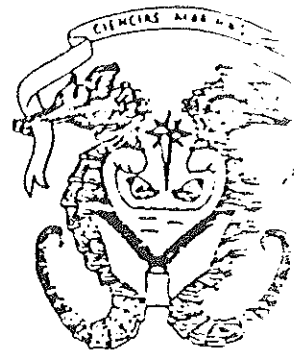


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Ciencias Marinas



CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA REGION DEL
BORDE CONTINENTAL COMPRENDIDA ENTRE PUNTA
BANDA Y PUNTA SANTO TOMAS, B.C.

T E S I S

Que para obtener el título de:

O C E A N O L O G O

P r e s e n t a :

RAMON MOLDRANO SALGADO

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, DICIEMBRE 1987.

RESUMEN

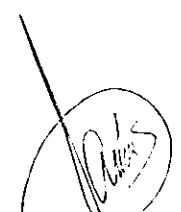
Las características estructurales del borde continental Interior entre Punta Banda y Punta Santo Tomás, son analizadas y estudiadas a partir de secciones sísmicas de reflexión continua; las cuales, muestran la existencia de una serie de cuencas y altos topográficos con orientación similar a la de los sistemas de falla San Clemente-San Isidro y sistema de falla Agua Blanca-Bahía Soledad emplazados en la zona. El área de estudio está controlada básicamente por los movimientos tectónicos caracterizados por la zona de falla San Isidro y por el sistema de falla Agua Blanca, los cuales poseen movimiento de rumbo lateral derecho evidenciado por las perturbaciones que causan a los depósitos sedimentarios de cuencas, abanicos submarinos y depósitos no consolidados de plataforma y de pendiente del Cuaternario. Los procesos extensionales en la zona, son observados en la depresión Ensenada, ubicada al suroeste del área de estudio. Otras características extensionales son las estructuras de flujo inverso asociadas al trazo principal de la falla San Isidro, localizadas en la depresión Ensenada afectando los depósitos sedimentarios del cuaternario. Cercano a la costa, la continuación en el mar del sistema de falla Agua Blanca se presenta como una serie de fallas subparalelas y en escalón al trazo principal del sistema, formando de esta manera una zona compleja de fractura, en la que puede observarse con relativa claridad el trazo de la falla de Bahía Soledad. Asimismo, los patrones de sismicidad obtenidos en el sistema de falla San Isidro muestran un alineamiento consistente con el fallamiento de rumbo lateral derecho que caracteriza a la región.

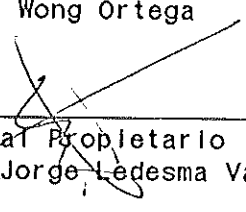
CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA REGION DEL
BORDE CONTINENTAL COMPRENDIDA ENTRE PUNTA
BANDA Y PUNTA SANTO TOMAS, B. C.

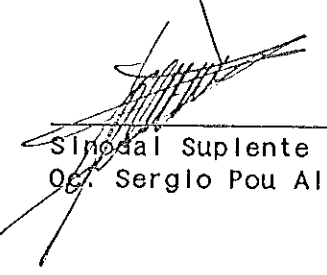
T E S I S
QUE PRESENTA:
RAMON MOLDRANO SALGADO

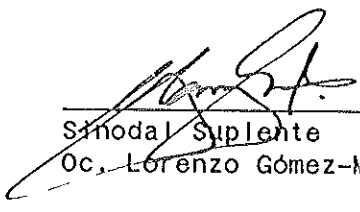
Aprobada por:



Presidente del Jurado
M.C. Victor Manuel Wong Ortega

Sinodal Propietario
M.C. Francisco Suárez Vidal

Sinodal Propietario
Ing. Jorge Ledesma Vázquez

Sinodal Suplente
Oc. Sergio Pou Alberu

Sinodal Suplente
Oc. Lorenzo Gómez-Morín F.

AGRADECIMIENTOS

Quiero hacer patente mi agradecimiento al M.C. Victor M. Wong Ortega por todo el entusiasmo, paciencia y apoyo brindado durante la elaboración del trabajo de tesis.

De igual manera, al M.C. Francisco Suárez Vidal por sus críticas y sugerencias al escrito de tesis y por todo el apoyo que de su parte recibí, durante la elaboración de la misma.

A los demás miembros que integran el comité de tesis Oc. Sergio Pou A., Oc. Lorenzo Gómez-Morín F. e Ing. Jorge Ledesma Vázquez por sus críticas y sugerencias al presente trabajo.

A la Oc. J. Juracy Soares L. por su ayuda en la redacción del escrito.

Al P.O. Victor M. Espinoza R. quien me brindó su ayuda desinteresada en el momento más oportuno.

A todos ellos mil gracias.

DEDICATORIA

A mis padres:

José G. Moldrano Hdz.
Candelaria Salgado V.
con quienes estoy en eterna deuda
por su cariño, comprensión y
paciencia desde 1960.

A la familia Moldrano Salgado
por toda la ayuda que me han brindado
en el transcurso de mi vida.....gracias

A mi esposa Virginia García G.
por todo ese apoyo y cariño durante estos
últimos años.

A José G. Moldrano García.
a quién habré de pagar la deuda moral
que tengo con mis padres.

A Alejandro Chávez G.
cuyo paso por este mundo dejó una marca
Imborrable en mi mente y en mi corazón (Q.E.P.D.).

INDICE

		Página
I	INTRODUCCION	
I.1	Introducción.....	1
I.2	Antecedentes.....	7
I.3	Objetivo.....	9
I.4	Area de Estudio.....	9
II	METODOLOGIA.....	10
III	INTERPRETACION DE LOS DATOS.....	13
III a	PERFILES NORTE-SUR.....	13
III.1	Línea 1.....	13
III.2	Línea 2.....	13
III.3	Línea 3.....	16
III.4	Línea 4.....	18
III.5	Línea 5.....	18
III.6	Línea 6.....	21
III.7	Línea 7.....	21
III.8	Línea 8.....	21
III b	PERFILES ESTE-OESTE.....	25
III.9	Línea A.....	25
III.10	Línea B.....	27
III.11	Línea C.....	27
III.12	Línea D.....	30
III.13	Línea E.....	30
III.14	Línea F.....	33

IV	DISCUSION.....	35
V	CONCLUSIONES.....	43
VI	BIBLIOGRAFIA.....	45

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Crucero 1979.....	3
Transectos del Area.....	4
Tectónica de la Región.....	6
Batimetría del área.....	11
Línea 1.....	14
Línea 2.....	15
Línea 3.....	17
Línea 4.....	19
Línea 5.....	20
Línea 6.....	22
Línea 7.....	23
Línea 8.....	24
Línea A.....	26
Línea B.....	28
Línea C.....	29
Línea D.....	31
Línea E.....	32
Línea F.....	34
Mapa Estructural del área.....	39
Sismicidad 1973--1983.....	40
Fallas del Cuaternario.....	41
Geometría de las fallas.....	42

I. INTRODUCCION

Mediante estudios realizados en los campos de la geología (estructurales, estratigráficos, sedimentológicos) y la geofísica (sismológicos, gravimétricos, magnetométricos) se han tratado de explicar los procesos que han ocurrido a través del pasado geológico para producir la actual configuración geomorfológica mundial. La dinámica en el interior de la Tierra es la responsable de procesos tales como orogenias, sismicidad, vulcanismo, etc., procesos que a la postre modifican las características fisiográficas y geológicas de una región.

Por medio de métodos geofísicos es posible determinar las condiciones estructurales del subsuelo, las cuales no pueden ser medidas ni observadas en forma directa.

De todos los métodos geofísicos utilizados en estudios de estructuras geológicas, los sísmicos son quizás los más usados y los que proporcionan resultados más objetivos.

En el año de 1979, durante el periodo del 11 al 21 de septiembre, se efectuó un crucero oceanográfico frente a las costas del sur de California (E.U.) y norte de Baja

California como un esfuerzo bilateral entre el Scripps Institution of Oceanography of California y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. El objetivo del crucero fué detectar la extensión del sistema de falla Agua Blanca en el borde continental de California, y su relación con los accidentes de carácter regional que se conocen sobre el mismo, así como las implicaciones tectónicas que de éste se originan, muy especialmente en las zonas cercanas a los centros de población. El área cubierta por el crucero comprendió desde Point Loma, frente a la bahía de San Diego, al norte, hasta Punta Santo Tomás, al sur de Ensenada, situándose en la parte interior norte del borde continental de California (fig. 1).

El presente trabajo es un análisis estructural de la región del borde continental interior comprendida entre Punta Banda y Punta Santo Tomás. Está fundamentado principalmente en la interpretación cualitativa de perfiles sísmicos de reflexión continua obtenidos durante el crucero oceanográfico antes mencionado (fig. 2). El estudio comprende un área que cubre el trazo de dos grandes sistemas de falla que son: A) sistema de falla Agua Blanca-Santo Tomás y B) sistema de falla San Clemente-San Isidro; teniendo el primero fallas asociadas tales como la de Agua Blanca, Bahía Soledad, y Santo Tomás. El segundo por su

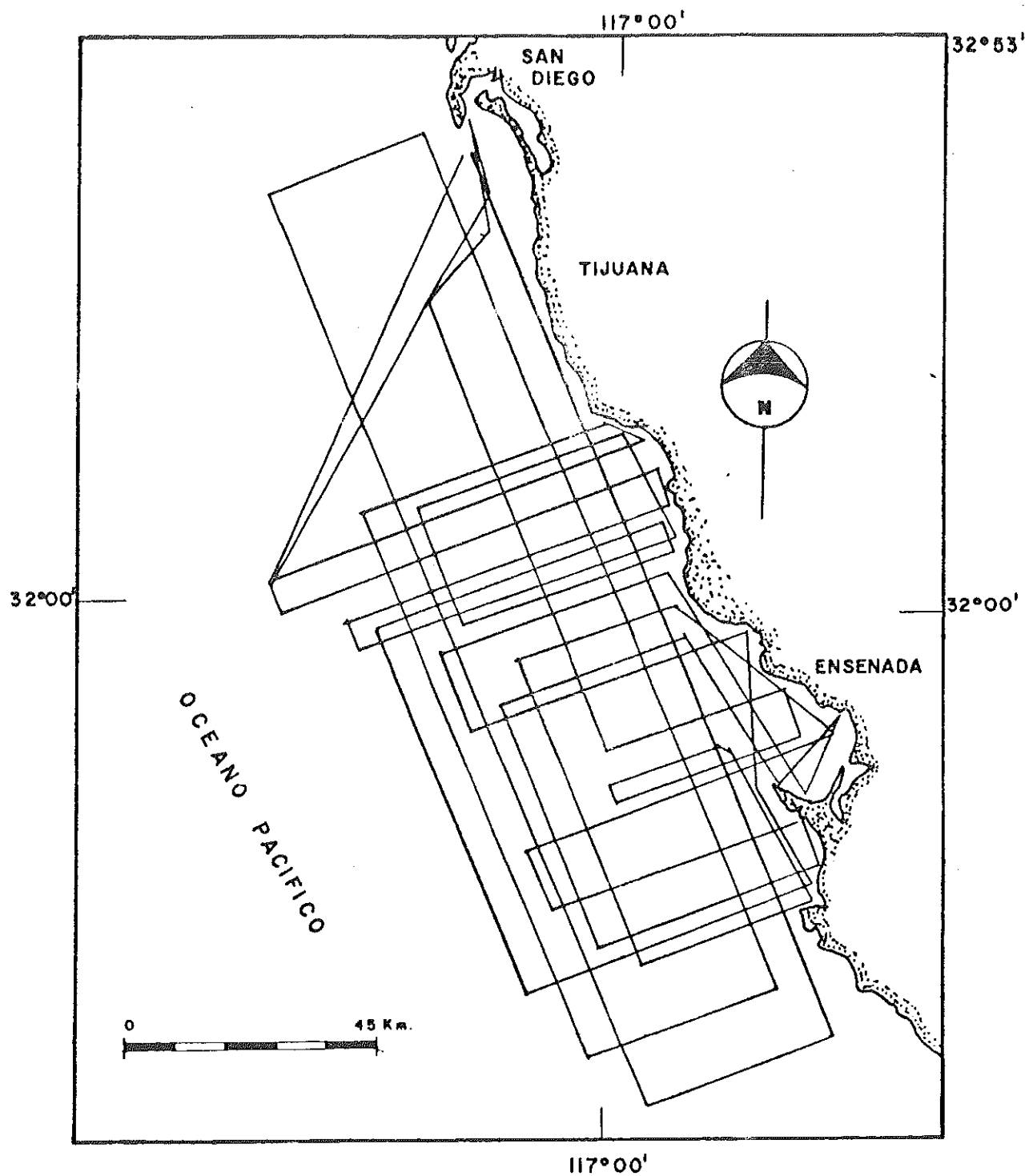


FIG. 1 TRANSECTOS DEL CRUCERO OCEANOGRAFICO 1979. (Tomado de Wong, 1980.)

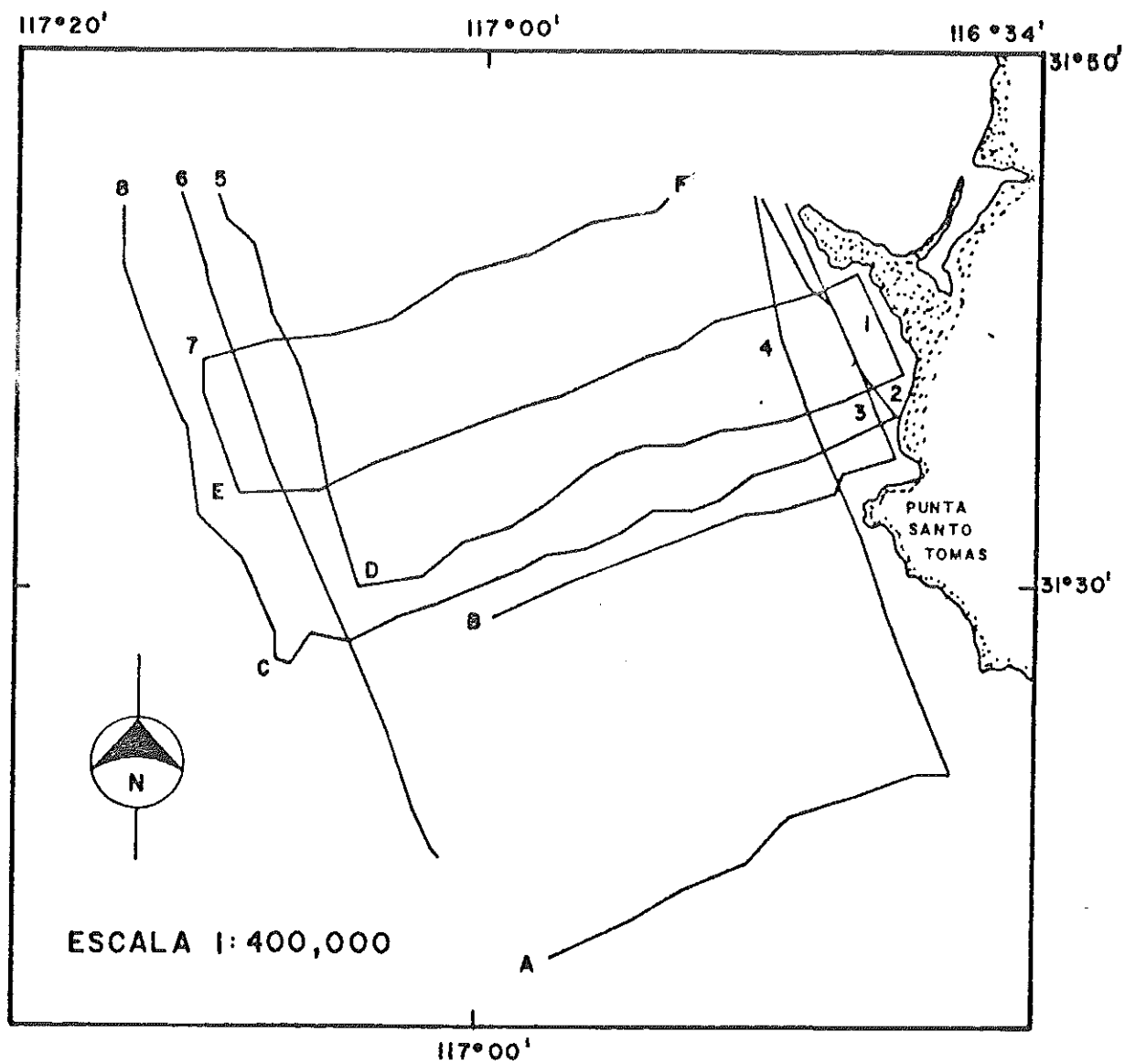


FIG. 2 TRANSECTOS DEL AREA DE ESTUDIO.

parte, contiene la zona de falla San Isidro.

Estos dos sistemas de fallas, poseen movimiento de rumbo lateral derecho y se ubican al suroeste de la ciudad de Ensenada, Baja California.

El sistema de falla Agua Blanca es una de las mayores estructuras de la zona norte de Baja California. Su tendencia estructural de Este a Oeste es bastante singular, en virtud de que es transversa a la tendencia tectónica que domina la región (Allen et al., 1960), (fig. 3).

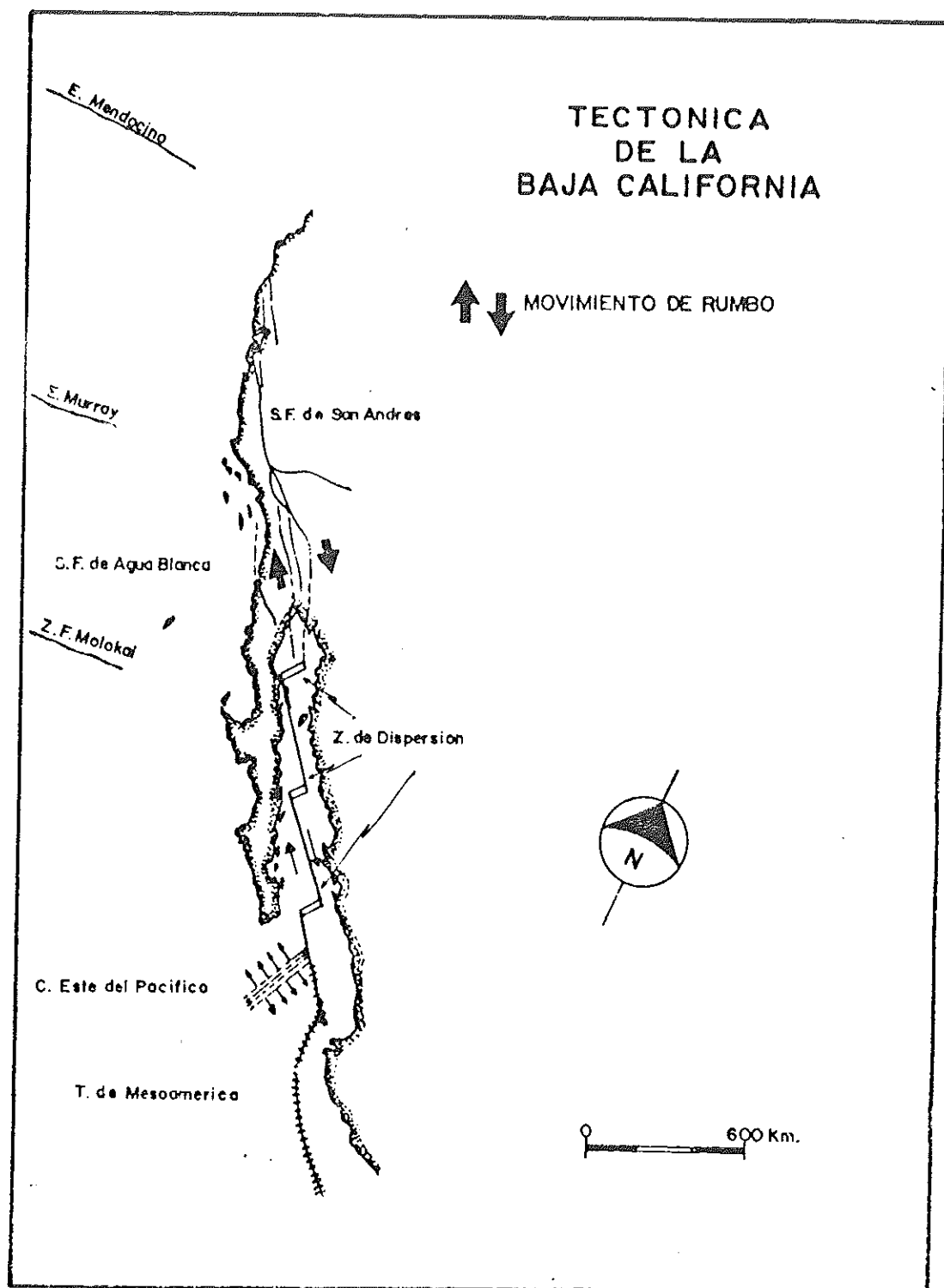


FIG 3 TECTONICA DE LA BAJA CALIFORNIA
(Tomado de Wong, 1980.)

ANTECEDENTES

Dentro de los estudios geológicos que se han realizado para explicar la evolución tectónica de la Baja California, destaca el de Gastil et al. (1981), en donde plantean una teoría la cual establece que la Península de Baja California se originó a partir de dos cinturones tectónicos generados por la subsidencia de una zona de producción que tuvo como límite de actividad tectónica una serie fallas transformes. Una de estas paleotransformes es la actual falla de Agua Blanca.

Los primeros estudios tanto en la región peninsular (Allen et al; 1960) como en el borde continental (Krause, 1965; Moore, 1969) sugieren la posible unión entre la falla de Agua Blanca y la de San Clemente; sin embargo Legg y Ortega (1978) demostraron que tal unión era poco probable y sugirieron como más probable la unión entre la falla San Isidro con la de San Clemente. Asimismo Legg (1980), al estudiar y analizar los eventos sísmicos ocurridos en el borde continental de California (E.U.) y Baja California, concluye que dicha sismicidad es producto de la deformación tectónica que afecta al borde continental, y que en términos generales es consistente con el

desplazamiento de rumbo lateral derecho asociado al sistema transforme San Andrés. En lo que respecta a los efectos de la falla de Agua Blanca en la Bahía de Todos Santos, González (1977) estudia la mencionada Bahía utilizando datos de anomalías magnéticas y gravimétricas y encontró una dependencia de estas anomalías con la la falla de Agua Blanca. Asimismo, interpretó la estructura de la Bahía de Todos Santos como un sistema de fallas laterales. Por su parte Wong (1980) estudia la Bahía de Todos Santos utilizando datos de reflexión sísmica y determina que el sistema de falla Agua Blanca es el causante de todo el patrón fisiográfico que se observa en la mencionada Bahía. Estudios recientes llevados a cabo en la Península de Punta Banda (Pou, 1982; Gutiérrez, 1984) y en las islas de Todos Santos (Pou, 1982) revela que la región ha estado sujeta a esfuerzos tensionales como los descritos por Wilcox (1973). Por otro lado, los mecanismos focales de los epicentros localizados en el sistema de falla San Clemente-San Isidro (Wong 1985), muestran un alineamiento consistente con el modelo de fallamiento de rumbo en sentido lateral derecho característico de la región.

1.2 OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es identificar las características estructurales del área a partir de secciones sísmicas de reflexión continua, y determinar la relación que guardan dichas estructuras con los sistemas de falla Agua Blanca-Santo Tomás y San Clemente-San Isidro.

1.3 AREA DE ESTUDIO

El área de estudio está ubicada en el borde continental de Baja California, limitada al norte, por la Península de Punta Banda (31° 45') y al sur por Punta China (al sur de Ensenada, 31° 10'), con una longitud aproximada de 25 km. El límite oriental lo constituye la línea de costa, y el límite occidental del área de estudio lo constituye el sistema de falla San Clemente-San Isidro (fig. 2).

II METODOLOGIA

Los perfiles sísmicos se obtuvieron del banco de datos del estudio geofísico del borde continental realizado en el verano de 1979 y son propiedad del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. La técnica para la obtención de perfiles sísmicos en el mar, está descrita en el trabajo de Wong (1980).

La interpretación de los perfiles sísmicos de reflexión continua, se hizo fundamentalmente en términos geológicos; y solo representa una descripción cualitativa de las características estructurales y geológicas que en éstos se observan. La información batimétrica del área de estudio (fig. 4), se tomó del trabajo de Krause (1965).

Las pendientes, altos topográficos, etc, que son registrados en un perfil sísmico presentan una exageración vertical debido a la diferencia entre la escala horizontal y la escala vertical. El eje horizontal representa la distancia cubierta en un intervalo de tiempo y que depende de la velocidad del barco y de la rapidez con la cual el papel graficador se mueve durante el registro sísmico. El eje vertical representa el tiempo necesario para que una onda

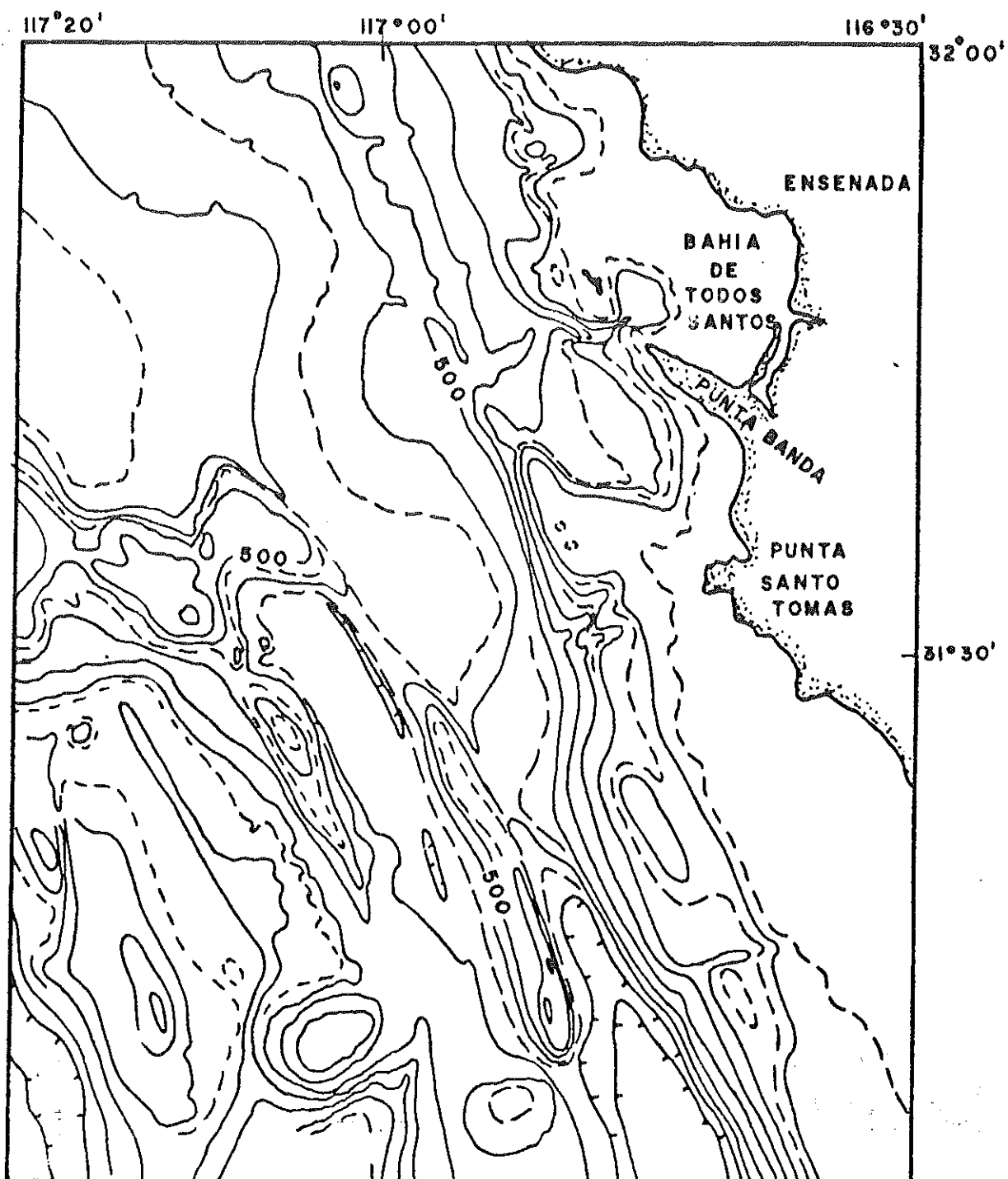


FIG. 4 BATIMETRIA DEL AREA. (INTERVALO DE CONTORNO
100 BRAZAS). ESCALA 1:500,000
(Tomado de Krause, 1965.)

acústica viaje de la fuente de sonido al hidrófono, pasando por las superficies de los reflectores del fondo y del subfondo (Geyer, 1983).

La variación resultante de esta exageración vertical es de 5 a 20 veces la escala horizontal (Dobrin, 1976). Por este motivo, el trazo de una falla y su desplazamiento aparente no están a la escala del eje vertical de cada perfil. En consecuencia, dicho trazo no debe considerarse el actual plano de falla, sino más bien, el lugar donde la estructura es afectada por un fallamiento, ya que la presencia de una falla está señalada por la ruptura que causa en los sedimentos y por los marcados cambios litológicos que genera.

De aquí que en cada sección esté impresa su exageración vertical como un múltiplo de la escala horizontal, esto es 2X, 3X,..... 10X, etc.,.

III INTERPRETACION DE LOS DATOS

De acuerdo a la orientación de los transectos en el área de estudio, los perfiles sísmicos se dividieron en Norte-Sur para aquellos con orientación casi paralela a la línea de costa (perfiles numerados en la figura 2), y de Este-Oeste en los perfiles casi perpendiculares a la línea de costa (perfiles indicados con letras en la figura 2).

IIIa PERFILES NORTE-SUR

En la línea 1 (fig. 5), en su extremo noroeste, se observan reflexiones múltiples que obscurecen toda información, lo que sugiere que el basamento acústico es somero en esta zona. Casi al final de la línea se observa la presencia de una falla con echado hacia el Noroeste, que alcanza a cortar al basamento. El material sedimentario depositado por encima de éste, presenta poca perturbación.

La línea 2 (fig. 6), en su extremo sureste, incluye la plataforma Santo Tomás, siendo ésta una región donde el basamento acústico es somero y en el cual se observa el trazo de dos fallas de tipo vertical. Más adelante de estas fallas se tiene el paso de la cuenca Soledad en la cual los

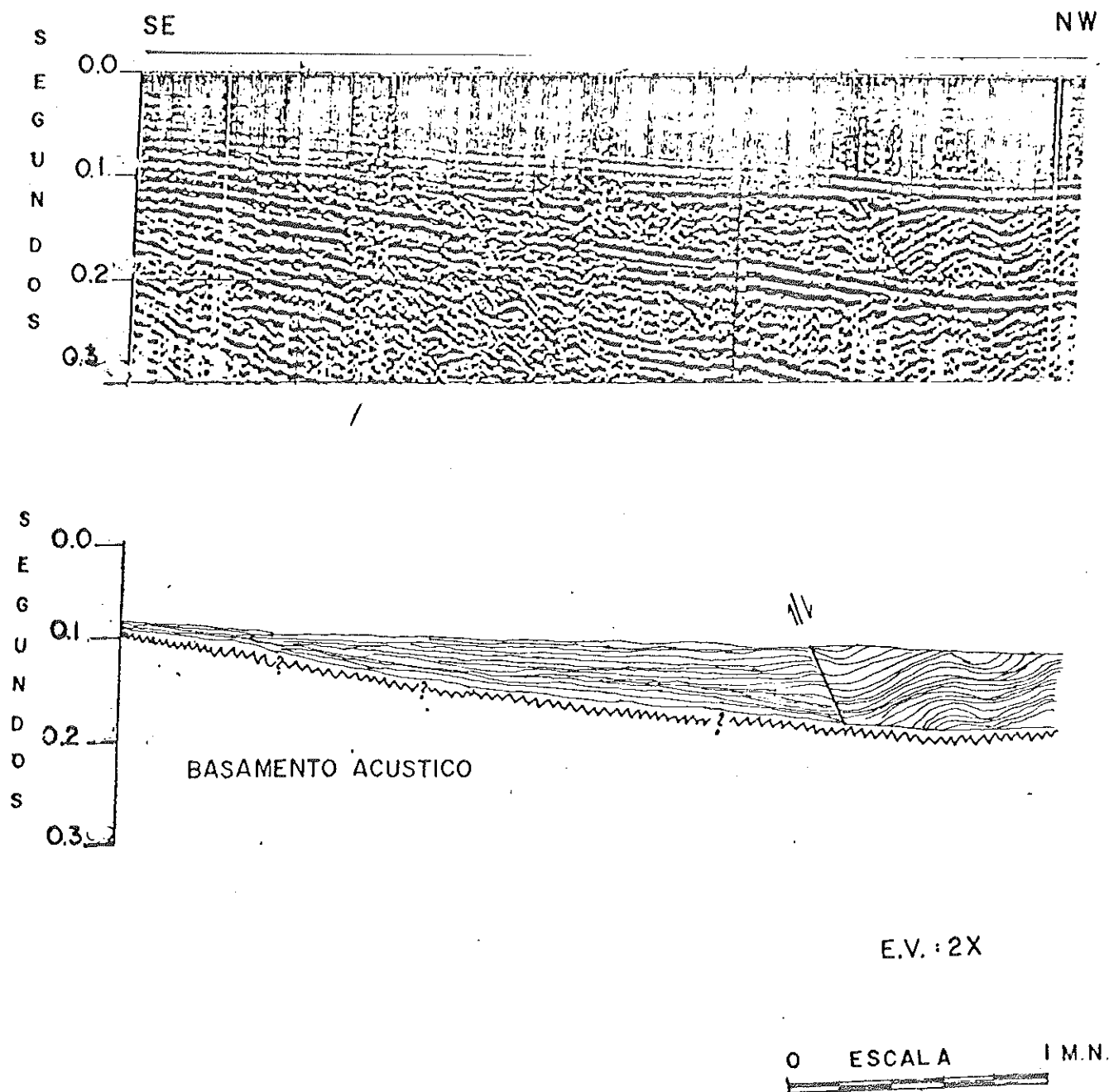


FIG. 5 LINEA 1

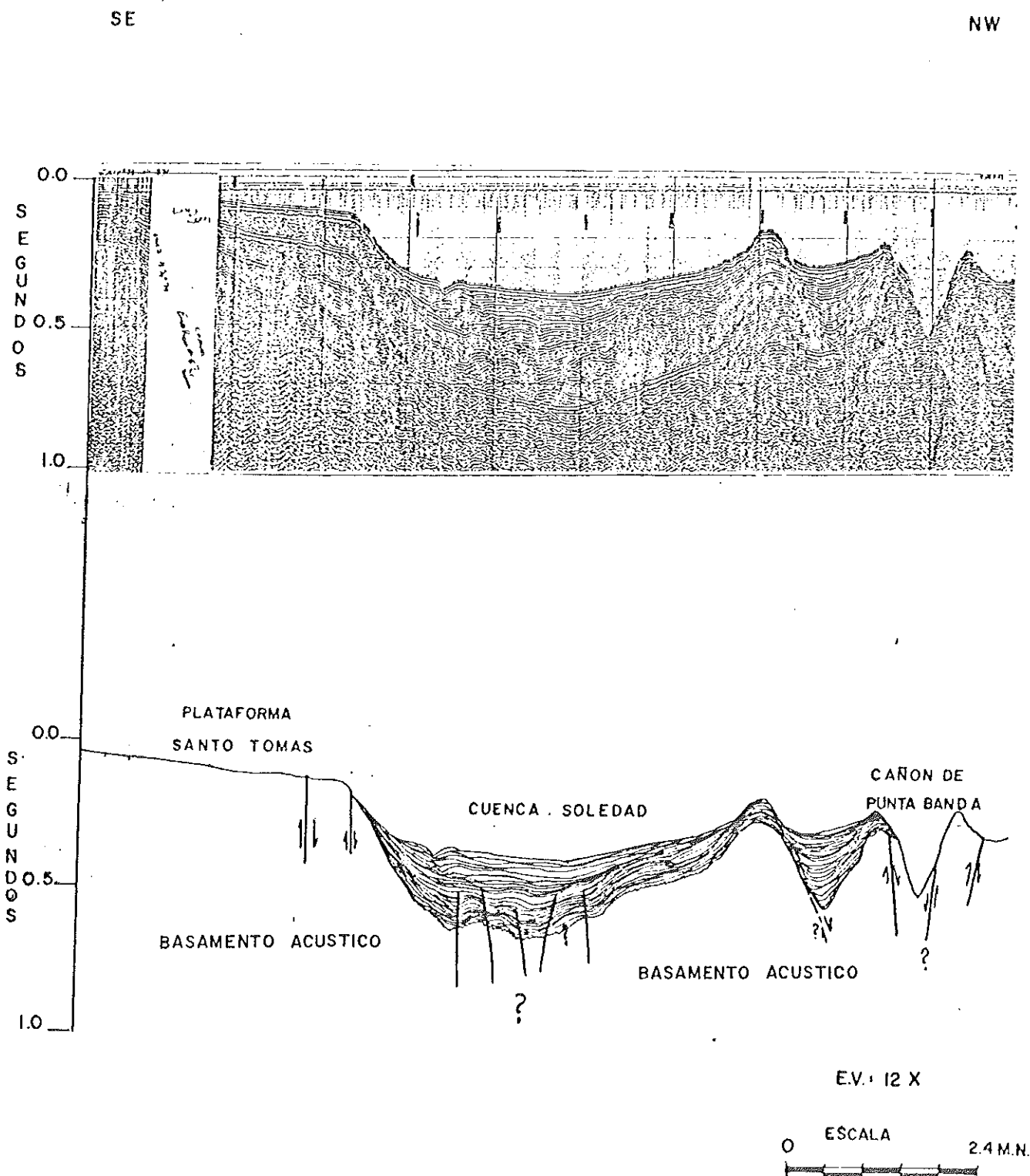


FIG. 6- LINEA 2

sedimentos presentan un alto grado de deformación, caracterizado por el paso de cinco fallas y por pequeños plegamientos. El límite suroeste de la cuenca Soledad, está constituido por la saliente de basamento acústico, el que a su vez actúa como la frontera estructural de una pequeña cuenca sedimentaria. En su extremo sureste, se observa el paso de una falla normal con echado al Noroeste. También, en esta cuenca, los depósitos sedimentarios presentan cierta deformación, debida quizá al movimiento de las dos fallas que flanquean la cuenca. En el extremo noroeste de esta línea, se observan un can submarino, el cual dada su posición, se infiere sea la continuación del can submarino de Punta Banda, así como a tres fallas normales que controlan la forma del mencionado can.

En el extremo sureste de la línea 3 (fig. 7), se observa una región de aguas poco profundas, que constituye la plataforma Santo Tomás, donde el basamento acústico es evidentemente somero. En ésta, se observa el paso de dos fallas verticales. En la cuenca Soledad los estratos sedimentarios recientes presentan poca perturbación, contrario a los sedimentos más profundos, los cuales están deformados. Esto es producto del movimiento de las fallas que se mencionan. En el extremo noroeste de la cuenca, existe un alto topográfico constituido por el afloramiento del basamento acústico donde se observa una falla con echado

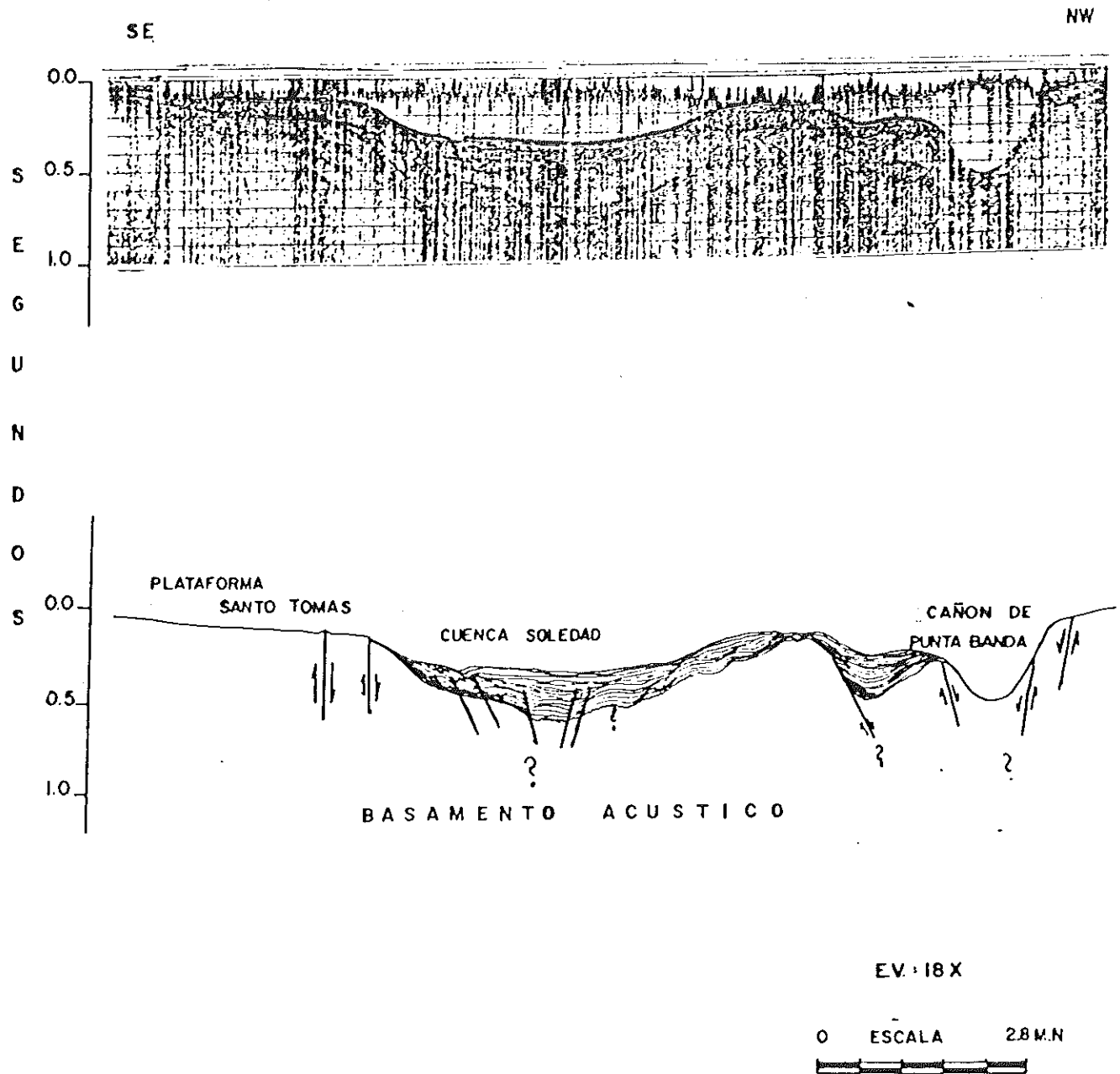


FIG.- 7. LINEA3

hacia el Noroeste. Más adelante de la cuenca, casi al final de la sección sísmica, se encuentra el can submarino de Punta Banda, y al igual que en la sección sísmica anterior, tres fallas controlan la forma de este can.

En el extremo sureste de la línea 4 (fig. 8), se observa un área de aguas someras, donde se observa el posible paso de la falla de Punta Santo Tomás, asociada al paso de dos fallas verticales. Más adelante se tiene el paso de un cañon submarino para después observar la cuenca Soledad, donde la estructura sedimentaria está deformada por el paso del pequeño sistema de cinco fallas verticales. El límite estructural noroeste lo constituye la saliente de basamento acústico, el que a su vez, es también la frontera estructural de una pequeña cuenca sedimentaria. Posteriormente se tiene el paso del can submarino de Punta Banda, así como el paso de dos de las fallas que controlan su forma. Al final de la sección se observa el paso de una falla vertical sobre la plataforma que contiene a las islas de Todos Santos.

En la línea 5 (fig. 9), se observa un alto topográfico de basamento acústico, cuyos flancos están controlados por fallas normales que dan forma a una estructura tipo horst. En los materiales sedimentarios contenidos en esta porción de la depresión Ensenada, no se observa claramente

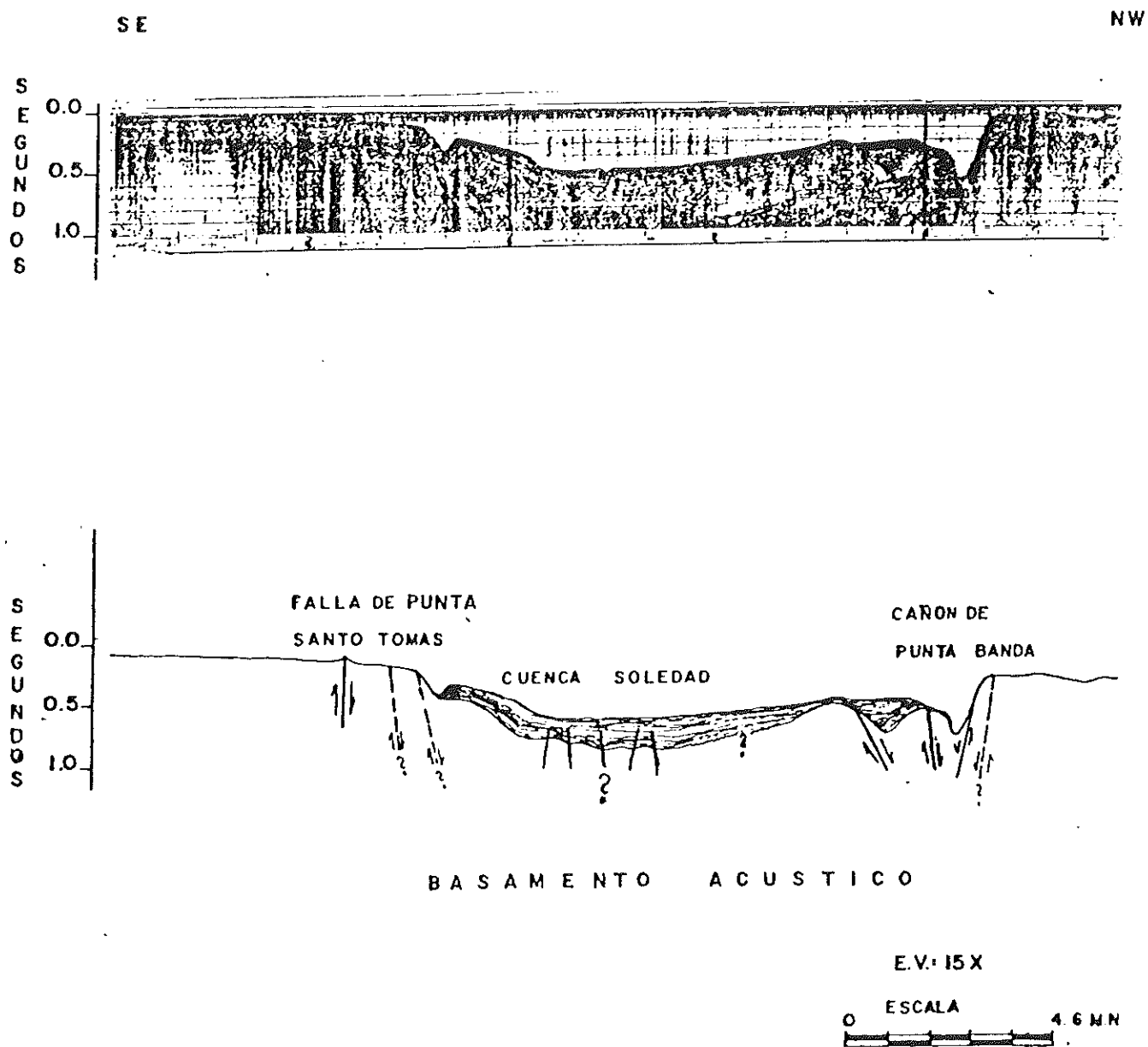


FIG. 8 LINEA 4

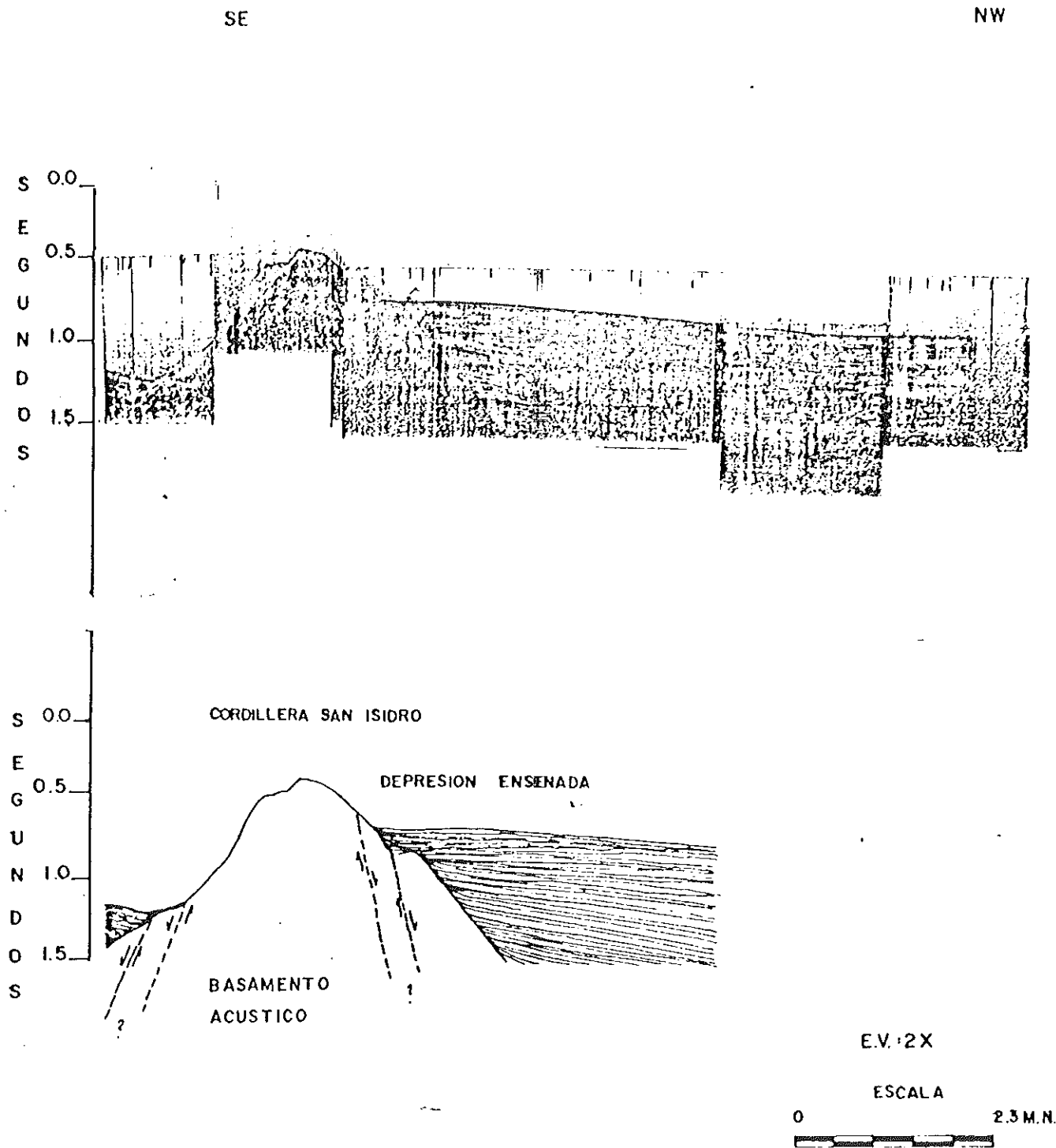


FIG. 9.- LINEA 5

deformación en los sedimentos.

En el extremo sureste de la línea 6 (fig. 10), se encuentra parte de una cuenca sedimentaria en la cual, se aprecia que las capas sedimentarias más profundas presentan pequeños plegamientos. También se observan tres canales en el fondo oceánico; uno en el extremo sureste, otro en el centro y el tercero en el límite noroeste de la cuenca. Más adelante, el basamento acústico aflora y establece el alto topográfico que da forma a la cordillera San Isidro. El extremo noroeste de esta cordillera está controlado por la componente normal del sistema de la falla San Clemente-San Isidro. En los depósitos sedimentarios que constituyen el límite sureste de la depresión Ensenada, no se puede apreciar el trazo principal de la falla San Isidro.

De manera general, en el extremo sureste de la línea 7 (fig. 11), se observa el alto topográfico que configura la estructura tipo horst de la cordillera San Isidro. Más hacia el noroeste tenemos el paso de dos fallas normales entre el escarpe oeste de la cordillera y el material sedimentario de la depresión Ensenada.

En el extremo sureste de la línea 8 (fig. 12), se observa una pequeña cuenca sedimentaria cuyos flancos están controlados por fallas normales. Las capas sedimentarias

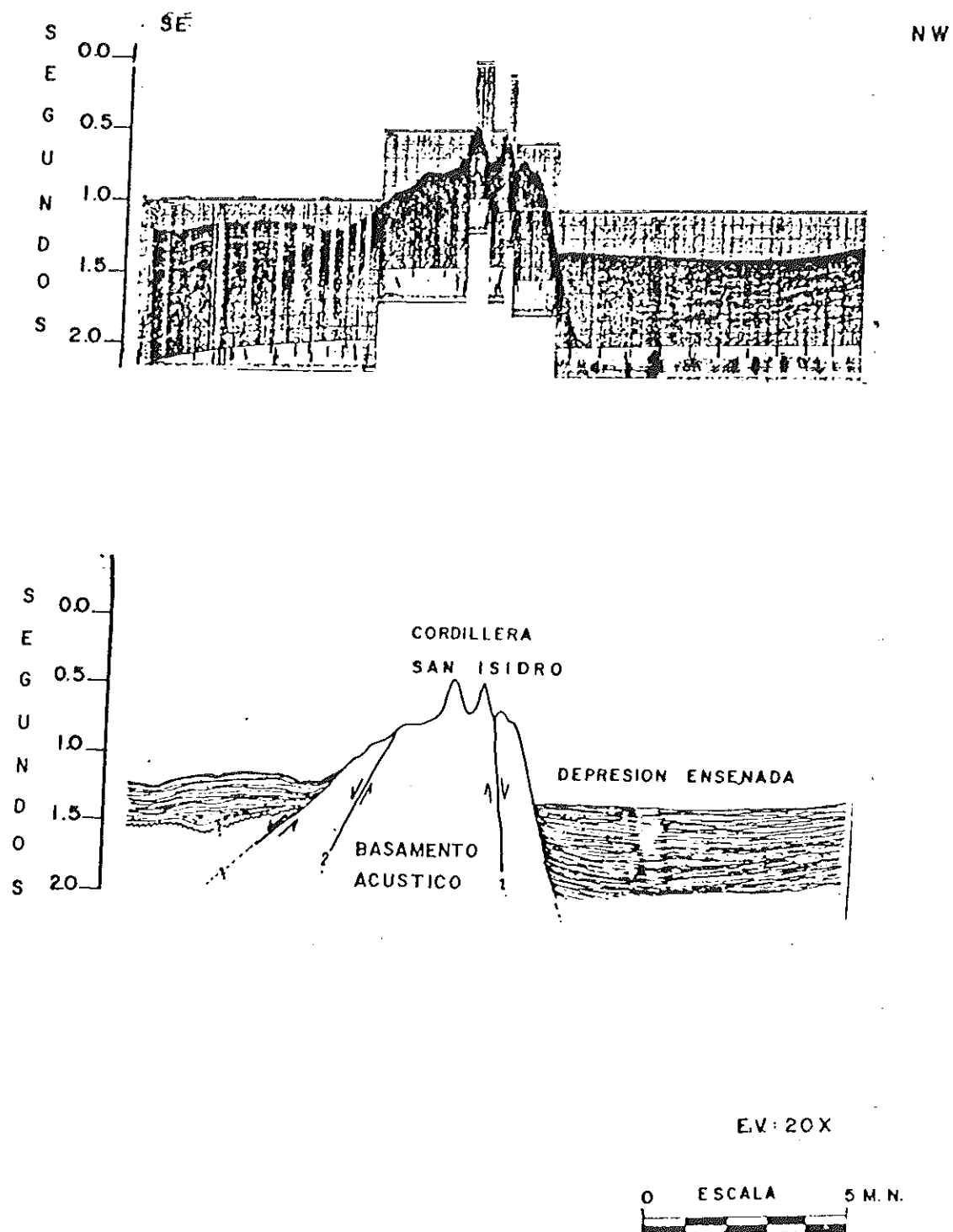


FIG. 10.- LINEA 6

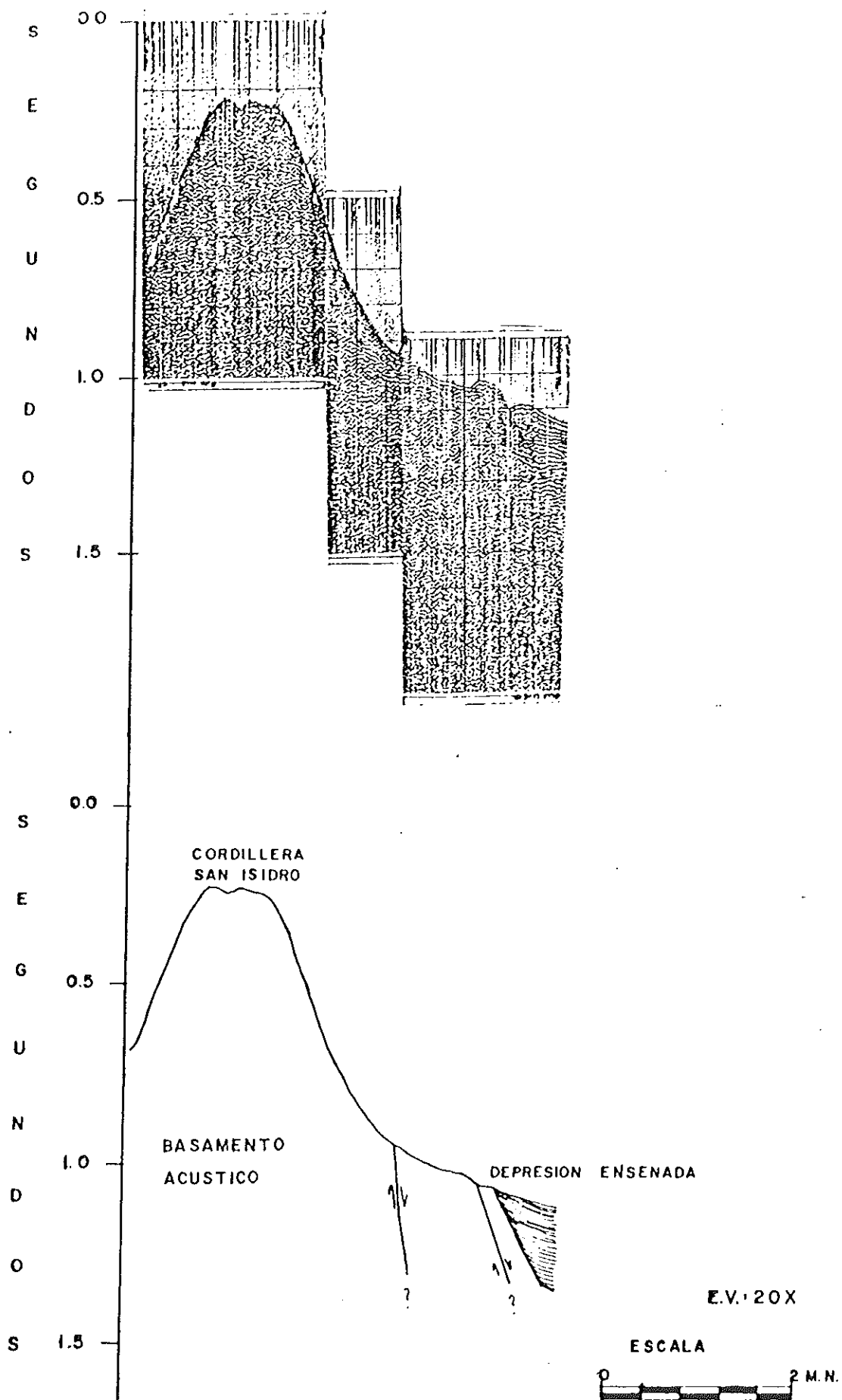


FIG. II.- LINEA 7

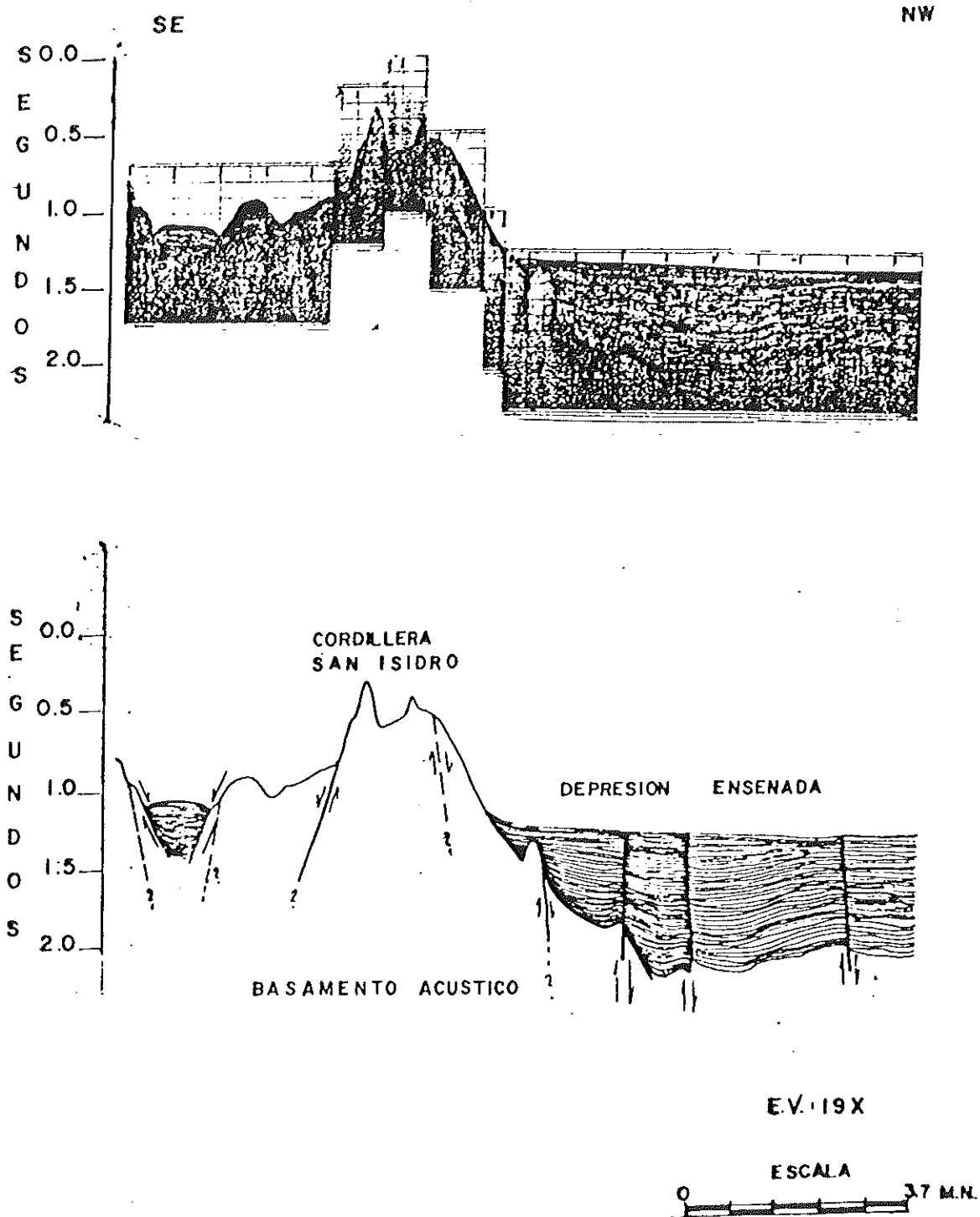


FIG.12- LINEA 8

más profundas de dicha cuenca presentan deformación, mientras que las capas superficiales no presentan tal deformación, como consecuencia quizá, a su inactividad en el reciente. Más adelante se observa la presencia de la cordillera San Isidro cuyos flancos están controlados por fallas normales. El extremo noroeste de esta cordillera está caracterizado por la componente normal de deslizamiento, contacto entre el basamento y el material sedimentario de la depresión Ensenada. En esta última, se observa que los depósitos sedimentarios allí acumulados, están afectados por el paso de cuatro fallas verticales.

IIIB PERFILES ESTE-OESTE

En el perfil de la línea A (fig. 13), en su extremo este, se observa una región de aguas poco profundas, donde el basamento acústico es somero y termina con una suave pendiente y el paso de dos fallas normales que marcan el límite entre la plataforma Santo Tomás y la cuenca sedimentaria de Soledad. Los estratos más profundos de dicha cuenca presentan una deformación de tipo compresivo, caracterizada por pliegues sin llegar a deformar los estratos más superficiales. El límite oeste lo define un alto topográfico constituido por el afloramiento del basamento acústico. En el resto de la sección se observa la cuenca San Isidro, limitada al Este por tres fallas normales

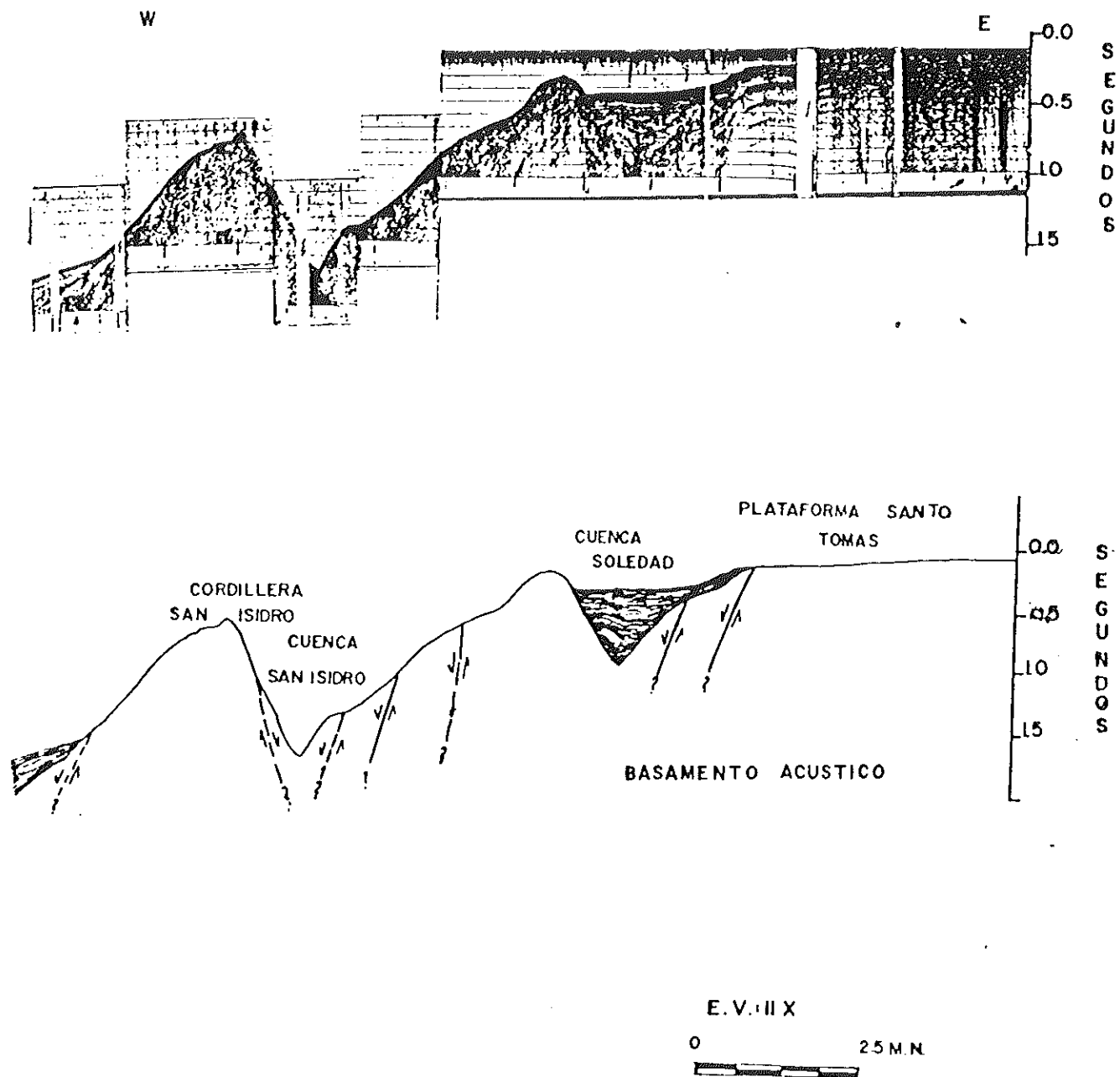


FIG. 13 LINEA-A

y al Oeste por una falla normal que da forma al escarpe de la cordillera San Isidro. Una falla normal se localiza en el extremo oeste de la cordillera Soledad.

En el extremo este de la línea B (fig. 14), se tiene el paso de la zona de falla de Bahía Soledad. Esta se encuentra en una zona de aguas someras, constituida por la plataforma Santo Tomás. Esta zona termina con un cambio en la pendiente y una falla de tipo normal. Sobre la pendiente se observa el paso de una falla que afecta el material sedimentario. Al final de la sección existe una zona que comprende parte de la depresión Ensenada en cuyas capas sedimentarias no se aprecia deformación. Una falla normal con calda al Oeste, forma la frontera estructural entre la depresión y el alto topográfico.

En la línea C (fig. 15), se detecta la presencia de la zona de falla de Bahía Soledad que alcanza a romper la superficie de la plataforma Santo Tomás, hecho que indica su carácter activo. Más adelante tenemos una variación en la pendiente batimétrica producida por el fallamiento del área. El centro del perfil, corresponde a la depresión Ensenada en donde se encuentra la zona de falla San Isidro, observándose estructuras de flujo inverso producidas por el trazo principal de la falla. En el lado oeste de la depresión Ensenada, se observa la cordillera San Isidro, la que a su

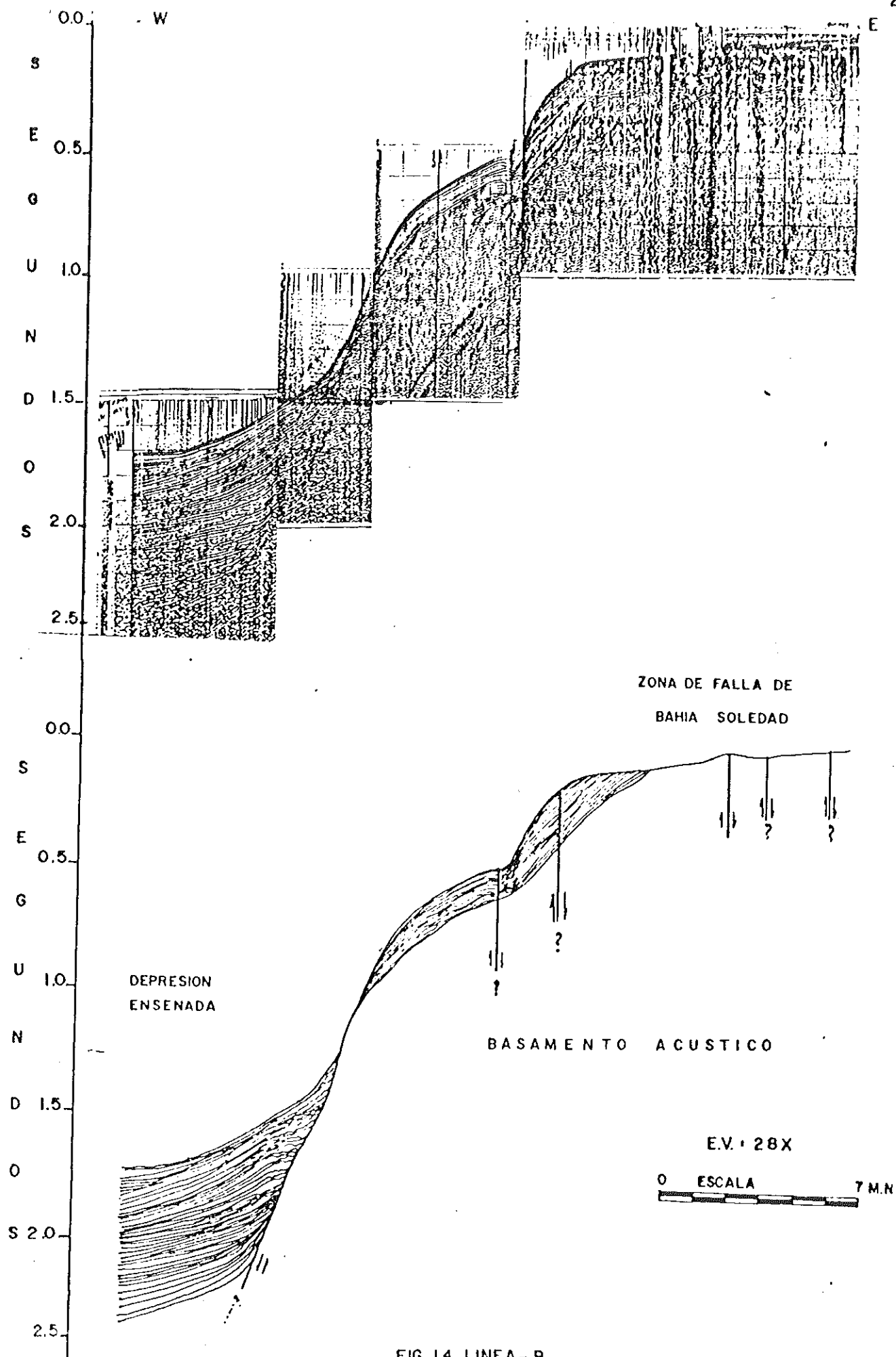


FIG. 14 LINEA-B

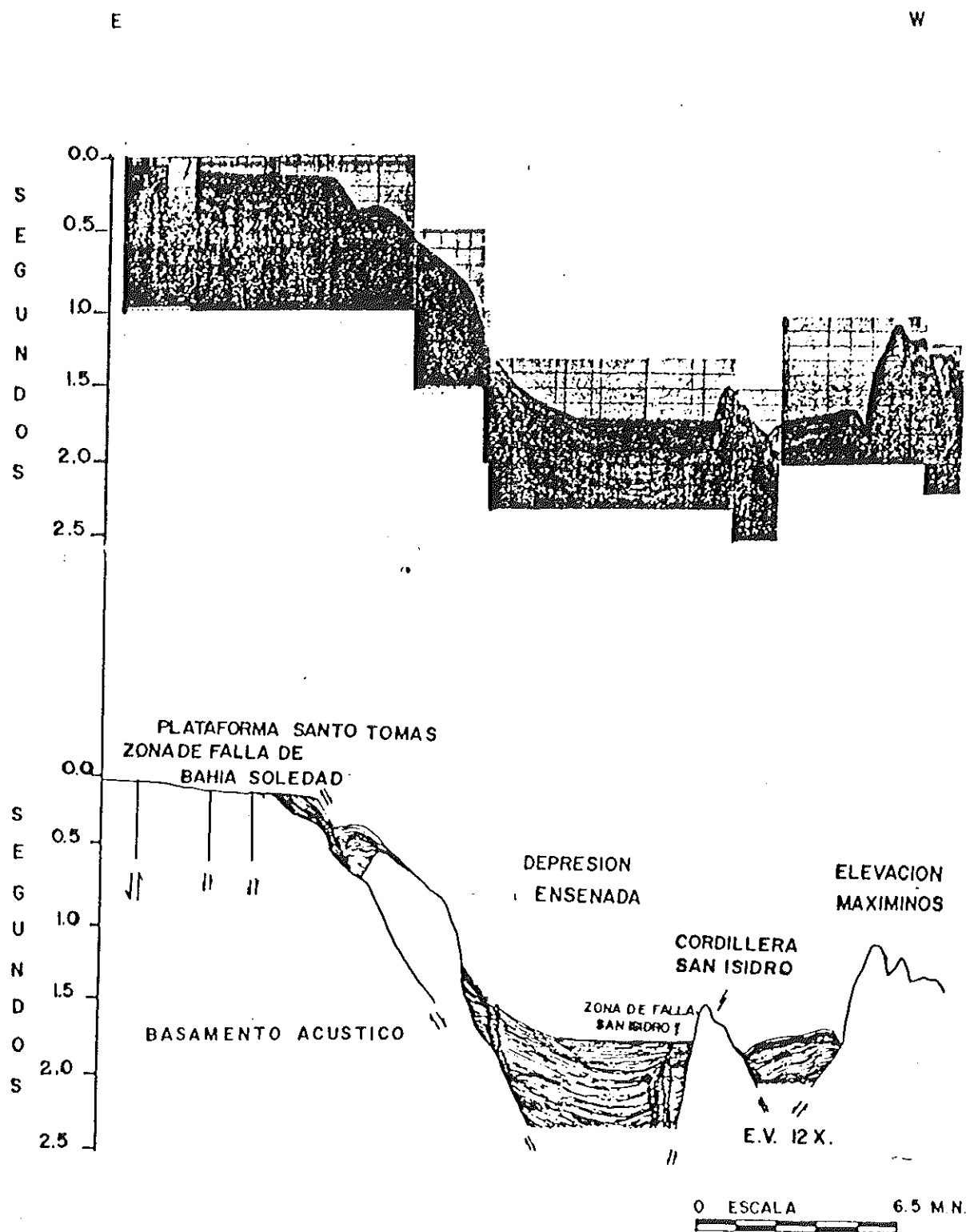


FIG- 15 LINEA - C

vez define el límite este de una pequeña cuenca sedimentaria afectada por dos fallas normales con echado opuesto; la primera hacia el Oeste y la segunda hacia el Este. La frontera estructural oeste de esta cuenca está formada por el afloramiento del basamento acústico.

En el extremo este de la línea D (fig. 16), se aprecia una zona de aguas poco profundas, donde el basamento acústico es somero. Más adelante tenemos el can de Bahía Soledad. Enseguida se tiene el paso de la zona de falla de Bahía Soledad. Posteriormente se detecta un cambio en la batimetría debido a la presencia de un escarpe de falla normal con echado en sentido oeste, que define la frontera estructural este de la depresión Ensenada. Hacia el Oeste, casi al final de la cuenca, se tiene la zona de falla San Isidro. El límite estructural oeste de la cuenca está definido por el escarpe de la falla San Isidro, componente normal del sistema de falla San Clemente-San Isidro.

En el extremo Este de la línea E (fig. 17), se observa la plataforma Santo Tomás, que termina con un cambio brusco en la pendiente como consecuencia del paso de una falla. Enseguida se encuentra la región constituida por la depresión Soledad, cuyos estratos están deformados por el paso de la zona de falla de Bahía Soledad. El límite oeste de esta región lo establece la cordillera Soledad con una

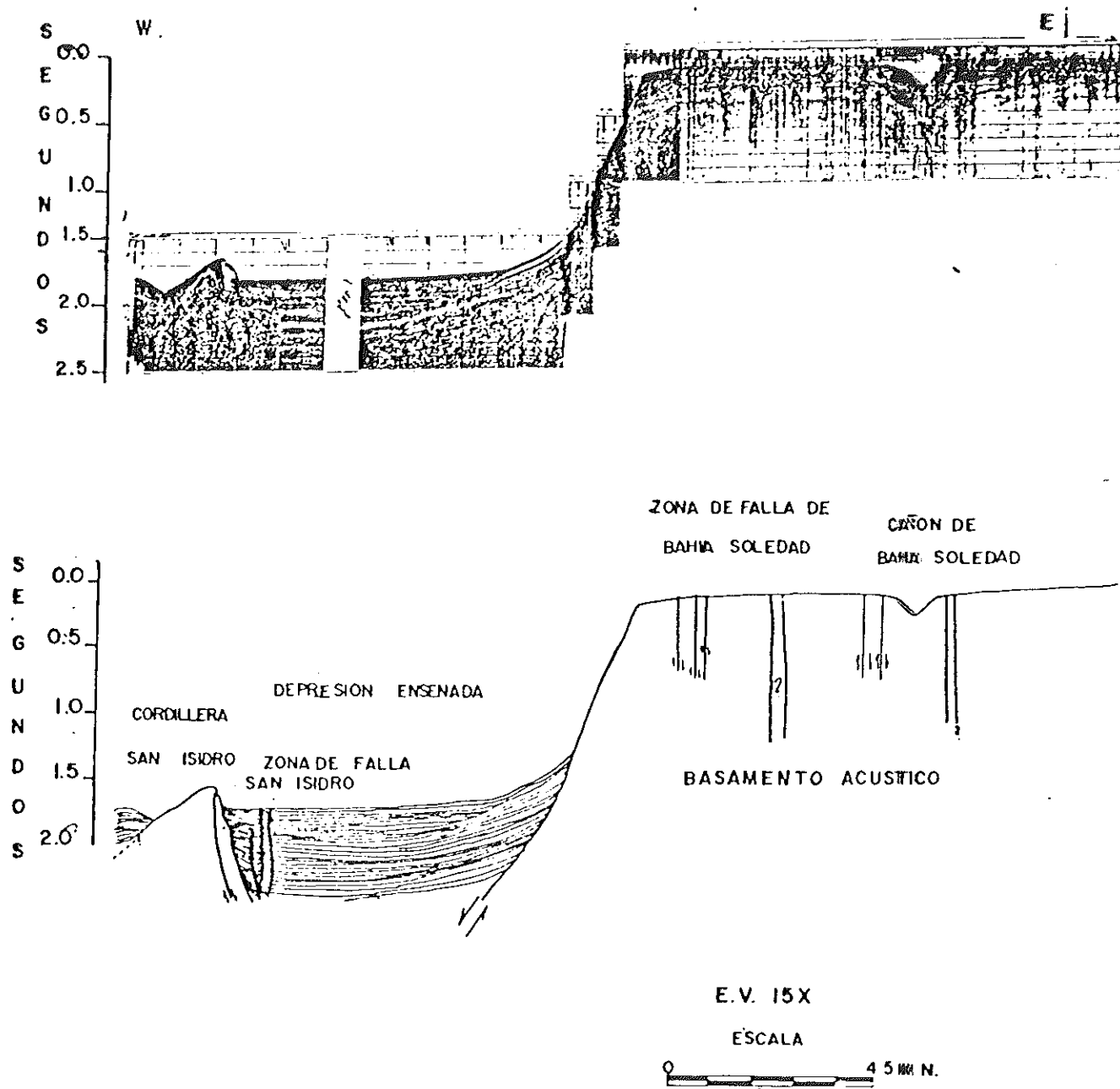


FIG.16 LINEA - D

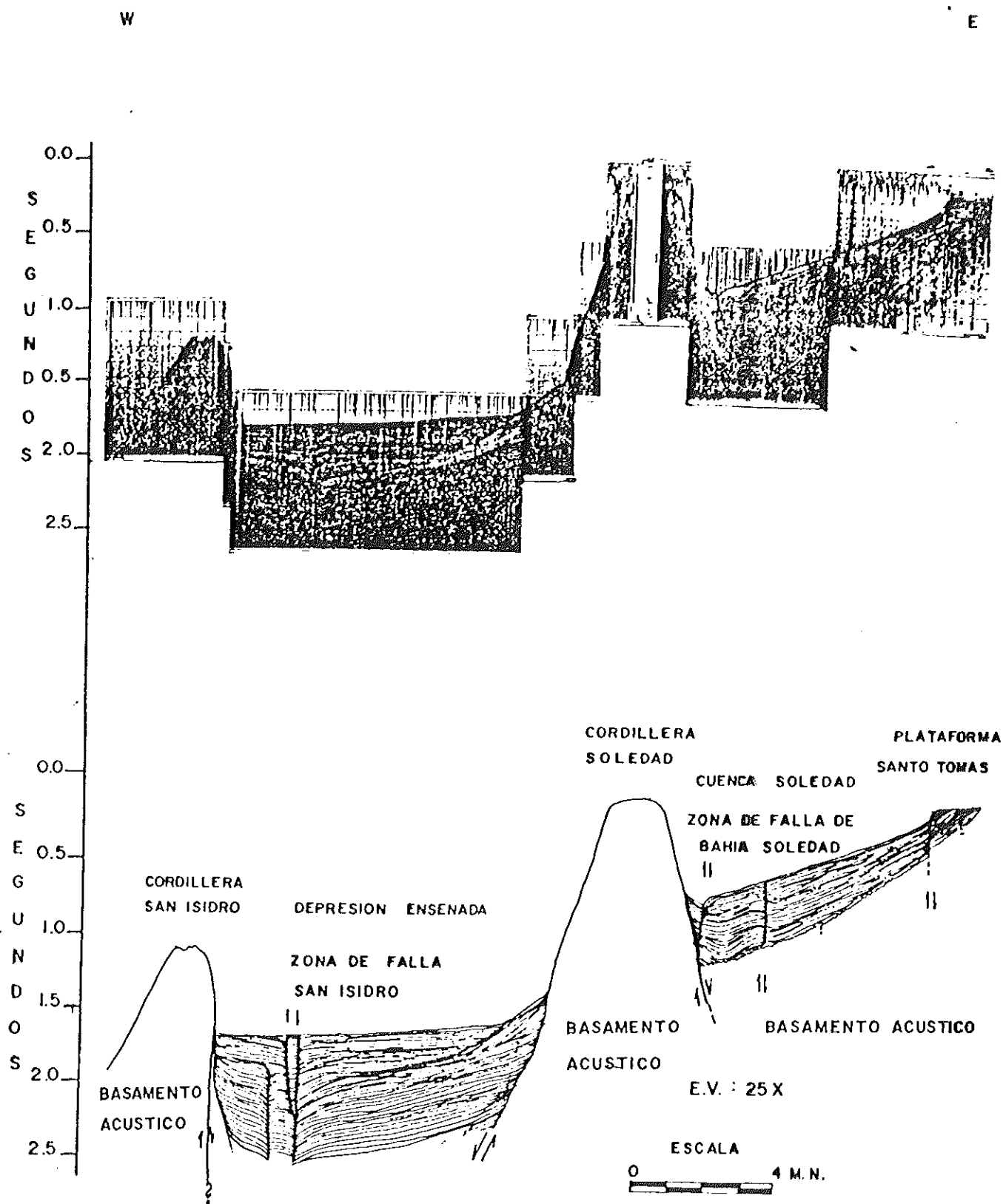


FIG. 17- LINEA E

falla normal con echado al Oeste y constituye la frontera estructural de la depresión Ensenada. En su extremo oeste se presentan estructuras de flujo Inverso generadas por procesos extensivos, las cuales son representantes del sistema de falla San Isidro. Inmediatamente después se tiene la presencia del escarpe de falla de la cordillera San Isidro, producida por la componente normal de deslizamiento. Este último, a su vez, define el límite estructural oeste de la depresión Ensenada, para controlar de esta manera una región de grabens y horsts.

En la línea F (fig. 18), se puede observar parte de la depresión Ensenada, en cuyo extremo este tenemos el paso de la falla San Isidro, donde se observan estructuras de flujo Inverso. En su extremo oeste esta depresión está limitada por la cordillera San Isidro, que define la frontera estructural de la depresión Ensenada.

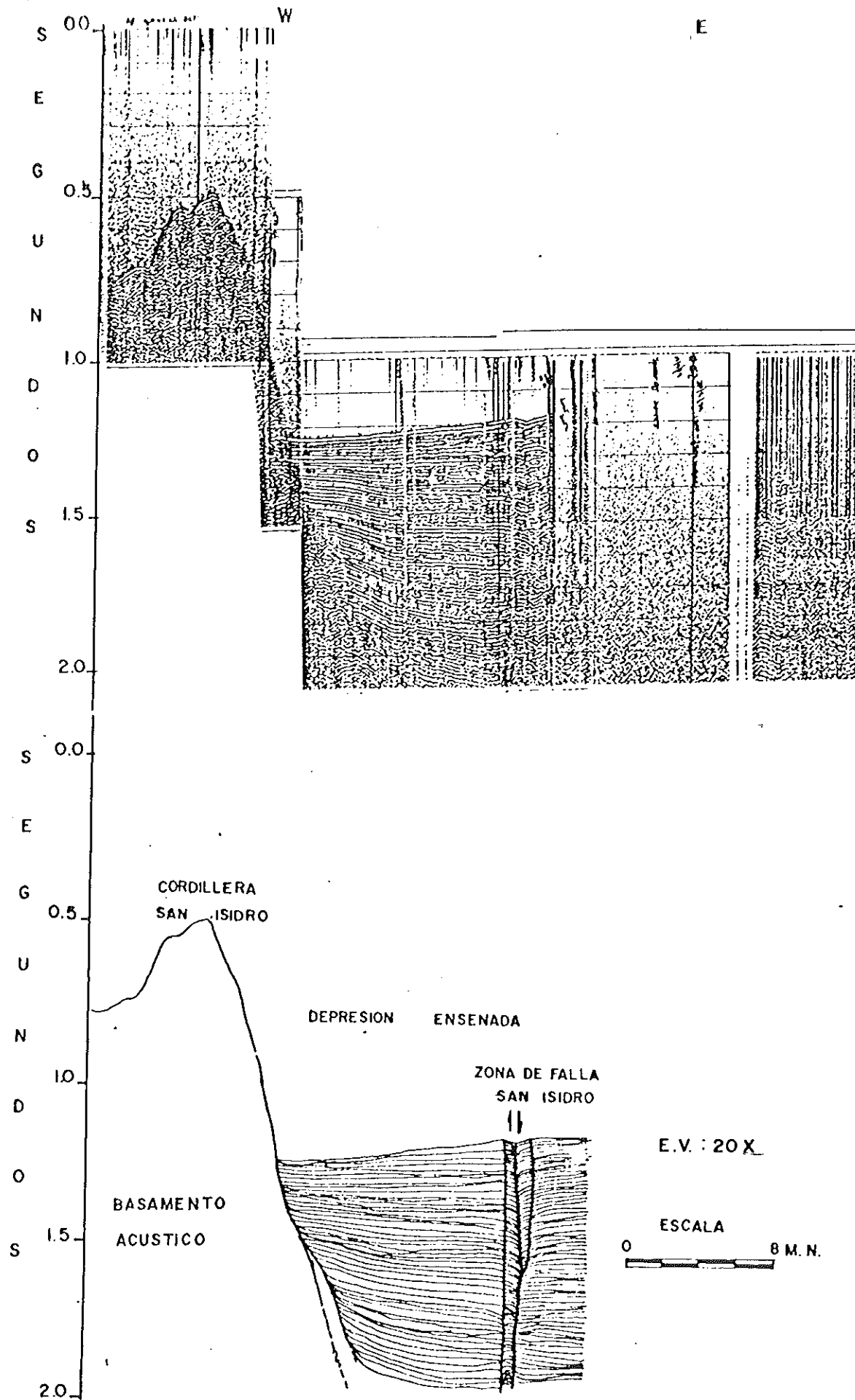


FIG.18: LINEA-F

IV DISCUSION

El análisis de los perfiles sísmicos muestra un fallamiento de rumbo de tipo extensional evidenciado por el graben que da forma a la depresión Ensenada (fig. 19), donde se observa un esfuerzo tensional en dirección Este-Oeste. Otra característica de fallamiento de rumbo extensional o divergente, lo constituye la presencia de estructuras de flujo inverso, las cuales de acuerdo a Harding et al (1983), se definen como estructuras de forma sinclinal, someras, que son generadas por un desplazamiento hacia abajo en una falla de rumbo extensional, teniendo predominantemente una separación normal. Este tipo de estructuras fueron observadas en la depresión Ensenada, asociadas únicamente al trazo principal de la falla San Isidro. Aunado a las estructuras que denotan un movimiento extensional, en algunas zonas se observa un movimiento convergente, fundamentalmente asociado también al trazo principal de la falla San Isidro; esto último es evidenciado por el plegamiento de los estratos que originalmente fueron depositados de manera horizontal. Tal situación puede ocurrir de manera local en este tipo de fallamiento, donde algunos estratos presentan una oposición a la convergencia durante el deslizamiento horizontal (Harding et al, 1983).

evidenciado por la modificación que hace a la batimetría de la zona, estimando un movimiento lateral derecho del can submarino de Punta Banda de 4 kilómetros. Además, sugiere que la región que contiene a Punta Banda y a las Islas de Todos Santos, la cual se comporta estructuralmente como un elevado horst, cuyos flancos están controlados por los trazos de la falla Agua Blanca con rumbo Noroeste, haya sido una consecuencia de la deformación que experimenta la Península en su movimiento en dirección Noroeste no como un bloque unido y continuo, sino como una serie de bloques limitados por fallas de rumbo, cuyos movimientos diferenciales provocan que unos bloques se eleven (Punta Banda) y otros se hundan (Valle Maneadero), como sucede en zonas de fractura controladas por sistemas de fallas de torsión.

Por otro lado, el plegamiento de los estratos depositados en la cuenca de Bahía Soledad, así como algunas características diapíricas encontradas en la cuenca, nos permiten suponer un carácter compresivo, producido tal vez, por el fallamiento de rumbo emplazado en la zona y que, en general, es consistente con el modelo de fallamiento de rumbo descrito por Wilcox (1973). Reading (1980), sugiere que en una zona de fractura controlada por sistemas de falla de rumbo, pueden existir zonas alternadas de dilatación y de compresión, las cuales se deben muy posiblemente a los

cambios en la dirección o rumbo o al alineamiento mismo de estos sistemas de falla.

En lo que respecta a la continuidad de la falla de Santo Tomás en el borde continental sugerida por Krause (1965), se puede decir que de acuerdo con el comportamiento de la topografía de Punta Banda y de la cordillera Soledad mismas que están alineadas con el patrón estructural regional, además de considerar el patrón de sismicidad reportados en los estudios de Wong (1985) para el sistema San Clemente-San Isidro, la unión con la falla de Santo Tomás en la parte continental es poco probable. Asimismo, los pronunciados cambios batimétricos reportados a ambos lados de la falla Santo Tomás por Krause (1965), no existen, al menos en la región del borde continental interior donde se encuentra el área de estudio (fig. 22). En consecuencia, se propone que la falla Santo Tomás que Krause (1965) ubica en el borde continental interior, se llame falla de Punta Santo Tomás, debido a que la falla Santo Tomás propiamente, está ubicada en la parte sur del Valle de Santo Tomás (donde adquiere su nombre) (Allen et al, 1960; Gastil et al, 1975), y no se continúa hacia la parte costera del área de estudio.

Otra característica importante encontrada en el área de estudio es la componente vertical de deslizamiento del sistema de falla San Isidro (paralela al trazo original), la cual está controlada por el escarpe que limita a la cordillera San Isidro por el lado este (fig. 19). En contraste, por el lado oeste, la cordillera presenta una batimetría caracterizada por una suave pendiente, lo que permite suponer, que la mencionada cordillera tuvo un levantamiento, y a su vez, un vasculamiento en dirección Oeste, como lo muestra el contacto litológico entre la cordillera y los depósitos sedimentarios del lado oeste. Asimismo, la actividad de esta zona de falla en el Reciente, es evidente por las perturbaciones observadas en los depósitos sedimentarios de la depresión Ensenada (fig. 21), y por la actividad sísmica reportada (fig. 20).

En lo que respecta al sistema de falla de Agua Blanca en el área de estudio, ésta se ubica en una zona compleja de fractura, siendo delineada por dos o tres fallas paralelas entre sí (fig. 21). En esta región, se puede seguir con relativa claridad el trazo de la falla de Bahía Soledad. Desafortunadamente, la pobre calidad de la información contenida en las secciones sísmicas que cubren esta zona nos limita para describir la dirección de estos trazos de falla. Sin embargo, Wong (1980), observa un desplazamiento lateral derecho para el trazo sur de la falla de Agua Blanca

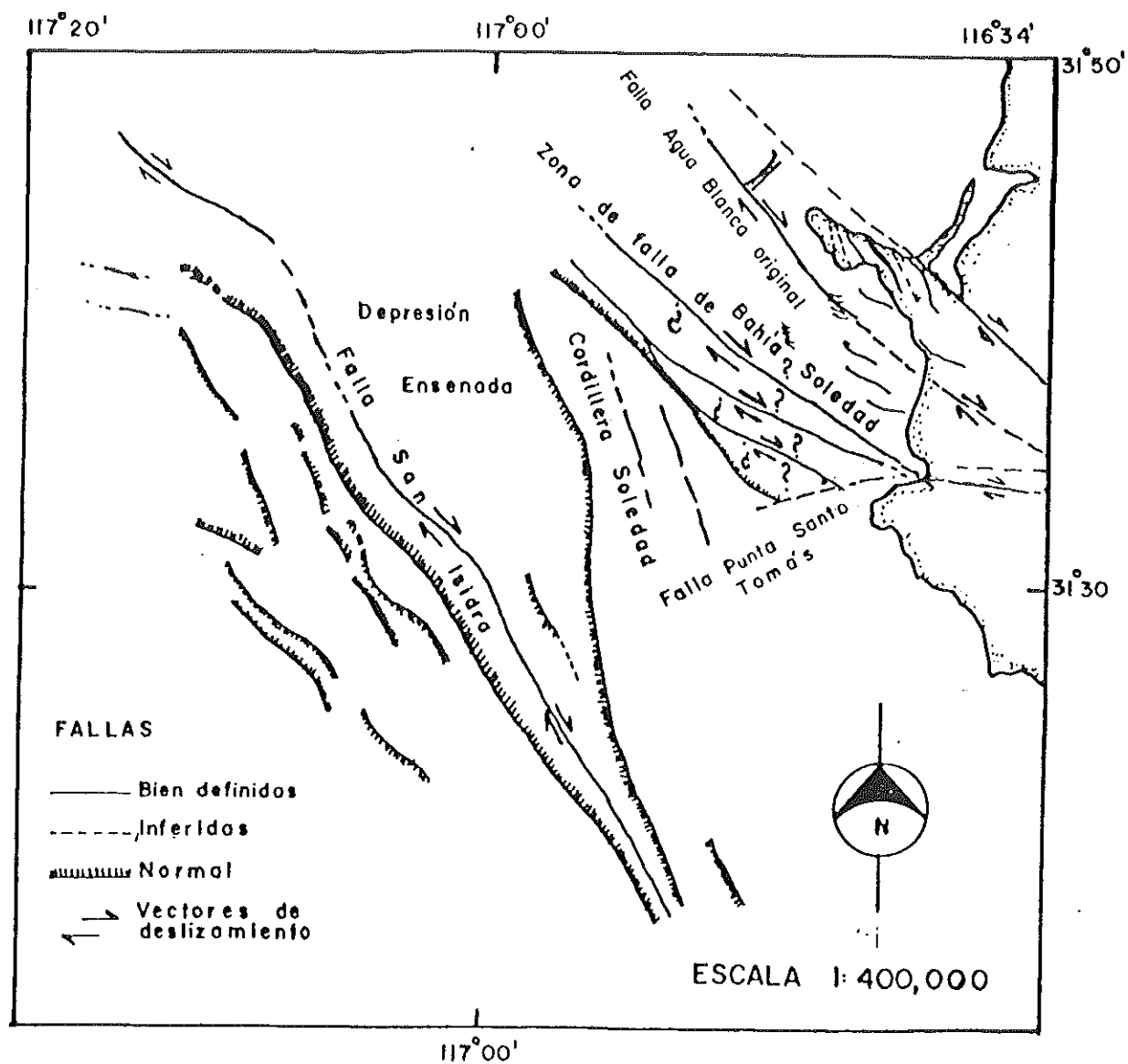


FIG. 19 MAPA ESTRUCTURAL DEL AREA

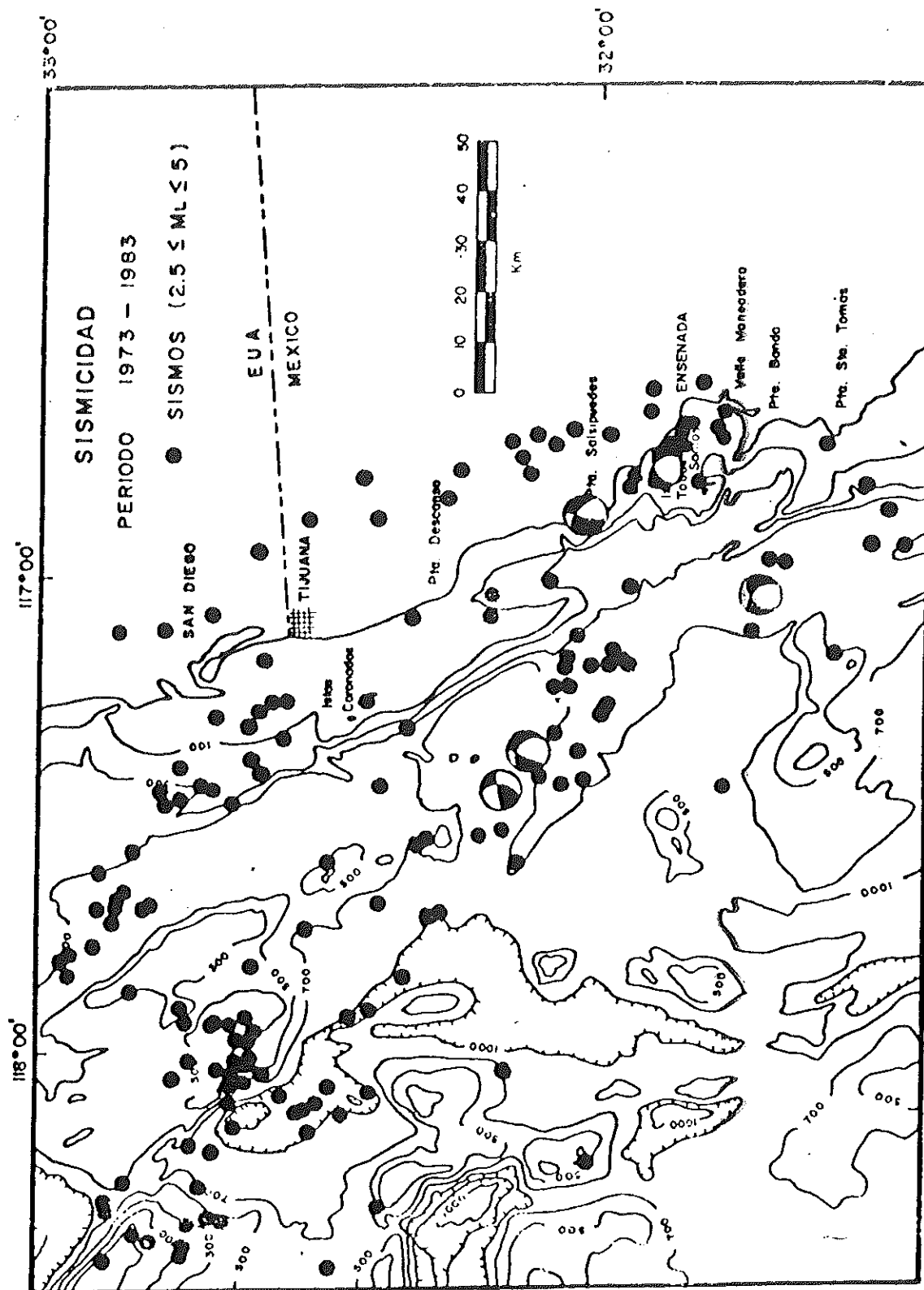


FIG. 20 SISMICIDAD DE LA ZONA 1973 - 1983
 (Tomado de Wong, 1985.)

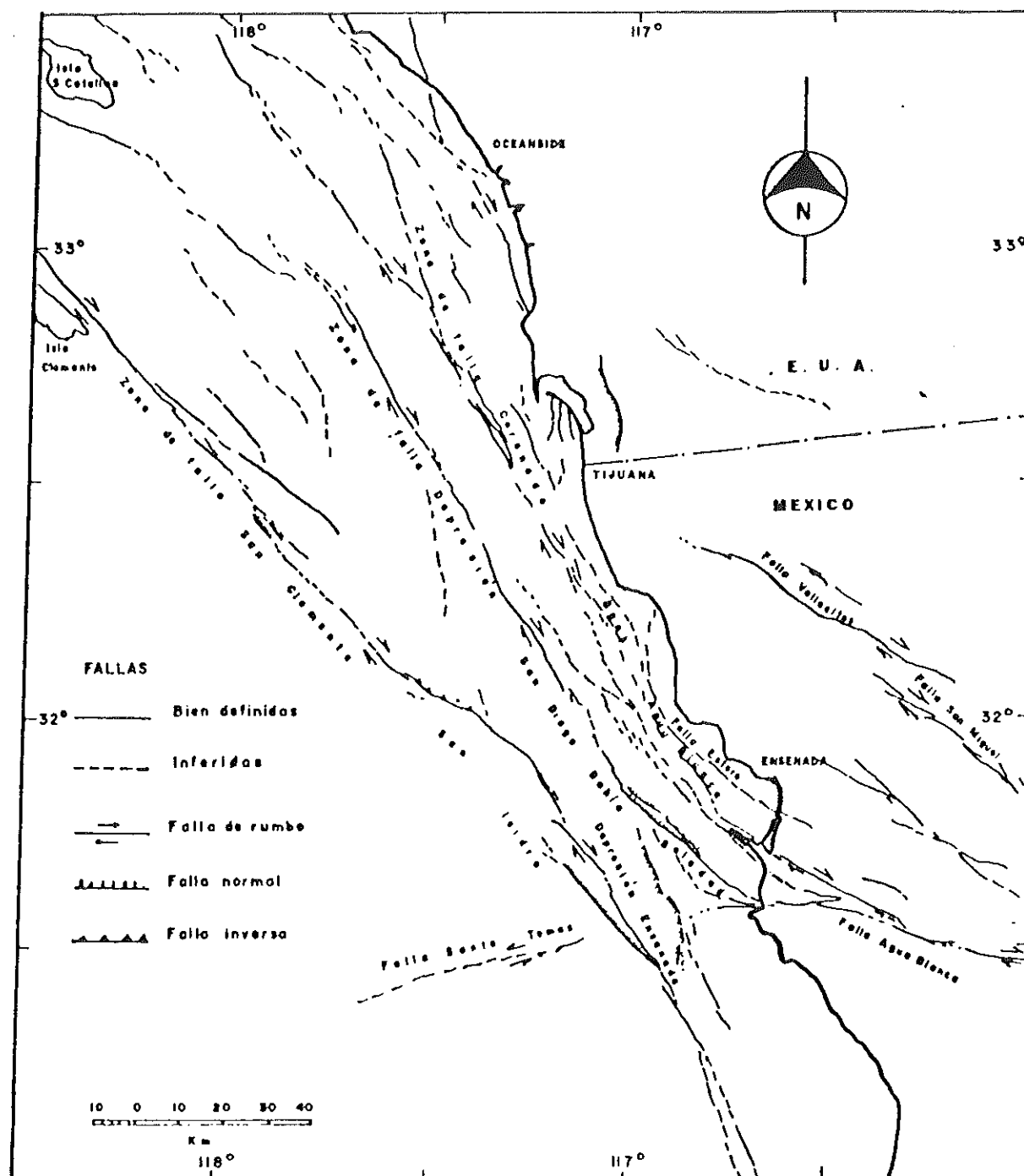


FIG 21. PRINCIPALES FALLAS DEL CUATERNARIO.
(Tomado de Legg, 1980.)

V. CONCLUSIONES

1) El área de estudio está afectada por fallas de rumbo lateral derecho y dan forma a una región sujeta a movimientos extensionales.

2) La zona de falla San Isidro posee características transtensivas, cuyo movimiento extensivo se manifiesta por el graben que da origen a la depresión Ensenada. La existencia de estructuras de flujo inverso indican los efectos extensionales en las componentes horizontales del deslizamiento, así como el basculamiento de la cordillera San Isidro en dirección Oeste.

3) En la parte continental cercana a la costa, la falla Agua Blanca presenta predominantemente movimiento vertical, generado tal vez, por el movimiento compresivo de la falla.

4) Las perturbaciones sufridas por los depósitos sedimentarios en la depresión Ensenada, así como de las terrazas marinas ubicadas en la parte costera del área,

atestiguan la actividad tectónica de la región durante el Cuaternario.

5) El alineamiento del escarpe de la cordillera San Isidro, así como el de los trazos de fallas encontrados en el área de estudio, que en general son en dirección Sureste-Noroeste, permiten suponer que el límite entre el borde continental norte y el borde continental sur propuesto por Krause (1965) no es válido por lo menos en el área de estudio. La unión entre la falla de Santo Tomás en el mar y el trazo sur de la falla de Agua Blanca en tierra propuesta por Krause (1965) no es evidente.

6) Por último, dado que la región Peninsular ha estado sujeta a un movimiento en sentido lateral derecho impuesto principalmente por el régimen tectónico del sistema San Andrés-Golfo de California, se concluye que todas las fallas y estructuras encontradas en este estudio, son posiblemente una consecuencia directa de este proceso.

VI BIBLIOGRAFIA

Allen, C. R., Silver, L. T. y F. G. Stenly. 1960. The Agua Blanca Fault -A Major Transverse Structure of Northern Baja California, México. Geol. Soc. Am. Bull., 71:457-482.

Dobrin, M. R., 1976. Introduction to Geophysical prospecting. 3rd. ed. McGraw-Hill Book Co., New York. 660 pp.

Gastil, R. G., Allison. E. C. and Phillips, R. P., 1975. Reconnaissance geology of the State of Baja California, México. Geol. Soc. Amer. Memoir 140.

Gastil, G., G. Morgan and D. Krummenacher 1981. The tectonic history of Peninsular California and adjacent México. Geol. Soc. Amer. Bull., 90 (9):839-857.

- Geyer, R. A. 1983. Handbook of geophysical exploration at the sea. C. R. C. Press Inc. Florida.
- González, S. A. 1977. Anomalías Gravimétricas y magnéticas de la Bahía de Todos Santos. Tesis de Licenciatura. E.S.C.M. no publicado.
- Gutiérrez, C. A. 1984. Reconstrucción tectónica de la región que ocupa la falla de Agua Blanca en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. Tesis de Licenciatura. E.S.C.M. no publicado.
- Harding, T. P. Gregory, R. F. and Stephens, L. H. 1983. Convergent wrench fault and negative flower structure Adaman Sea, Oklahoma, In Bally, A. W. ed. Seismic expression of structural styles: a picture and work atlas. V. 3
- Krause, D. C., 1965. Tectonics, Bathymetry and geomagnetism of the Suthern Continental Borderland West of Baja

California, México. Geol. Soc. Amer. Bull., 76;
617-650.

Legg, M.R., and Ortega, V.W., 1978 New evidence for major faulting the inner borderland off northern Baja California, México [abs] EOS. (American Geophysical Union Transacción), V. 59, p 1134.

Legg, M. R. 1980. Sismicity and tectonics of the Inner Continental Borderland of Suthern California and Northern Baja California, México. Tesis de Maestria. Scripps Inst. of Ocenography, U.C.S.D.

Legg, M. R., Wong, O. V., y Suárez, V. F. 1987 Geologic structure and tectonics of the inner continental borderland of nortern Baja California. En preparación.

Moore, D. G. 1969. Reflection profiling studies of the California Continental Bordèrland Structure and Cuaternary turbidite basins. Geol. Soc. Amer. Publicación especial # 107; 142 pp.

Pou, S. 1982. Estudio de la tectónica de las Islas de Todos Santos. B. C., México. Tesis de Licenciatura E.S.C.M. no publicada.

Reading, H. S. 1980. Characteristics and recognition of strike slip fault systems. In. Ass. Sed. Publicación especial # 4; 7-26.

Wilcox, R.E., and D.R. Seely. 1973 Basic Wrench Tectonics. Bull. Amer. Geol. Petroleum. Assoc. 57:74-76

Wong, V. M. 1980. Implicaciones tectónicas de la falla de Agua Blanca en la Bahía de Todos Santos, B. C., México. Tesis de Maestría C.I.C.E.S.E., no publicada.

Wong, V. M. 1985. Características extensionales de la región Interior del Borde Continental del sur de California y norte de Baja California. Unión Geofísica Mexicana, A.C. Memoria de la reunión anual. Oaxaca, Oaxaca. p. 226.