

# **EL ESTUDIO DE UNA ESTRUCTURA DIAPIRICA EN EL GOLFO DE VENEZUELA**

**Por**

**Donald Goddard Y Juan I. Rodriguez**

## **RESUMEN**

En Julio de 1979, el gobierno Venezolano, a través del "*Despacho del Ministro de Estado Para el Impulso del Progreso Oriental*" en Caracas contrato el barco "Calypso" del Capitán Jaques Cousteau. El objetivo del "Proyecto Calypso" fue realizar una serie de investigaciones físico-químicas y biológicas en las aguas marinas y geológicas del fondo marino a lo largo de la plataforma continental venezolana. El énfasis del programa fueron el Golfo de Venezuela, Golfo Triste y la Fosa de Cariaco. De los 29 proyectos programados por el "*comité nacional de coordinación científico*" se realizaron 26 de ellos y participaron 17 instituciones Venezolanas.

Como parte del "Proyecto Calypso", Maraven. S.A. filial de Petróleos de Venezuela conjuntamente con el Intevep, sometieron este proyecto cuyo objetivo fue el de localizar, observar y muestrear una estructura diapirica en el Golfo de Venezuela. Una de estas más pequeña y cercano a la estructura Carite, se observa claramente en la sísmica 2D. Sobre Carite un mínimo gravimétrico y velocidades altas de refracción (4500 m/s) podría indicar que es un diapiro de sal o una estructura arrecifal de caliza. Sin embargo, las reflexiones en la sísmica 2D no fueron características de diairos de sal y la evidencia geológica del subsuelo en el Golfo de Venezuela indica muy poco espesor de los sedimentos sobre el basamento y la falta de depósitos de sal. Por lo tanto, estas estructuras observadas podrían ser diairos lutíticos o vulcanos de lodo como los que existen en el oriente del país y cerca de Trinidad. Debido a que en la línea sísmica 2D la estructura diapirica al lado de la estructura Carite parece aflorar en el fondo marino, se propuso este proyecto con el fin de ubicarla y muestrearla para averiguar la composición del material de fondo (barro, sal, otro) y de esa manera aclarar las incógnitas planteadas.

Para lograr los objetivos del proyecto, el barco "Calypso" contaba con un mini-submarino, sonar de barrido lateral, equipo de geofísica, tubos extractores de sedimentos y dragas. Durante el proyecto de tres días (Agosto 27 al 29), se recorrieron 60 kilómetros de líneas batimétricas y de sonar lateral y se tomaron cuatro muestras del fondo marino. Se cruzó la localización de la estructura diapirica varias veces sin observar evidencia de un alto batimétrico en el fondo marino. También, los núcleos muestrearon sedimentos clásticos arcillosos típicos de aguas someras tranquilas. Por lo tanto, no fue necesario bajar al fondo con el mini-submarino ya que se consideró tener suficiente evidencia para indicar la no existencia de un afloramiento diapirico en esta área de estudio.

## I. INTRODUCCION

En las líneas sísmicas obtenidas durante levantamientos geofísicos en la Plataforma Continental Venezolana se han observado numerosas estructuras diapíricas. Estructuras similares ya han sido descritas en el Golfo de México (Halbourty 1967; Murray 1968; Ewing y Antoine, 1966; Bryant, 1969), a lo largo de la costa occidental del Africa (Driver y Pardo 1974; Mascle et. al 1973;) y en la Plataforma Continental de Brasil (Campos et. al.1974; Evans, 1978). De interés para nosotros aquí son las estructuras diapíricas que se han observado en el Golfo de Venezuela y en particular una estructura que parece aflorar en el fondo marino (Fig. 1).

Ocasionalmente con la ayuda de gravimetría (Fig.7) y magnetetría se pueden diferenciar entre intrusiones igneas o altos de basamento igneo, diápiros de lutita o barro y diápiros de sal. Sin embargo muchas veces las características geofísicas no permiten distinguir entre los diápiros de sal y los de barro o lutita. Las intrusiones igneas generalmente producen anomalías magnéticas positivas y anomalías gravimétricas altas. Los diápiros de sal o barro al contrario producen anomalías negativas y anomalías gravimétricas bajas (Nettleton 1976). Los diápiros de sal se distinguen de los de barro en la diferencia de la transmisión de velocidad de sonido. Las de sal tienen velocidades de 15,000 pies/segundo y los de barro o lutita son mucho mas bajo entre 6500 y 8500 pies/segundo (Musgrave y Hicks, 1968). Además, las características sísmicas tales como la actitud de los reflectores contra la estructura diapírica y la forma de la misma pueden ayudar a diferenciar una de la otra.

En el Golfo de Venezuela en varias líneas sísmicas aparecen estructuras diapíricas de diferentes tamaños y con formas variadas (Fig.2). La mayoría de las estructuras, como por ejemplo la estructura diapírica Carite no llegan a la superficie (Fig.3). Otras cerca y en la línea AD de CVP una estructura diapírica parece aflorar en el fondo marino (Fig.3). Aunque en la línea batimétrica AD el fondo marino es plano sobre la estructura y sin expresión topográfica alguna (Fig.4). Se pensó que quizás habría la posibilidad de reubicarla, de definir mejor su forma y quizás de poder tomar una muestra sobre la estructura.

Con la llegada del barco Calypso, el cual fue contratado por tres meses por el Gobierno Venezolano, se vió la oportunidad de efectuar una investigación sobre la estructura diapírica y se elaboró un proyecto de campo de un día de duración (Apéndice 1).

## II LOCALIZACION DE LA ESTRUCTURA DIAPIRICA

La estructura que se propuso estudiar está ubicada en el Golfo de Venezuela, a 80 Km. aproximadamente (43 millas náuticas) al norte de Maracaibo (Fig.1). En la línea AD de CVP (Fig.3) la estructura está situada entre los puntos de tiro 109 y 121. Las coordenadas de estos puntos son las siguientes:

	<u>Geográficas</u>	<u>Utm</u>
109	Lat. 11°21' 19.20" N Long 71°25' 39" W	Y (N) = 1.256,350 X (E) = 235,050
121	Lat. 11°21' 00" N Long 71°25' 03" W	Y (N) = 1.255,719 X (E) = 236,200

Se estima que la estructura diapírica entre estos 2 puntos de tiro puede tener un diámetro de 800 metros cuyo centro estará ubicado aproximadamente con las coordenadas.

Lat. 11°21' 11.34" N	Y = 1.256,100
Long 71°25' 22" W	X = 235,700

## III. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

El objetivo principal de la investigación era tomar una muestra sobre la estructura diapírica para luego averiguar la composición del material que la forma. Al aflorar en el fondo marino, como aparece en la línea sísmica AD (Fig.3), hubiera sido posible obtener muestras mediante buceo o minisubmarino además de núcleos de gravedad, ya que la poca profundidad del agua así la permite.

De no ser esto posible debido a una cobertura de sedimentos recientes mayor de 2 metros sobre la estructura, el objetivo era definir su forma por batimetría y sonar lateral y observar si la estructura mostraba algún relieve sobre el fondo marino tal como aparece en la línea sísmica AD.

#### IV. METODO DE TRABAJO

El barco Calypso zarpó de Maracaibo el día lunes 27 de agosto a las 21.30 horas y se acercó a la localidad prevista a las 04.30 de la mañana del día 28 de agosto. Aproximadamente a una hora de llegada al sitio se colocó el sonar lateral y se comenzó a registrar con los equipos batimétricos (eco-sonda, y sonar lateral). Se tomó la primera posición con el equipo de navegación por Satelite y Omega, a las 04.40 (09.40 GMT) y este punto se llamó el punto #1 del estudio. De aquí en adelante se tomaron posiciones cada 10 minutos y se marcaron todos los registros de acuerdo con el correspondiente número de posición (Apéndice 3).

Se cruzó la estructura entre los puntos de tiro 109 y 121 en 7 oportunidades en direcciones este-oeste, norte-sur, noreste-suroeste y noroeste y sureste. Se recorrió un total de 60 kilómetros de líneas batimétricas y de sonar lateral. La posición de las líneas y la navegación fue ploteada continuamente en escala 1:10,000 sobre un cuadrícula de ploteo y luego fue reducido a una escala de 1:20,000 (Fig.6).

Al finalizar los levantamientos batimétricos se tomaron 4 muestras del fondo marino con un nucleador de gravedad con penetración de un metro. Se tomaron 2 muestras alejadas de la estructura, una al norte y otra al sur y 2 sobre la estructura. Las ubicaciones de los núcleos se obtuvieron igual que los puntos de navegación y ploteados en el plano de navegación (Apéndice 4).

#### V. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Después de cruzar siete veces con líneas batimétricas por encima de la localización de la estructura diapírica se pudo observar que tal estructura no aflora en el fondo marino ni presenta algún relieve detectable.

Las líneas batimétricas y de sonar lateral (Fig.5) alrededor del área señalan un fondo plano, monótono, sin relieve y con una profundidad constante entre 17 y 19 metros (19 a 22 milisegundos) (Fig.4,5). Los cuatro núcleos de gravedad de un metro con una recuperación de 100% mostraron que el fondo marino en el área contiene sedimentos arcillosos. El material recuperado en todos los casos fue barro gris de cierta plasticidad. Este material es el típico sedimento reciente arcilloso de aguas tranquilas someras y no está asociado con la estructura diapírica mas profunda.

De acuerdo con la evidencia de la batimetría y del sonar lateral se puede concluir que el reflector superficial en la línea sísmica AD, no aflora pero da la impresión de que la estructura diapírica se expresara topográficamente en el fondo marino debido a efectos del reprocesamiento de la línea. Los reflectores que en realidad cubrían la estructura fueron eliminadas en la línea sísmica por "muting". Debido al contraste de velocidades entre los sedimentos superficiales y los del material que compone la estructura diapírica, se produjo un reflector convexo hacia arriba sobre el material de mayor velocidad.

Seguramente la estructura diapírica que se estudió está cerca de la superficie pero cubierto por una secuencia de sedimentos que no permite su expresión superficial. Ahora se considera que solamente se puede tomar una muestra de la estructura con taladros de perforación. Aunque los objetivos principales no se lograron, se puede recomendar que los geofísicos tengan presente que en las líneas sísmicas de alta penetración y baja resolución como la línea AD de CVP los reflectores superficiales no representan las condiciones estructurales reales del fondo marino y de los sedimentos recientes. En el reprocesamiento de estas líneas no se toman en cuenta los que existen cerca de la superficie ya que la utilidad de este es la de estudiar estructuras profundas que puedan estar asociadas con hidrocarburos. Lo ideal para un estudio de este tipo de estructura sería la utilización de sísmica de reflexión de poca penetración y alta resolución en las capas superficiales.

## VI. AGRADECIMIENTOS

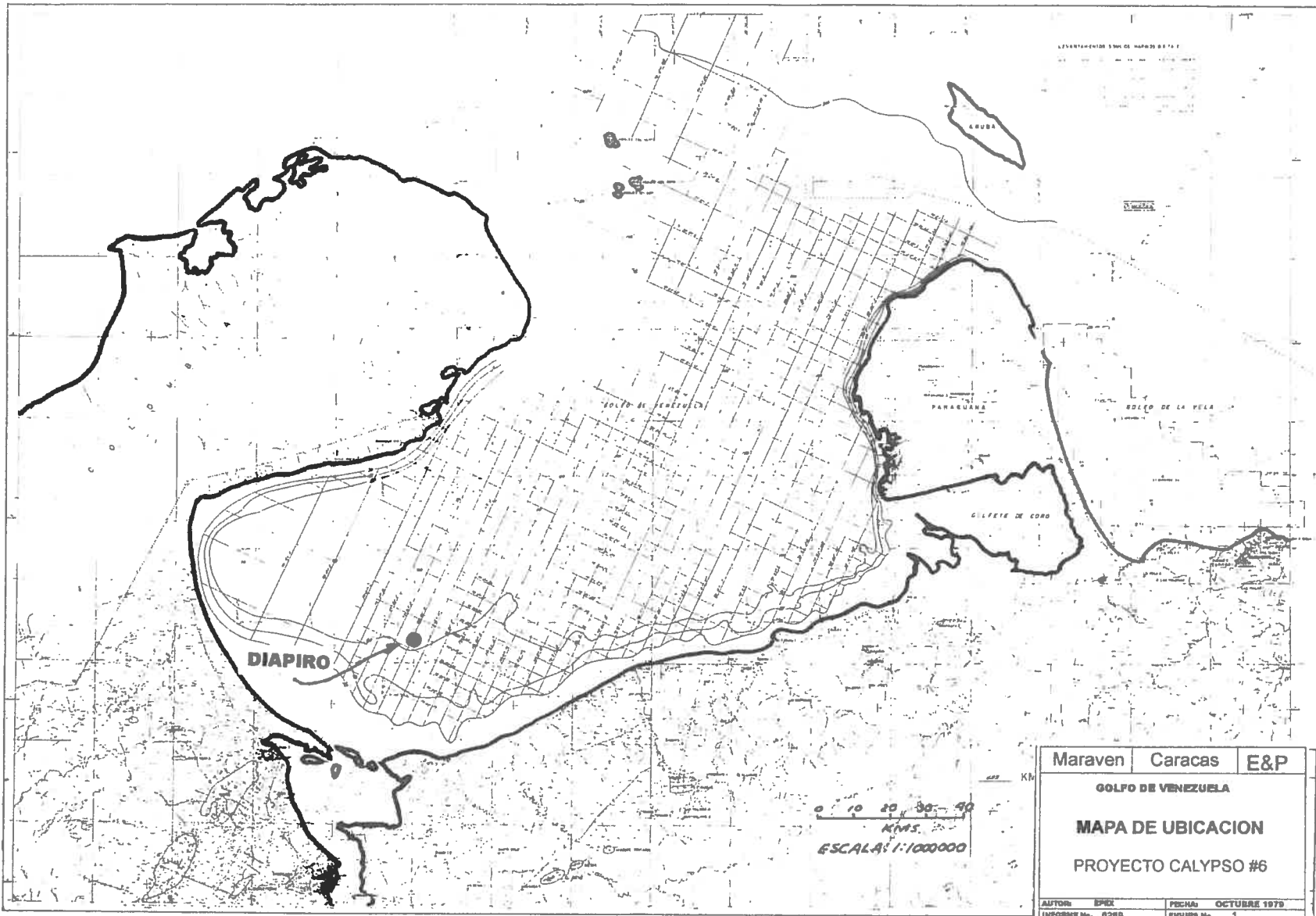
El geofísico asesor de Maraven, el Señor Harry Stenson, nos facilitó todas las líneas sísmicas y los mapas necesarios. La colaboración del señor Stenson antes y después de los trabajos a bordo del barco Calypso hicieron posible el desarrollo y ejecución de este estudio. Mucho se le agradece toda la ayuda prestada por la tripulación del Calypso y en especial a la atención prestada por el científico Jefe del buque el Señor Jacques A. Constans. La lectura crítica del informe por el Geofísico Obdulio Molsalve y sus ideas sobre el reprocesamiento ayudó considerablemente en la redacción de la misma.

## VII. REFERENCIAS

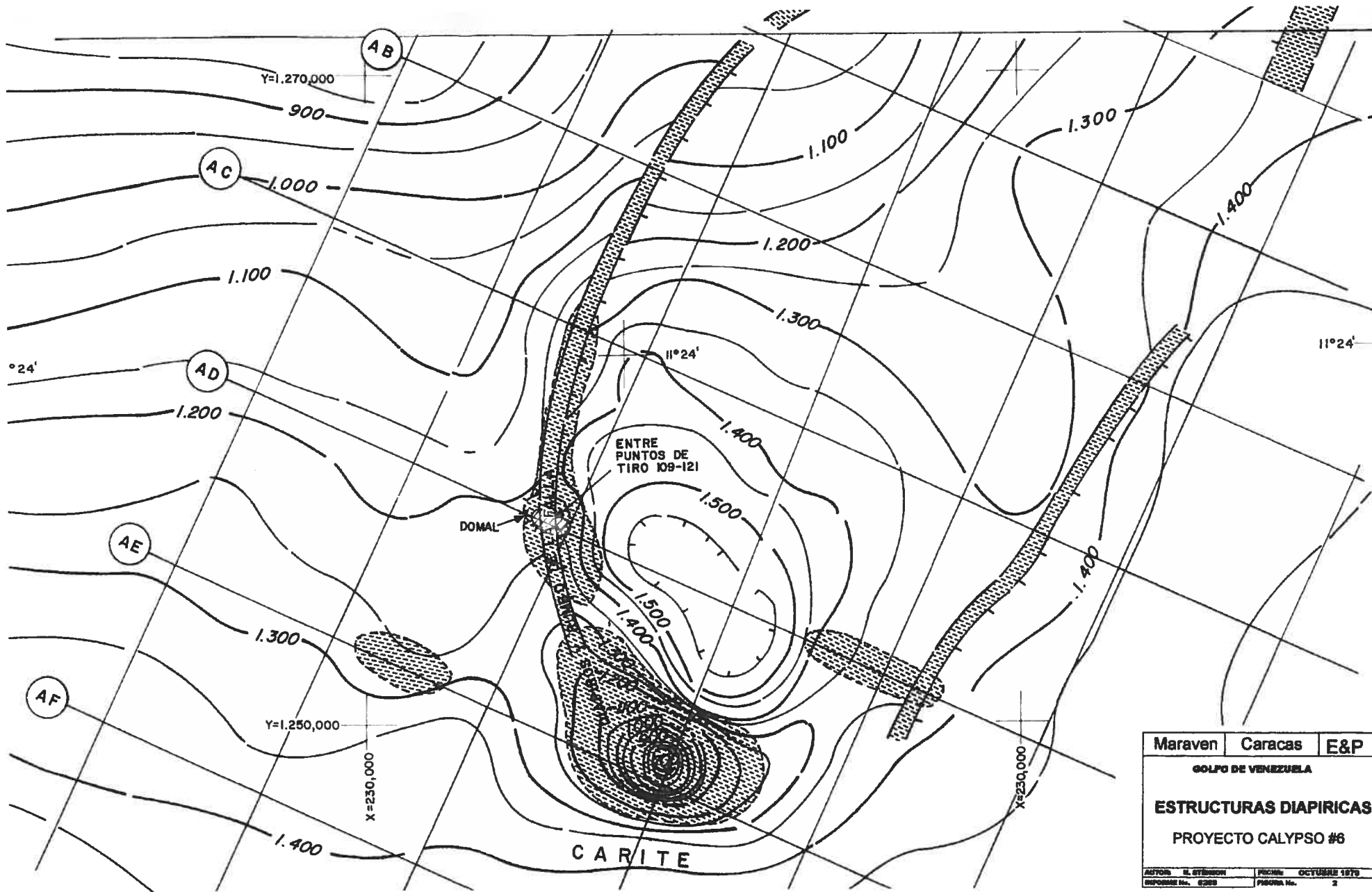
1. Antoine J. W. y Bryant W.R. 1969. Distribution of salt and salt structures in the Gulf of México; Am. Ass Pet. Geol. Bull. V.53, N° 12, P. 2543-2550.
2. Campos C.W.M, Ponte F.C. y Miura K. 1974. Geology of the Brazilian Continental Margin.  
En Burk C.A. y Drake C.L. (Edit), The Geology of Continental Margins, Springer-Verlag; Berlin Heidelberg, New York P. 447-461.
3. Driver E.S. y Pardo G. 1974. Seismic Traverse Across the Gabon Continental Margin. En Burk C.A. y Drake C.L. (Edit), The Geology of Continental Margins, Springer-Verlag; Berlín Heidelberg, New York, P. 293-295.
4. Evans R., 1978. Origin and significance of Evaporites in Basins Around Atlantic Margin. Am Ass Pet. Geol. Bull V-62, N° 2 P.223-234.
5. Ewing, M. y Antoine J. 1966. New Seismic data concerning sediments and diapiric structures in Sigsbee deep and upper continental slope, Gulf of México, Am Ass. Pet. Geol. Bull, V-50 N° 3 P. 479-504.

6. Halbouty M.T., 1967. Salt Domes, Gulf Region United States and México: Houston Gulf Pub. Co. 425P.
7. Mascle, J.R. Bomhold, B.D. y Renard V., 1973. Diapiric Structures off the Niger Delta; Am Ass. Pet. Geol. V. 57/9, Nº 5, P.1672-1678.
8. Murry. G.E. 1968, Salt Structures of Gulf of México Basin A Review; en Braunstein J, y O'Briam (Edif.), Diapirins and Diapirs, AAPG, memoir 8.
9. Musgrave A.W. y Hicks W.G. 1968. Out Lining Shale masses by geophysical methods, en Braunstein J. y O'Brian G.D., Diapirism and Diapirs, AAPG, memoir 8.
10. Nettleton L.L. 1976. Gravity and magnetics in oil prospecting. McGraw-Hill, Inc. 464P.





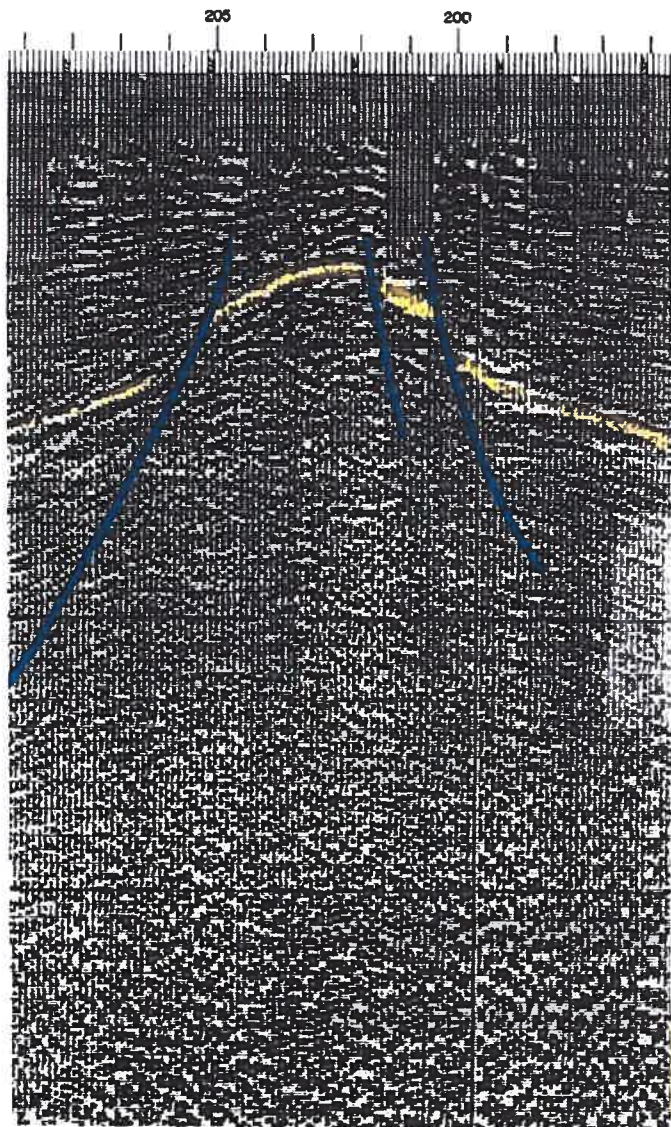




Maraven	Caracas	E&P
GOLFO DE VENEZUELA		
<b>ESTRUCTURAS DIAPIRICAS</b>		
PROYECTO CALYPSO #6		
AUTOR: EL STEINSON	FECHA: OCTUBRE 1970	
IMPRESION No. 0203	FIGURA No. 2	



# ESTRUCTURA CARITE



LABEL DEEP

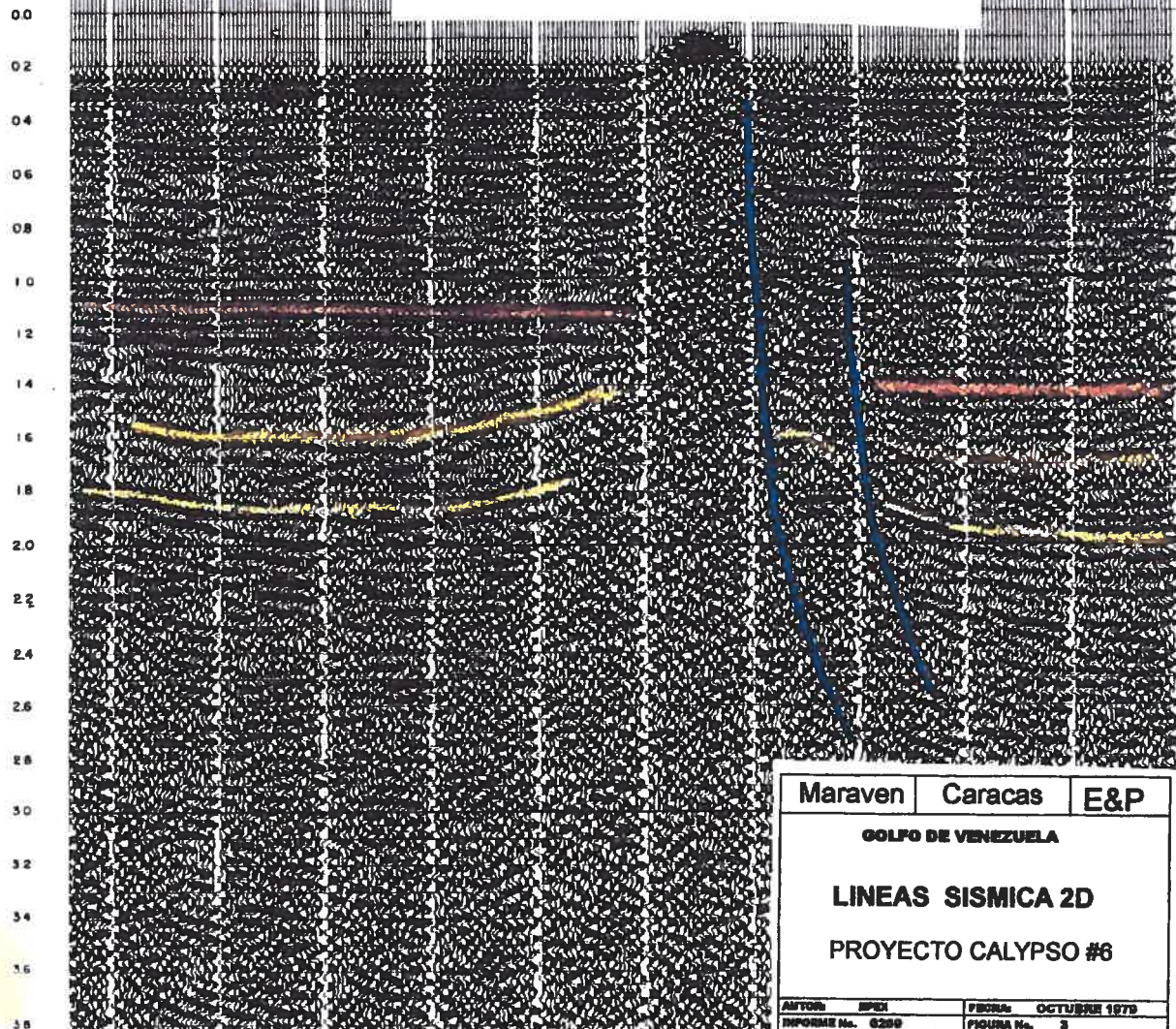
1 KILOMETER

S/SVGV-AD-4A

S/SVGV

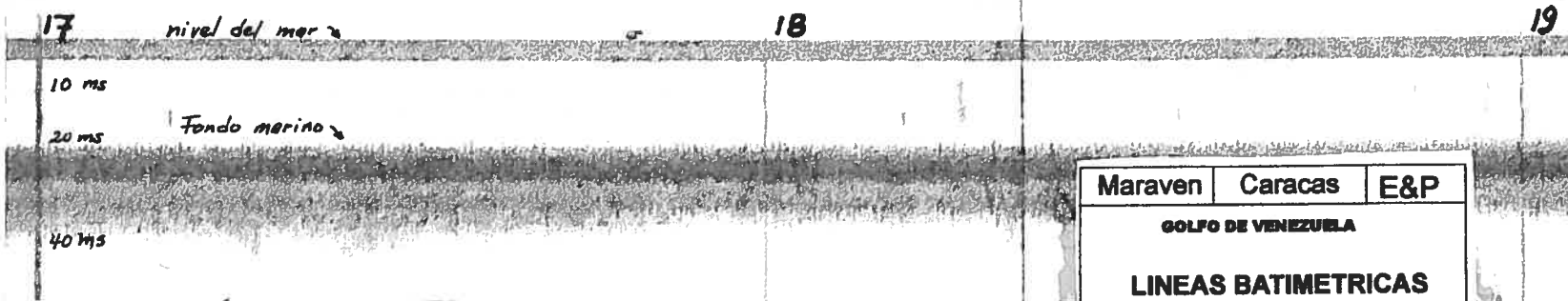
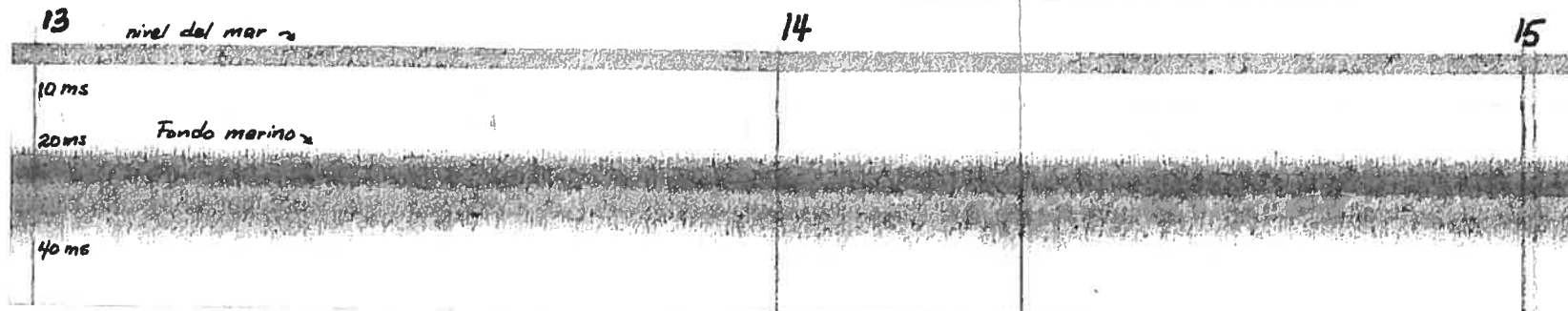
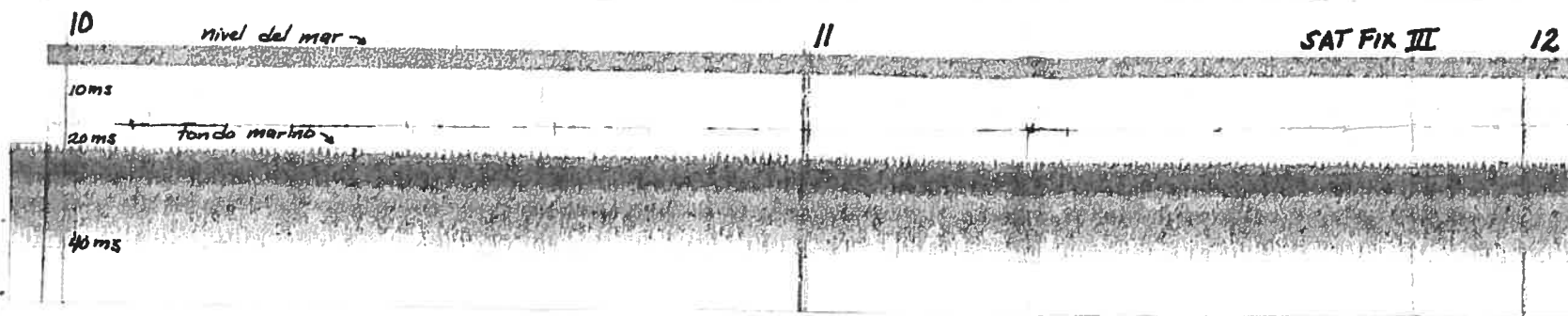
49 61 73 85 97 109 121 133 145 157 16  
63' 63' 62' 61' 60' 59' 58' 58' 57' 57' 5'

# ESTRUCTURA DIAPIRICA ESTUDIADA

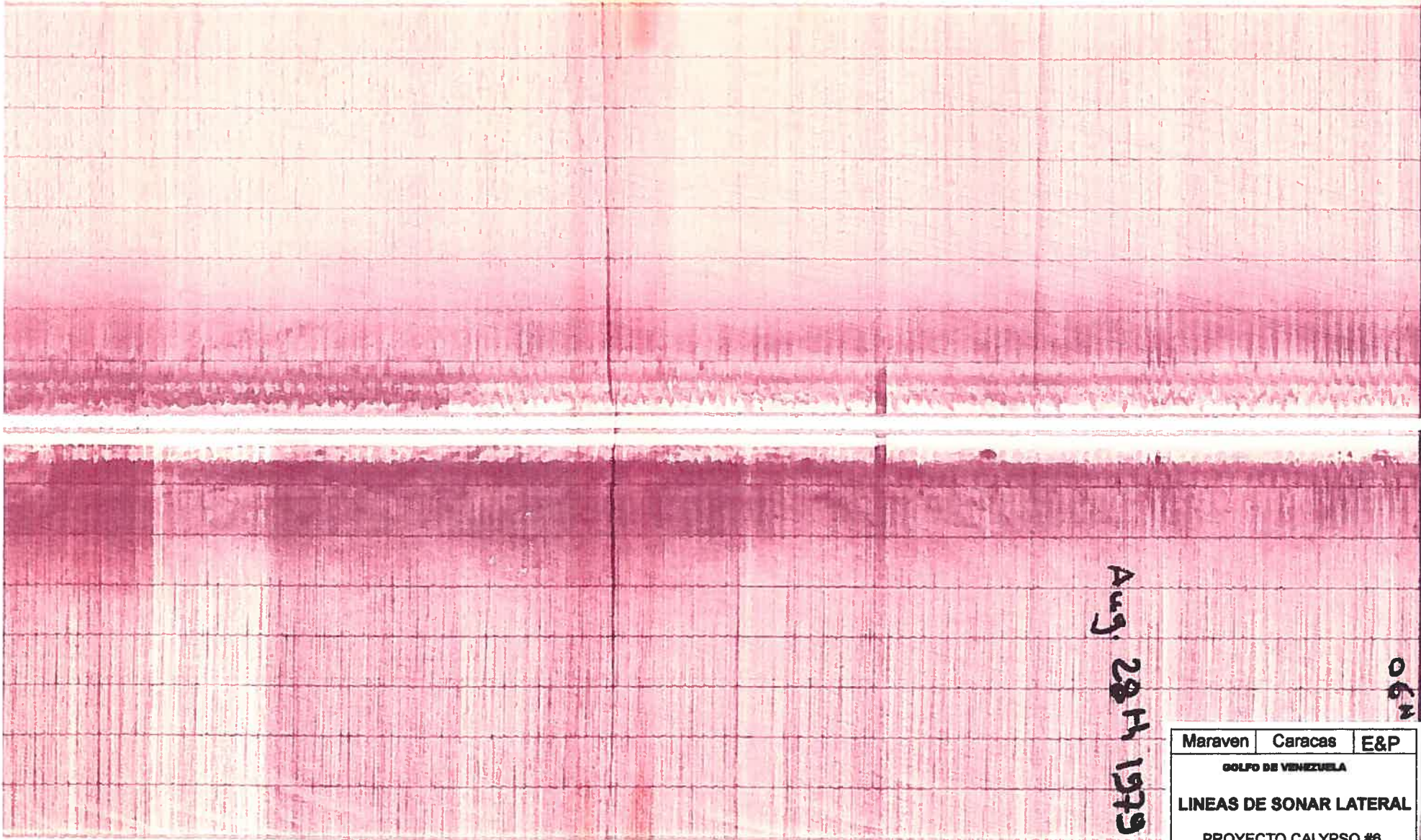


Maraven	Caracas	E&P
GOLFO DE VENEZUELA		
<b>LINEAS SISMICA 2D</b>		
PROYECTO CALYPSO #6		
ANTOR	SEPEL	FECHA: OCTUBRE 1979
INFORME No. 6299	FIGURA No. 3	





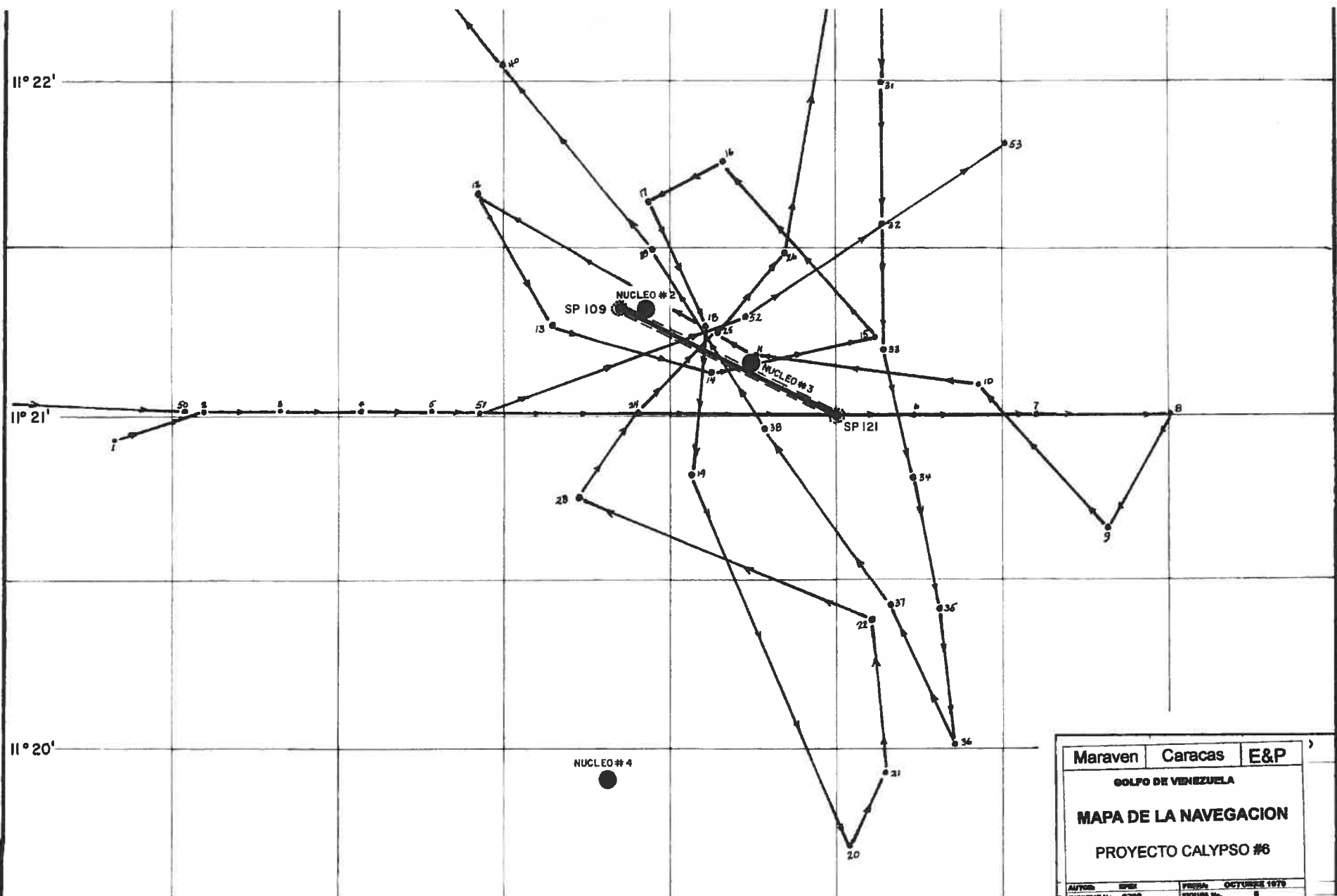
Maraven	Caracas	E&P
GOLFO DE VENEZUELA		
<b>LINEAS BATIMETRICAS</b>		
PROYECTO CALYPSO #6		
AUTOR:	EPEX	FECHA: OCTUBRE 1979
INFORME No. 6200		FOHAMA No. 4



Aug. 28th 1979

06M

Maraven	Caracas	E&P
GOLFO DE VENEZUELA		
LINEAS DE SONAR LATERAL		
PROYECTO CALYPSO #6		
AYUDA	SPX	FECHA: OCTUBRE 1979
IMPRESION No. 0200		FIGURA No. 8



Maraven	Caracas	E&P
GOLFO DE VENEZUELA		
<b>MAPA DE LA NAVEGACION</b>		
PROYECTO CALYPSO #6		
<small>           AUTORES:             INGENIEROS: M. C. G. S.         </small>	<small>           DISEÑO:             INGENIERO: M. C. G. S.         </small>	<small>           FECHA:             OCTUBRE 1979         </small>



