. Julio-diciembre; I.G.C.R.; p. 53-58.
- BERGOEING, J.P.; BRENES, L. G. 1977. *Mapa Geomorfológico de Costa Rica. Basado en imágenes. Landsat (4, 5, 6, 7). Escala 1:1000000.* I.G.C.R.
- BERGOEING, J. P.; MALAVASSI, E; PROTTI, R. 1978. *Tres posibles edificios volcánicos del sector cerros del Aguacate.* Inf. Sem. Julio-diciembre; I.G.C.R.; p. 35-45.
- BERGOEING, J. P.; MORA, S, RODRIGUEZ. 1979. *Evidencias de vulcanismo pliocuaternario en la Fila Costeña de Costa Rica.* Inf. Sem. Enero-junio. I.G.C.R.
- BERGOEING, J. P.; MALAVASSI, E. 1982. *Geomorfología del Valle Central de Costa Rica.* Universidad de Costa Rica. Departamento de Geografía. Mapa y folleto explicativo.
- BUTERLIN, J. 1977. *Géologie structurale de la région des Caraïbes.* Ed. Mason, New York. 295 pp.
- CARBALLO, M. A.; FISCHER, R. 1978. *La formación San Miguel (Mioceno, Costa Rica).* Inf. Sem. Enero-junio; I.G.C.R.; p. 45-144.

- CERCONE, P.; UMAÑA, J. 1972. *Informes geológicos de progreso del Proyecto Hidroeléctrico de Boruca*. Of. de Geol. ICE.; 4 vol.
- DE BOER, J. 1979. *The outer arc of the Costa Rican orogen (oceanic basement complexes of the Nicoya and Santa Elena peninsulas)*. Tectonophysics, 56: 221-259.
- DENGO, G. 1962 a. *Estudio geológico de la región de Guanacaste, Costa Rica*; I.G.C.R. - Cía. Petr. C.R.; 92 pp.
- DENGO, G. 1962 b. *Mapa Geológico de la región de Guanacaste*; I.G.C.R. Cía Petr. C.R. Modificado y actualizado por Alfredo Mainieri. Depto. de Geol. ICE. (1977).
- DENGO, G. 1962. *Tectonic-Igneous sequence in Costa Rica*. In Buddington vol. Petr. St.; Geol. Soc. Am.; 28 pp.
- DENGO, G. 1968. *Estructura geológica, historia tectónica y morfología de América Central*. ICAITI. Guatemala; 52 pp.
- DEWEY, J. 1976. *Ophiolite obduction*. Tectonophysics, 31: 93-120.
- DEWEY, J. 1979. *La tectonique des plaques*. In "La dérive des continents" Pour la Science; N° sp.; p. 32-44.
- DENYER, P.; KUIJPERS, E. 1978. *Mineralizaciones de manganeso intercaladas en basaltos del Complejo de Nicoya, Guanacaste, Costa Rica*. Inf. Sem. Julio-diciembre; I.G.C.R.; p. 91-108.
- DICKINSON, W. 1975. *Plate tectonics and sedimentation*. In "Tectonics and sedimentation". Soc. Econ. Paleont. Mineral.; sp. Publ.; 22: 1-27.
- DONDOLI, C.; DENGO, G. 1968. *Mapa Geológico preliminar de Costa Rica*. DGMP.-MEIC.; ed. prov.; escala 1:700000.
- DONDOLI, C.; CASTILLO, R.; CHAVEZ, R. 1969. *Mapa Geológico preliminar del Valle Central y alrededores*. DGMP.-MEIC.; ed. prel. escala 1:200000.
- FISCHER, R.; FRANCO, J. C. 1979. *La formación Coris (Mioceno, Valle Central, Costa Rica)*. Inf. Sem. Enero-junio; I.G.C.R.; p. 15-72.
- FISCHER, R. 1980. *Recent tectonic movements in the Costa Rican Pacific Coast*. Tectonophysics, 70: T 25-T 33.
- FISCHER, R. 1981. *El desarrollo paleogeográfico del Mioceno de Costa Rica*. Anales 2° Congreso Latinoamericano de Paleontología; Porto Alegre, Brasil; p. 565-579.
- GALLI-OLIVIER, C. 1977. *Edad de aplazamiento y período de acumulación de la ofiolit de Costa Rica*. Rev. Ciencias y Tecn. Fac. Ciencias, Univ. Costa Rica; N° 1; p. 81-86.
- GALLI-OLIVIER, C. 1979. *Ophiolite and island-arc volcanism in Costa Rica*. Geol. Soc. Am. Bull., 90: 444-452.
- HASTENRATH, S. 1973. *On the pleistocen Glaciation of the Cordillera de Talamanca, Costa Rica*. Z.F.G. Glaziologie; Bd. IX, Helt 1-2; S. 105-121.
- HENNINGSSEN, D. 1965. *Stratigraphy and paleogeography of Upper-Cretaceous and Tertiary sediments in southern Costa Rica*. 4 th Caribbean Geol. Conf.; Trinidad; 4 pp.

- HERNANDEZ, J.; TOURNON, J. 1978. *Analyse chimique des verres volcaniques riches en silice a la micro-sonde electronique (par utilisation des détecteurs d' énergie des rayons X)* C.R. Acad. Sc. Paris; t. e-e; p. 1087-1090.
- JAGER, G. 1978. *Estudio Geoestructural del sitio de presa de Boruca*. Inf. int. inédito; Dept. Geol. ICE.; 160 pp.
- KUIJPERS, E. 1980. *The geologic history of the Nicoya ophiolite complex, Costa Rica, and its geotectonic significance*. *Tectonophysics*, 68: 233-255.
- LLOYD, J. 1963. *Historia tectónica del orogeno Sur-Centroamericano*. Rev.; I.G.C.R. ed. sp.; 28 pp.
- LUNDBERG, N. 1980. *Evolution of the Middle America Trench slope, Nicoya Peninsula, Costa Rica*. (Abstract). In "Trench and fore-arc sedimentation in modern and ancient subduction zones". Conf. Brit. Sed. Res. Arp.; Geol. Soc. Lon.; June 23-25; Burlington House, Picadilly; p. 17.
- MADRIGAL, E. 1977. *Evidencias geomórficas de movimientos recientes en el valle del General*. Rev. cien. y Tec., Fac. Ciencias. Univ. Costa Rica. Vol. 1; p. 97-106.
- MADRIGAL, R. 1978. *Terrazas marinas y tectonismo en la península de Osa*. Rev. Geo. OPGH. N° 86, 87; p. 161-166.
- MADRIGAL, R.; ROJAS, E. 1980. *Mapa geomorfológico de Costa Rica, escala 1:200.000; con manual descriptivo; SEPSA; 80 pp. y mapa*.
- MATUMOTO, T.; LATHAM, G.; UMAÑA, J. 1976. *Crustal structure in southern Central American*. Mairine SC. Inst.; Univ. Texas, Austin; 30 pp.
- MIYAMURA, S. 1975. *Recent crustal movements in Costa Rica, disclosed by relevelling curveys*. *Tectonophysics*, 29: 191-198
- MIYAMURA, S. 1976. *Aspectos importantes de la sismicidad en Costa Rica*. Rev. Avances de Inv.; Inst. Inv. Soc.; Univ. de Costa Rica; N° 10; 18 pp.
- MORA, S. 1977. *Estudio geológico del cerro Chopo*. Rev. Geo. de Am. Central; Fac. de Geografía. Univ. Nacional. Heredia; p. 189-199.
- MORA, S. 1978. *Estudio geológico de los cerros Barra Honda y alrededores*. Tesis de Bachillerato; Escuela de Geología. Univ. de Costa Rica; 199 pp.
- MORA, S. 1979. *Estudio geológico de una parte de la región sureste del valle del General, Costa Rica*. Tesis de Licenciatura. Univ. de Costa Rica; 3 vol.; 275 pp
- MORA, S. 1979. *Mapa geológico de la región sureste del valle del General*. Inf. Zona aledaña Proy. Hidro. Boruca, Geol ICE.
- MORA, S. 1981. *Clasificación morfotectónica de Costa Rica*. Informe julio-diciembre 1881. I.G.N.; p. 35-55.
- MORA, S. 1981. *Barra Honda*. EUNED., San José; 115 pp.
- MORA, S.; VALDES, R. 1983. *Estudio Geológico del P.H. Savegre*. Depto. Geología, ICE. Informe interno.
- RIVIER, F. 1972. *Contribución a la estratigrafía de la cuenca de Limón zona de Turrialba, Costa Rica*. 3a. reunión de Geol. Am. Central; p. 40-41.

- RIVIER. 1979. *Geología del area de los cerros de Escazú, cordillera de Talamanca, Costa Rica*. Inf. Sem. Enero-junio; I.G.C.R.; p. 99-137.
- ROBIN, S., TOURNON, J. 1978. *Spatial relations of andesitic and alkalin provinces in Mexico and Central American*. Can. J.; Earth Sc. 15; p. 163301641.
- SAMCOSA. 1975. *Informe geológico de la exploración de los permisos solicitados en la cordillera de Talamanca*. Inf. interno inédito; 27 pp.
- SHIPLEY, T. H.; LADD, J. W.; BUFFLER, R. T.; WATKINS, J. S. 1980. *Comparison of structural styles along the Middle America Trench Mexico, Guatemala, Costa Rica*. (Abstract). In "Trench and fore-arc sedimentation in modern and ancient sduction zonas". Conf. Brit. Sed. Res. Arp., Geol. Soc. Lond.; June 23-25; Burlington House, Picadilly; p. 35-36.
- TERRY, R. 1956. *A geological reconnaissance of Panama*. Calif. Ac. Sc. XXIII. San Francisco; 91 pp.
- TOURNON, J. 1970. *Las intrusiones básicas de Boruca*. Inf. inédito; DGMP.-MEIC.; 7 pp.
- TOKSOZ, N. 1979. *La subduction de la lithosphere* In "la dérive des continents". Pour la Science; N° sp.; 56-66.
- UMAÑA, J.; GUENDELL, F.; PAUTRE, A. 1979. *Auscultación sísmica avant et pendant le Remplisaje du reservoir d' Arenal, Costa Rica*. 3' avo Congreso de Grandes Presas. Comité Internacional de Grandes Presas. Nueva Delhi; p. 1257-1274.
- WEYL, R. 1955. *Bosquejo geológico de la cordillera de Talamanca*. Rev.; I.G.C.R.; 60 pp.
- WEYL, R. 1956. *Vulcanismo y plutonismo en el sur de Centroamérica*. Rev.; I.G.C.R. Inf. Sem. Julio-septiembre; 9 pp.
- WEYL, R. 1961. *Die Geologie Mittelamerikas* Gebruder Bontraeger, Berlín; 225 pp.
- WEYL, R. 1971. *La clasificación morfotectónica de Costa Rica*. Inf. Sem. Julio-diciembre; I.G.C.R.; p. 25-35.
- WEYL, R.; PICHLER, H. 1973. *Petrochemical aspects of Central American magmatism*. 3a. reunión de Geol. de Am. Central; L.C.A.I.T.I., p. 81-106.
- WOODWARD-CYLDE INC. 1979. *Geologic and seismologic investigations for the Boruca damsite, Costa Rica*. Repport to S.N.C.-ACRES-T.I.L. and ICE. California; 45 pp.