

RESUMEN

El día 3 de julio de 1983 a las 16:13.43 (GMT) ocurrió un temblor precursor ($m_b = 5.1$) seguido, 40 segundos después, por el temblor principal ($m_b = 5.7$ y $M_s = 6.1$) que afectó a la región norte de San Isidro de El General, Pérez Zeledón, en una extensión aproximada de 400 Km^2 , donde causó daños a pequeñas edificaciones, a la Carretera Interamericana y a los caminos vecinales. Ambos eventos telúricos poseen un foco superficial ($h = 14 \text{ Km}$) e intensidades máximas de grado VIII en el área mesosísmica, de ahí que afectaron fuertemente a esta región, en la cual predominan las laderas de fuerte pendiente y suelos residuales, desarrollados sobre rocas sedimentarias Terciarias y rocas ígneas Neógenas. Dada la ocurrencia del sismo precursor, la población se alertó y solo se dió una pérdida humana, aunque si hubo cientos de damnificados, daños materiales y gran cantidad de deslizamientos. Definimos la falla Buenavista, responsable del terremoto del mismo nombre, como una zona de desgarre vertical, rumbo N 8 W, deslizamiento dextral con una componente vertical y una longitud mínima de 30 Km.

INTRODUCCION

El arco magmático de Costa Rica, es el resultado de la paulatina evolución cortical de la corteza oceánica, a causa del proceso de la subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe, lo cual culminó con la formación de una cadena orogénica, petrológicamente similar a las rocas de las márgenes continentales activas tipo Andino. Dentro de él, se logran reconocer las cordilleras volcánicas recientes de Guanacaste y Central, y las cordilleras de Tilarán y Talamanca, en donde predominan las rocas ígneas Neógenas, además, en esta última se presentan rocas sedimentarias volcánico-lásticas y calcáreas del Terciario y sedimentos molásicos del Plio-Cuaternario.

La cordillera de Talamanca se ubica en la parte meridional de Costa Rica, siendo el cuerpo montañoso más alto de América Central austral, con alturas medias sobre los 2500 m, en donde en lo pasado se dieron fenómenos glaciares (Cerro Chirripó, 3820 m.s.n.m. y Kámuk, 3554 m.s.n.m.). Las laderas son de fuerte pendiente con suelos residuales desarrollados sobre rocas sedimentarias e ígneas (principalmente Miocenas), por lo cual son muy inestables (Denço, 1962; Weyl, 1980).

CARACTERISTICAS DEL SISMO

El día 3 de julio de 1983 a las 16:13:43 (GMT) ocurrió un temblor precursor ($m_b = 5.1$) seguido, 40 segundos después, por el temblor principal ($m_b = 5.7$ y $M_s = 6.1$), afectando la región de Buenavista al norte de San Isidro de El General, Pérez Zeledón (Fig. 1), donde se reportaron intensidades entre VIII y IX (MM) en un área mesosísmica de aproximadamente 400 Km², aunque el área más afectada fue de 250 Km² (Leandro et al., 1983; Morales y Leandro, 1985; Morales, 1987)

El temblor precursor fue localizado por la Red Sismológica Nacional de Costa Rica (RSN) en las coordenadas 9° 29' de latitud norte y 83° 40.5' de longitud oeste, aproximadamente a 14 Km al norte de San Isidro de El General y a una profundidad de 14 Km. El evento principal no pudo ser localizado por la RSN, pues la señal sísmica se traslapó sobre la del evento precursor, imposibilitando la lectura de los arribos de la onda P en todas las estaciones. En los primeros meses después del terremoto, algunas réplicas llegaron a causar intensidades de hasta V MM y las magnitudes no superaron los 4.5 (MD).

En este estudio, se analizan 60 réplicas registradas por las estaciones de la RSN durante las primeras diez horas posteriores al sismo principal, utilizando como criterio de selección, que el sismo estuviera registrado en la estación San José (SJS), la cual está ubicada a 62 Km de la zona epicentral. El análisis de las soluciones de plano obtenidas para estos sismos, evidencian un mecanismo de ruptura de desplazamiento de rumbo con una ligera componente vertical, cuyos planos nodales poseen los siguientes rumbos y buzamientos: N29°SW 78°SW y N71°E, 50°NW (Fig.2). El rango de profundidad de la ruptura se sitúa entre 0.25 y 22 Km, preferencialmente inferior a los 10 Km (Fig.3a).

En el Earthquake Data Report del NEIS se informa de un mecanismo de falla tipo normal, con una gran componente dextral, para el sismo principal. Los planos nodales obtenidos son: el primero N5°E con un buzamiento de 83°NW y el otro N90°E con 55° de buzamiento. Climent (1985), en el estudio sismológico del Proyecto Hidroeléctrico Guayabo (ICE), realizó un mecanismo focal para las réplicas registradas por una red de sismógrafos portátiles, ubicados aproximadamente 40 Km al NE de la zona epicentral, obteniendo un mecanismo de ruptura de desplazamiento de rumbo dextral con los siguientes planos nodales; N5°W, 84°NE y N90°E, 85°NE.

Los temblores réplicas, que han ocurrido entre 1984 y 1987, se agrupan dentro de una elipse, cuyo eje mayor se orienta aproximadamente N5°W (Fig. 3b). El área, en superficie, que abarcan estos sismos es de 276 Km². Las isosistas del terremoto que presenta Morales (1987) se orientan, igualmente, N-NW.

Dado que en 1983 aún no se contaba con suficientes acelerógrafos en el país, solo se cuenta con un acelerograma registrado a aproximadamente 65 Km del epicentro en el edificio del Instituto Nacional de Seguros en la capital San José, en el cual se midió una aceleración de 7% de g. Para calcular las aceleraciones máximas en el área mesosísmica, se recurrió a las fórmulas empíricas de Esteve y Villaverde (1974) y Campbell (1980), que relacionan los diferentes parámetros sísmicos (magnitud, profundidad, distancias hipo y epicentral, intensidad, etc.) y con las cuales se obtuvieron aceleraciones de 25% y 36% de la gravedad, respectivamente. Según la tabla de Sauter (1986) para Costa Rica, intensidades MM de VIII originan aceleraciones entre 20% y 35% de la gravedad.

La ocurrencia de este terremoto puso en evidencia una fuente sismogénica desconocida hasta ese momento, en un área que se consideraba de bajo potencial sísmico, por la escasa actividad que presentaba. Esta región comenzó a ser colonizada plenamente en la primera mitad de este siglo, por lo cual no se puede establecer, ni siquiera aproximadamente, un posible período de recurrencia para esta fuente, pues no existen crónicas que mencionen eventos sísmicos en esta zona, ni en tiempos de la Colonia ni en época ya Republicana.

RASGOS NEOTECTONICOS EN EL AREA MESOSISMICA

Geomorfológicamente, el río Buenavista corre por un angosto valle de falla de rumbo N10°W, con laderas de moderada pendiente (15° a 25°) en su vertiente oeste y más fuertes en el este (15° a 25°), desarrolladas sobre facetas triangulares de diferentes tamaños y grado de disección o conservación; las del este son más grandes y fácilmente observables en las fotografías infrarrojas (1:80.000), mientras que las del oeste son relativamente pequeñas y se observan en forma clara tanto en el campo como en las tomas aéreas blanco y negro (1:30.000). Por lo menos cuatro diferentes niveles de terrazas torrenciales se observan tanto en el río Buenavista como en el Chirripó Pacífico; sin embargo, en ambos, no se observan signos evidentes de deformación tectónica. Pese a ello, en el margen derecho de la quebrada Hilario, se distingue claramente una terraza cuyos materiales están colgados unos 60 m con respecto al nivel del río Buenavista y 40 m sobre el nivel de la terraza inferior. Todos estos factores atestiguan levantamientos verticales diferenciales de los bloques tectónicos a ambos lados de la falla propuesta (Fig. 4).

El trazo de la falla Buenavista es ligeramente curvilíneo y algo sinuoso, lo cual ha dado origen a pequeñas cuencas de tracción y a posibles lomos de compresión como, por ejemplo, cerca de la desembocadura de la quebrada Nino Arias. En fin, la falla se observa en las fotografías aéreas a lo largo de 11 Km, entre las poblaciones Rivas y La Piedra; el trazo y ubicación de las réplicas la confirman. Las evidencias sismológicas indican, además, que el área de ruptura se extiende 19 Km más al norte de La Piedra. Por otro lado, no tenemos argumentos, por el momento, para delimitar o establecer su continuidad hacia el sur de Rivas, tal y como parecen sugerirlo algunos rasgos topográficos. Esta es la única megafalla evidente con rasgos neotectónicos, en un área de varios cientos de kilómetros cuadrados dentro de la zona mesosísmica.

EFFECTOS GEOLOGICOS Y CIVILES

La zona mesosísmica está comprendida en un área de topografía abrupta, con pendientes entre 15° y 50°, con ríos de cañón profundo; en algunas partes se ha deforestado para dedicar la tierra a actividades poco aptas para el tipo de suelo y morfología predominantes. Debido a ello, el principal problema que se dio, como consecuencia del temblor, fue la gran cantidad de deslizamientos generados, donde el material removido sobrepasa los 5×10^9 m³ (Leandro et al., 1983). Gran parte de la Carretera Interamericana (Km 110 a 119) fue afectada por los deslizamientos, así como la red de caminos secundarios y las márgenes de los ríos, creando la amenaza de que se produjeran avalanchas que pudieron haber afectado las poblaciones ubicadas en las partes bajas y el acueducto de San Isidro; afortunadamente la amenaza pasó sin mayores consecuencias.

Serios daños se produjeron en viviendas, escuelas, e iglesias. De más de 600 casas inspeccionadas, el 40% podrían ser utilizadas de inmediato, el 46% se hallaban inhabitables y el 14% requerían algún tipo de reparación (Leandro et al., 1983). Los daños se debieron, principalmente, a defectos constructivos, utilización de materiales de baja calidad y cimentaciones deficientes, así como por estar ubicadas las edificaciones en las laderas. Un aula de la escuela de Siberia fue destruida al caerle bloques de hasta 0.5 m³ sobre el techo y una pared, debido a que, por falta de provisión, la escuela fue construida sobre un coluvio rocoso al pie de una ladera de fuerte pendiente. Los pueblos mayormente afectados, con intensidades MM entre VII y VIII e incluso hasta IX, fueron: Alaska, La Piedra, Buenavista, San Juan Norte, Pueblo Nuevo, División, El Jardín, La Hortensia, Palmital, Altamira, Herradura, Salitral, etc. (Leandro et al., 1983). En San Isidro, ubicado unos 14 Km al sur del área epicentral, se registraron algunas caídas en algunos puntos. El hospital por estar ubicado sobre un relleno aluvial, que amplificó la sacudida sísmica, debió ser parcialmente evacuado, complicando aún más la situación de emergencia. Gracias a la ocurrencia del sismo precursor, la población se alertó e hizo abandono de sus casas y, por lo tanto, sólo se dio una muerte y muy pocas heridas. Cientos de edificaciones fueron instalados en San Isidro y Rivas (Morales y Leandro, 1985; Morales, 1987).

CONCLUSIONES

Una nueva fuente sismogénica intraplaca se puso en evidencia con la ocurrencia del terremoto de Buenavista el 3 de julio de 1983 ($M_S = 6.1$ $h = 14$ Km afectando un área reducida de las estribaciones del lado Pacífico de la cordillera de Talamanca, al norte de San Isidro de el General, Pérez Zeledón. Los principales daños se produjeron en pequeñas edificaciones la Carretera Interamericana y los caminos vecinales.

Definimos la falla Buenavista como la responsable del terremoto del mismo nombre. Se trata de una falla prácticamente vertical, subcurvilínea con un rumbo promedio $N 60^{\circ} W$ y un desplazamiento de rumbo dextral; su longitud mínima es de 30 Km. Puesto que el área de ruptura se ubicó entre las nacientes del río Pacuare y el poblado de Buenavista, en el extremo norte de la falla, se puede suponer que el próximo desgarre será al sur de este sector. Desconocemos el período de recurrencia de esta fuente, pero consideramos que debe poseer un importante historial sismológico, a juzgar por los rasgos morfotectónicos.

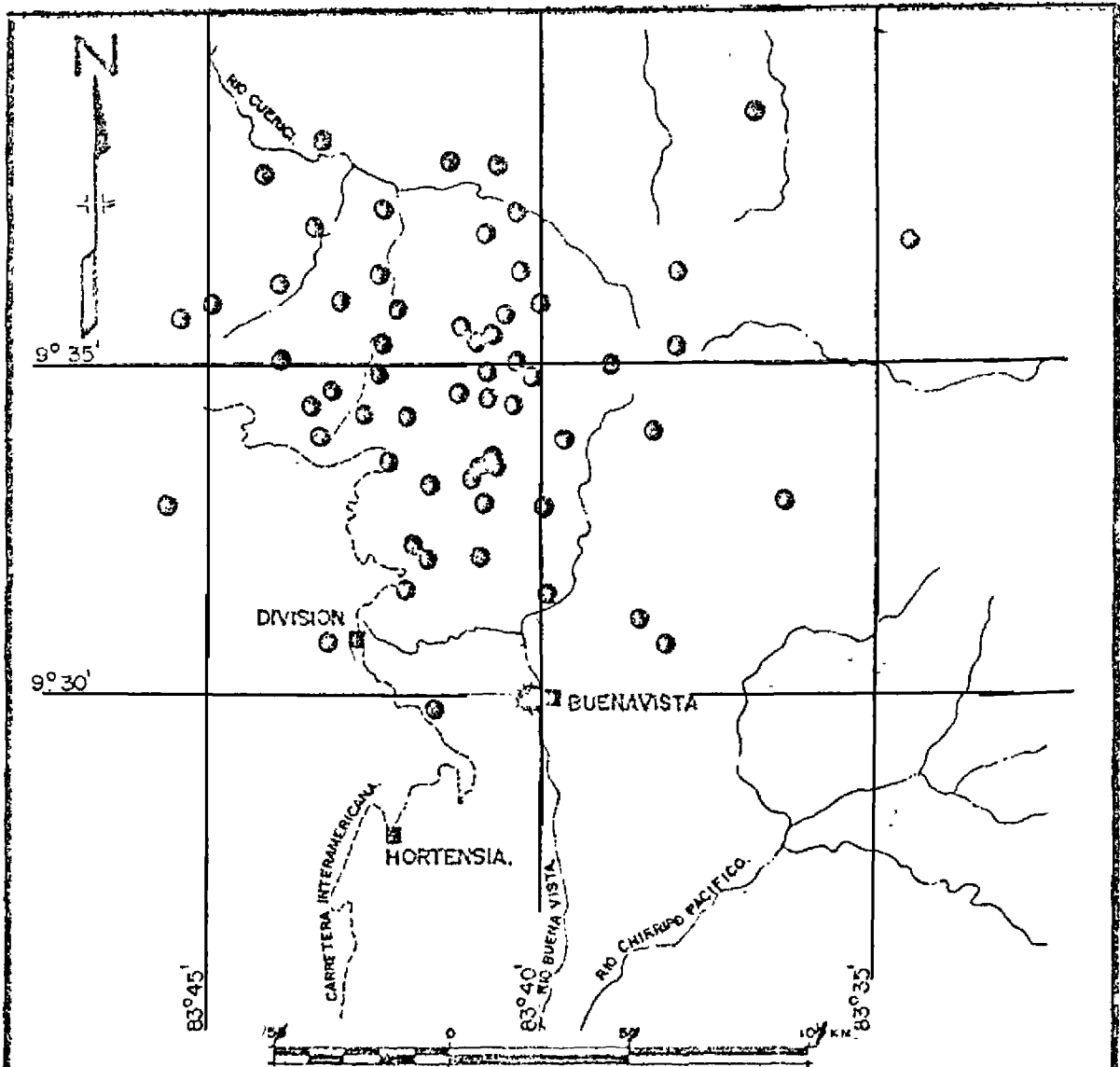
La aceleración máxima en la región epicentral, del temblor de Buenavista, se estimó entre 20% y 36% de g , basándose en diversas relaciones empíricas.

Costa Rica, así como la cadena Andina en Sudamérica, posee cordilleras levantadas sobre los 2000 m en épocas relativamente recientes y aún en proceso geodinámico activo, por lo cual, no solo son propensas a la generación de deslizamientos, avalanchas y lahares por su alta tasa de sismicidad y vulcanismo, sino también por la inestabilidad inherente de sus laderas, sumado a la considerable precipitación pluvial y mal uso de la tierra, tal y como lo evidencian las recientes catástrofes y emergencias en Perú, Chile, Ecuador, Colombia, Costa Rica y Guatemala. Lo anterior constituye un peligro geológico al cual se debe prestar mayor atención, aún en regiones de quietud intratelúrica aparente, pero que pueden estar sujetas a inestabilidad de laderas y a inundaciones.

Las experiencias sismológicas acumuladas por la Sección de Sismología e Ingeniería Sísmica del ICE y por la Sección de Sismología, Vulcanología y Exploración Geofísica de la UCR por espacio de 14 años, evidencian que fallas en áreas mesosísmicas reducidas, las cuales se reconocen como generadoras de varios terremotos históricos, muestran períodos de quietud sísmica apenas una decena de años después del evento principal o, a lo sumo, enjambres aislados de temblores. Lo anterior nos conduce a que, no solo se requiere de estudios sismológicos instrumentales, sino que también se debe ahondar en los estudios de sismicidad histórica y de paleosismicidad, con apoyo en los métodos de la neotectónica, en la búsqueda de nuevas fallas, en posible correspondencia con fuentes sismogénicas desconocidas y potencialmente peligrosas.

BIBLIOGRAFIA

- Campbell, K.W., 1981. Near-Source Attenuation of Peak horizontal Acceleration. Bull. Seism. Soc. Am., 71, (6): 2039-2070.
- Climent, A., 1985. Informe Sismológico para la Etapa de Prefactibilidad del P.H. Guayabo. - Inf. Interno Depto. Geología, Instituto Costarricense de Electricidad, 31-p.
- Dengo, G., 1962. Tectonic-Igneous Sequence in Costa Rica. - En: Petrologic Studies: A.F. Buddington, Volume Geol. Soc. Amer. 133-161.
- Esteva, L. y Villaverde, 1973. Seismic Risk, Design Spectra and Structural Reability.- 5th. World Conference on Earthquake Engineering Proc. 2: 2586-2596; Roma.
- Leandro, G.; C. León; M. Avila; A. Fernández; J. Elizondo; F. Montalto; R. Chaves; J. Obando, 1983. Informe Geológico Sismológico, San Isidro de Pérez Zeledón y Alrededores. Evaluación Sismo 3 de Julio 1983. Instituto Costarricense de Electricidad, Universidad de Costa Rica, Refinadora Costarricense de Petróleo, Ministerio de Industria, Energía y Minas, San José, Costa Rica, 56 p.
- Morales, L.D., 1987. Zonificación Geográfica de la Sismicidad de Costa Rica y la Crisis Sísmica del Año 1983.- Geostmo, 1,1:33-50.
- Morales L.D. y G. Leandro, 1985. Riesgos Geológicos Asociados al Terremoto de Buenavista, Pérez Zeledón. -3er. Sem. Nac. de Geotecnia, 28-29 nov. 1985, San José, Costa Rica, 19 p.
- Sauter, F., 1985. El Riesgo Sísmico en la Perspectiva del Consultor. -Rev. Colegio Federado Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, 3:30-39 Año 28.
- Weyl, R., 1980. Geology of Central America. -Gebruder Borntraeger, Berlin, 371 p.



○ EVENTO PRECURSOR (R.S.M.) ● REPLICAS (RSN: ICE, UCRI) ■ POBLACION.

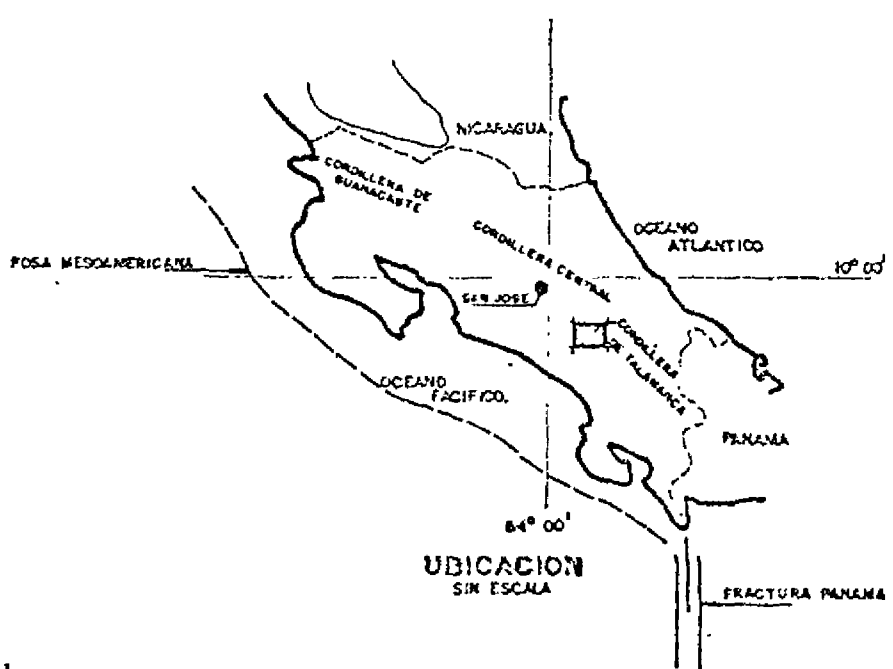
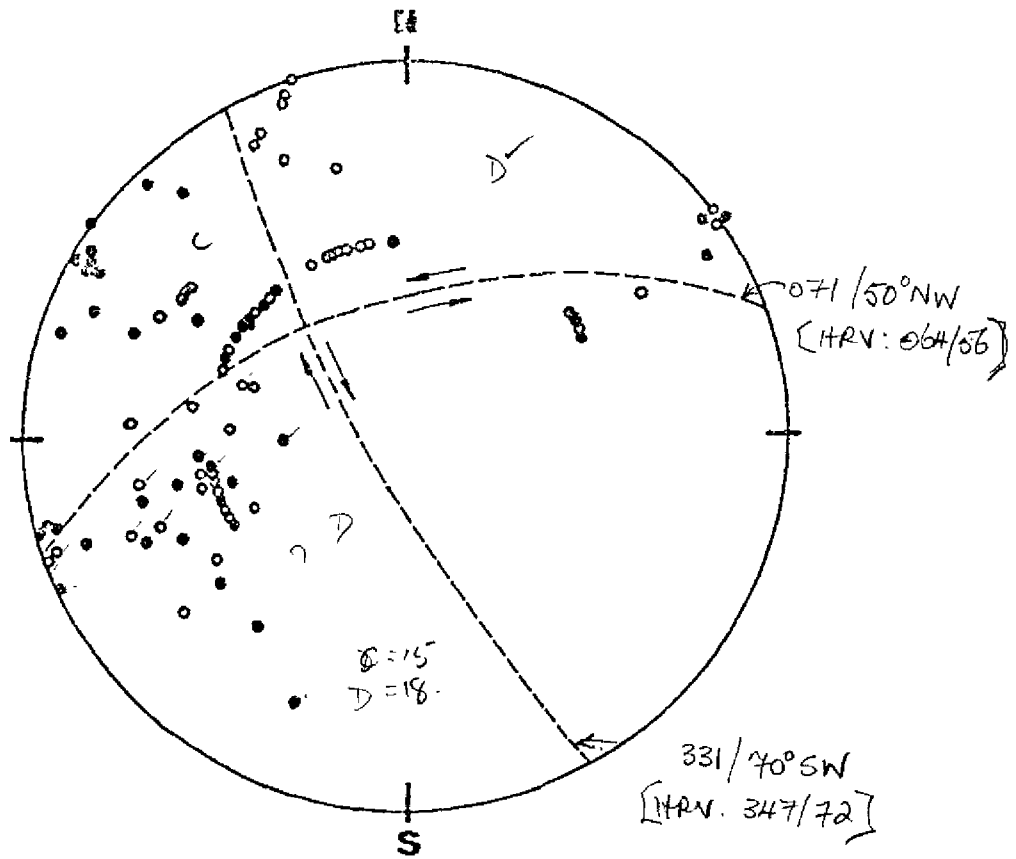


FIG. 1. REPLICAS DEL TERREMOTO DE BUENA VISTA. (DURANTE LAS PRIMERAS 10 HORAS POSTERIORES).



- COMPRESION.
- DILATAACION.

FIG. 2:
MECANISMO FOCAL COMPUESTO DE LAS REPLICAS DEL TERREMOTO DE BUENA VISTA, COSTA RICA.

FIG. 3a PERFIL ORIENTADO N-S, DE LAS REPLICAS DE LAS 10 PRIMERAS HORAS POSTERIORES AL EVENTO PRINCIPAL.

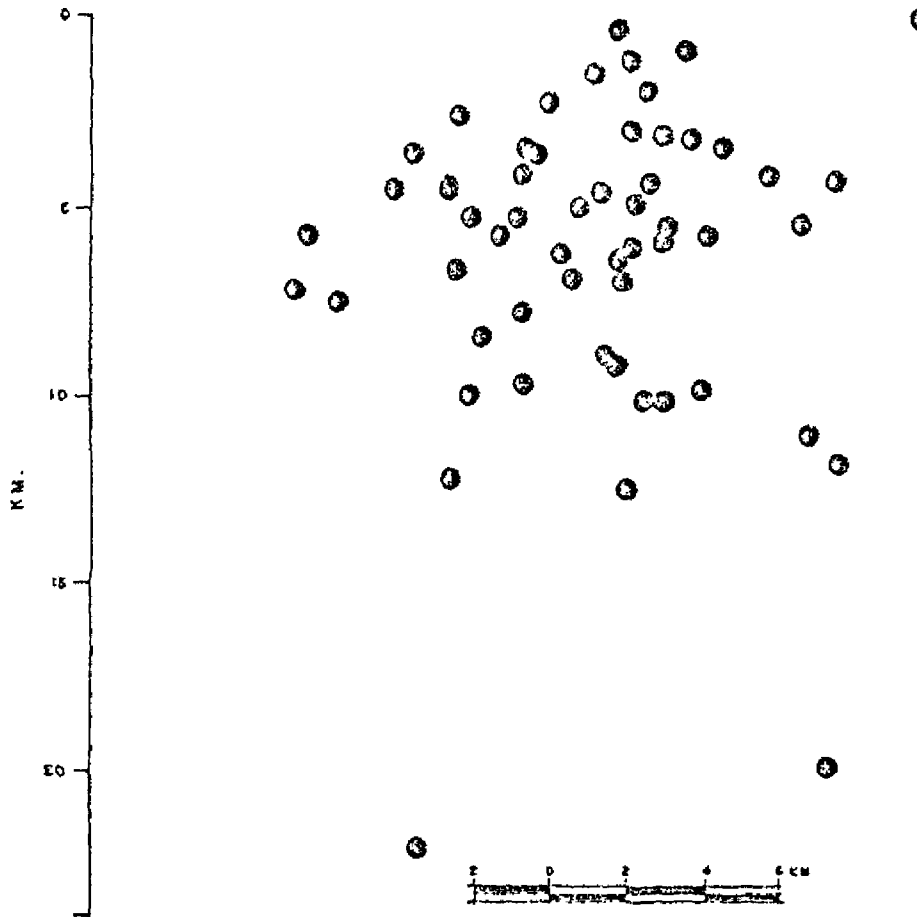


FIG. 3b MAPA DE EPICENTROS DE LAS REPLICAS REGISTRADAS POR LA RSN DE 1964 A 1968.

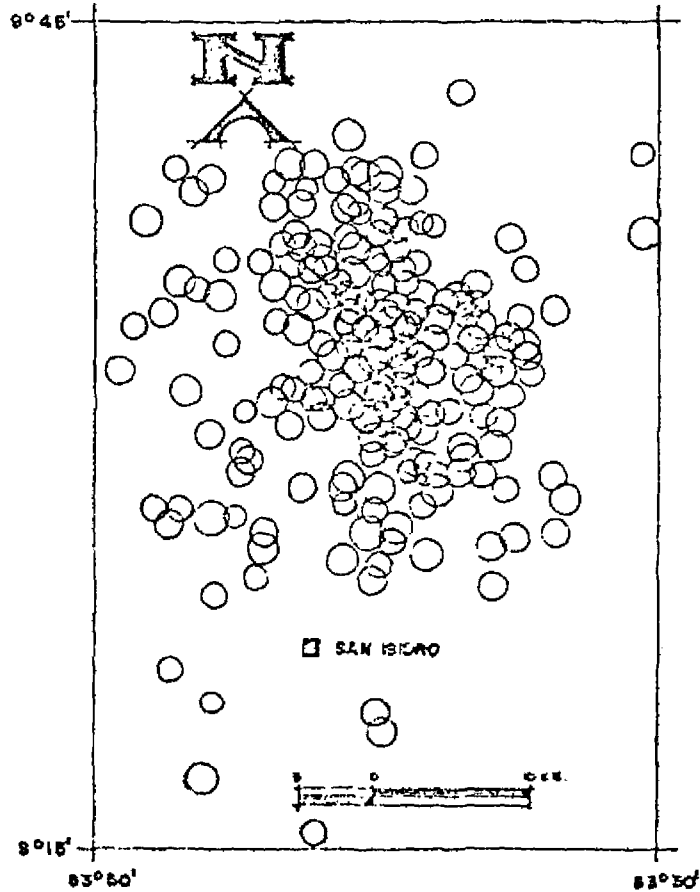


FIG. N° 4 GRANDES RASGOS MORFOTECTONICOS DE LA FALLA BUENAVISTA

