

12.10



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA EXPLORACION
PETROLERA EN MEXICO

T E S I S

Que para obtener el Título de
INGENIERO GEOFISICO

p r e s e n t a

ASSAAD SULAIMAN MOHAMMAD

México, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA

Dirección
60-I-115

Señor SOULAIMAN MOUHAMED CHALA ASSAD.
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el Prof. Ing. - Guillermo Hernández Moedano, para que lo desarrolle como tesis - para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO GEOFISICO.

"IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA EXPLORACION PETROLERA EN MEXICO"

INTRODUCCION.

- I PANORAMA PETROLERO DE MEXICO.
- II EXPLORACION PARA LA BUSQUEDA DE HIDROCARBUROS.
- III POSICION DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA EN LA FASE PRODUCTIVA.
- IV LA FASE FINANCIERA EN LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA.
- V CONCLUSIONES.
- BIBLIOGRAFIA.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento - con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar -- Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como - - requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así - como de la disposición de la Coordinación de la Administración - Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los - ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente.
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., 4 de julio de 1983.
EL DIRECTOR

Dr. Octavio A. Rascón Chávez

me
OARCH'NRV'838

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِكَ حُبِّكَ وَأَحْتِرَامِ أَهْدِيهِ هَتْرَهُ الرُّسَالَهُ
إِلَّاكَ وَالِدِيَّ وَالِدَتِي وَإِلَّاكَ جَدَّتِي رَحِمَهَا اللَّهُ.
أَهْدِيهَا كَذَلِكَ إِلَى كُلِّ مَنْ إِخْوَتِي فِي سُورِيهِ
وَالْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

A MIS PADRES Y HERMANOS:

CON RESPETO Y DEVOCION.

A MIS HIJAS SHAHLA Y TAMRA:

CON AMOR.

A MI ESPOSA:

POR SU AYUDA Y ORIENTACION.

UN GRATO RECUERDO A MIS PROFESORES Y
TAMBIEN A MIS COMPAÑEROS QUE HEMOS -
CONVIVIDO LARGO TIEMPO. A TODOS LES -
DESEO MUCHA SUERTE.

LA IGNORANCIA ES PELIGROSA. EL CONOCIMIENTO
REPRESENTA LA FUERZA QUE DESVANECE EL TE-
MOR. EL MIEDO EXILIA AL INDIVIDUO DE LA VIDA.
EL AUTOENTENDIMIENTO LE PROPORCIONA A USTED
LOS FUNDAMENTOS PARA LA CONSECUCION DE UNA
VIDA ARMONIOSA Y SANA.

IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA EXPLORACION
PETROLERA EN MEXICO

CONTENIDO

	PAG.
INTRODUCCION	... 1
CAPITULO I PANORAMA PETROLERO DE MEXICO	
1) Antecedentes Históricos del Petróleo en México.	... 5
2) Panorama Petrolero Actual de México	... 58
CAPITULO II EXPLORACION PARA LA BUSQUEDA DE HIDROCARBUROS.	... 76
CAPITULO III POSICION DE LA ACTIVIDAD EXPLORA TORIA EN LA FASE PRODUCTIVA.	
1) Objetivo.	... 101
2) Conversión de Unidades.	... 103
3) Datos Generales del Territorio Nacional. . .	104
4) Actividad de Exploración.	... 105
5) Actividades de Exploración Terrestre - Por Tipo de Exploración en el Terri- torio Nacional.	... 108
6) Actividades de Exploración Marina por Tipo de Exploración en el Territorio- Nacional.	... 112
7) Total de Actividades de Exploración -- Terrestre por Zona.	... 115
8) Actividades de Perforación Explorato- ria.	... 118

9) Total de Pozos de Exploración Perforados Productivos e Improductivos.	...	121
10) Evolución de la Reserva Probada de Hidrocarburos.	...	124
11) Campos Descubiertos de Crudos y Gas Natural.	...	127
12) Evolución de la Producción Anual de Crudo y Gas Natural.	...	129
13) Relación del Total de Reservas Probadas de hidrocarburos a Producción Anual.	...	132
14) Relación de Reservas Probadas de Gas Natural a Producción Anual.	...	135
15) Aspecto Nacional e Internacional de los Hidrocarburos.	...	138

CAPITULO IV LA FASE FINANCIERA EN LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA.

1) Objetivo.	...	146
2) Gastos Totales de Exploración y Perforación. (Millones de Pesos)	...	148
3) Ventas Totales de Crudos, Productos Petrolíferos y Gas Natural (Millones de Pesos).	...	149
4) Gráfica Comparativa entre Gastos de Exploración y Perforación y las Ventas Totales de Crudos, Productos Petrolíferos y Gas Natural.	...	150
5) Volumen de Ventas Totales de Productos Petrolíferos y Gas Natural.	...	151

	6) Costo de la Perforación de Pozos - Exploratorios.	...	153
CAPITULO V	CONCLUSIONES.	...	154
	APENDICE "A"	...	156
	APENDICE "B"	...	157
	BIBLIOGRAFIA.	...	159

I N T R O D U C C I O N

Me pregunto a mí mismo como geofísico, si sé ¿Cuál es mi papel en este campo, de la ciencia de la tierra? La respuesta lógica inmediata que dá cualquier geofísico será: Buscar hidrocarburos, minerales, agua, etc.; es -- cierto, pero, me viene a la mente que el estudiante, así como el profesionista del ramo no tienen la idea de que el Universo se mueve en función de intereses creados por el hombre, como por ejemplo, una empresa gasta recursos monetarios para lograr ganancias, como es el caso de Petróleos Mexicanos.

El aspecto productivo y la comercializa -- ción de los hidrocarburos, en cuanto a exploración se refiere, son dos fases económicamente importantes para una nación.

Dentro de la rama de Ciencias de la Tie-- rra, se encuentra el campo de la exploración de los hidrocarburos en sus dos fases, tanto productiva como financiera, por lo que pretendo llevar al lector mediante el presente trabajo - a una mejor comprensión de lo que significa la exploración de los hidrocarburos.

El fenómeno estadístico de la exploración-petrolera en sus dos fases: productiva y financiera, es sumamente importante, porque refleja el estado real económico de esta industria, comparando gastos y ganancias. aparte de la importancia científica en cuanto al avance tecnológico, así como la experiencia en este ramo.

El presente trabajo es una recopilación de datos de distintas instituciones gubernamentales y privadas en México, en el cual, se elaboraron tablas y gráficas que reflejan en una forma fácil de comprender la situación de la exploración y distribución de crudo y gas natural en las diferentes áreas en forma global, así como el porcentaje de egresos e ingresos del mismo, con la finalidad de una mejor orientación económica en una dirección adecuada para el bienestar de una nación.

El desarrollo lógico de esta tesis hace que cualquiera persona siendo técnico o humanista, entienda en una forma sencilla el objetivo fundamental, que es, demostrar la importancia de la exploración de hidrocarburos en el campo económico de una nación productora de hidrocarburos, co -

mo en este caso es México, por lo tanto, todo el análisis -- efectuado se puede utilizar como guía para el estudio económico de la rama en cualquiera nación con el modelo económico mexicano, básicamente petrolero.

No hay que olvidar que el trabajo está orientado en sus dos fases a la exploración de hidrocarburos -- únicamente, señalando que existen también otros campos, como son: producción y petroquímica.

Es preciso señalar que el presente análisis estadístico básicamente se ha apoyado en datos desde 1938 época de la expropiación petrolera a 1979 época del gran auge petrolero; pero se observa una gran ausencia de datos importantes en este campo de la exploración, de 1938 a 1967, debido al sistema político con fines razonablemente conocidos.

Los datos obtenidos y registrados en este trabajo son fácilmente comprobables, por lo que, podemos -- confiar en un alto porcentaje en ellos como una fuente de información.

Aquellos interesados en ampliar sus conocimientos en este ramo pueden consultar la bibliografía localizada en las últimas páginas de esta tesis: así como las referencias en cada cuadro de datos.

Capítulo I

PANORAMA PETROLERO DE MEXICO

1. Antecedentes Históricos del Petróleo en México.

El petróleo era ya conocido en tiempos muy remotos, durante la época precortesiana: las tribus que habitaron el territorio mexicano lo utilizaron como material de construcción, medicina, pegamento, impermeabilizante, y como incienso para sus ritos religiosos. Los totonacas, habitantes de la mayor parte del Estado de Veracruz, lo recogían de la superficie de las aguas y lo empleaban como iluminante: esta entidad es actualmente una de las más ricas en hidrocarburos de la República Mexicana.

En 1579 Melchor de Alfaro Santa Cruz escribe acerca de la existencia del petróleo en México.

En 1783 el 22 de Mayo en Aranjuez, Carlos III expide los reglamentos reales relativos a los minerales de la Nueva España, en los cuales se refiere al pe

tróleo llamándole Bitumen o jugo de la tierra.

En 1836 el 22 de Diciembre el Tratado de Amistad entre México y España se firma en Madrid y los derechos sobre bitúmenes o jugos de la tierra se transfieren a México.

En los años de 1860 a 1862 el Ingeniero de minas Antonio del Castillo, llevó a cabo una perforación de 15 centímetros de diámetro, en un lugar que se localiza entre el Cerro del Tepeyac y la Colegiata, de la cual brotó agua mezclada con petróleo en cantidades abundantes. El petróleo se empleó en lámparas iluminantes. En el Museo Nacional de Antropología e Historia se encuentra un frasco que contiene una muestra del petróleo hallado en ese sitio.

En el año de 1861, el comerciante español Angel Sainz Trápaga, introdujo por primera vez el uso del quinqué en el puerto de Tampico. El señor Sainz Trápaga, que había establecido un negocio de ferretería y mercería en ese puerto, tuvo la necesidad de hacer un-

viaje a Europa para proveerse de los artículos que expedian en su giro, percatándose que en España, Francia e Inglaterra, el uso de la lámpara de kerosina era ya muy generalizado, importando estos productos de Estados Unidos. De regreso a México pasó por Nueva York, en donde compró quinqués y barriles de kerosina para venderlos en su tienda.

En el año 1863, el sacerdote Manuel Gil y Sáenz, descubrió lo que él llamó "Mina de Petróleo de San Fernando", cerca de Tepatitlán, Tab., que no era sino una de tantas chapopoterías que en esa región existen y de las cuales se puede obtener fácilmente petróleo natural.

En 1864 Idefonso López pide al secretario de obras públicas su autorización para iniciar la explotación de los resumideros petrolíferos de San José de las Rusias y Chapopote. Tamaulipas.

El emperador de México, Maximiliano de Habsburgo, otorgó 38 concesiones a particulares, del 14 -

de noviembre de 1864 al 6 de noviembre de 1865.

El propio emperador decretó el 6 de Julio de 1865 la reglamentación del laboreo de las sustancias - que no eran metales preciosos en el Art. 22, Título 6º, - de las "Reales Ordenanzas para la Minería de Nueva España", mencionando el betún y el petróleo en su Art. 1º, - cuyo texto es el siguiente:

Art. 1º.: "Nadie puede explotar minas de - sal, fuente o pozo y lagos de agua salada, carbón de piedra, betún, petróleo, alumbre, kaolín y piedras preciosas sin haber obtenido antes la concesión expresa y formal de las autoridades competentes y con la aprobación del Ministerio de Fomento. Las florescencias superficiales de cualquier especie de todas las otras sustancias no expresa - das en este artículo, no son denunciables".

En 1869 el Doctor Adolph Autrey, perforó el primer pozo en México, alcanzando una profundidad de 28 metros cerca del cerro de Furbero. En un -

principio la producción era muy baja, pero más tarde aumentó gracias a las excavaciones y túneles que se hicieron.

En 1869 la Compañía Explotadora del Golfo, S. A. realizó trabajos para explotar yacimientos petrolíferos en Cuyas, hoy Poza Rica, Ver..

En 1875 el Dr. Autre instaló una refinería en las afueras de Papantla, Ver. para producir petróleo para el uso local.

En 1880 los ingenieros estadounidenses Samuel Fairbum y George Dickson, comenzaron la construcción de una pequeña refinería en el puerto de Veracruz, - siendo terminada en 1886, y que llevó por nombre "El Águila".

El 16 de abril de 1881, el Doctor Adolph-Autrey, tomó posesión de una mina de petróleo a la que puso el nombre de "La Constancia", en terrenos del Cantón de Papantla, Ver., El Doctor Autrey era de origen irlandés, ciudadano norteamericano que al terminar la gue-

rra de sucesión en el vecino país del norte (1861-1865), - como muchos de sus compatriotas surianos, no quedó conforme con el resultado de la misma y se expatrió voluntariamente a México, radicando en Papantla, Ver., naturalizándose más tarde mexicano.

El 21 de agosto de 1882, en la "Exposi--ción de Querétaro", el Doctor Autrey recibió un diploma--en el que se le reconocía la magnífica calidad del petró--leo iluminante producido en su refinería de Papantla, cuyo alambique había construido un norteamericano de apellido--Bond. Para transportar el petróleo desde "La Constancia" hasta Papantla, utilizaron mulas de aparejo. (1)

Más tarde, como casi todos los negocios--mineros pasaron a poder de ingleses, operaron en la re--gión de Papantla, la "London Oil Trust", en la que parti--cipó Cecil Rhodes, fundador del poderoso imperio inglés - en Africa del Sur, y la "Mexicana Oil Corporation".

Hacia el año 1883, el Doctor Simón Sarlat Nova hizo la denuncia de la mina del sacerdote Gil y - -

(1) Ver referencia Apéndice A.

Sáenz para explotarla por su cuenta formando sociedad con el licenciado Serapio Carrillo y otras personas, e inició la explotación de varias chapopoterías, invirtiendo en esa empresa un millón de pesos. Efectuó varias perforaciones a poca profundidad con equipo adquirido en Estados Unidos y obtuvo una producción para la cual faltó mercado. Al Doctor Sarlat Nova se le puede considerar como precursor de la explotación petrolera en Tabasco y los lugares en los que él perforó, fueron trabajados tiempo después por la Casa "Pearson and Son" en el año 1905. Siendo gobernador de su estado natal, mandó editar una "Reseña Geográfica y Estadística del Estado de Tabasco", con la que se conocieron las primeras noticias oficiales sobre formaciones petrolíferas en esa entidad, que llegaron a la Secretaría de Fomento mediante un informe rendido por el propio Doctor Sarlat.

El 18 de marzo de 1884, Pedro Bejarano, Manuel María Contreras y Francisco Bulnes, presentaron el "Proyecto del Código de Minería de la República Mexicana", que fué aprobado el 22 de noviembre del mismo año, mediante las reformas a que hubo lugar, de acuerdo

con las circunstancias que prevalecían en la industria de esa época, llevando por título "Código de Minas de los Estados Unidos Mexicanos".

El 28 de julio de 1884 el Doctor Adolph Autrey e Ignacio Huacuja, celebraron ante el notario Isaac M. Fuentes, un contrato de asociación en el que el segundo aportó la cantidad de \$ 20,000.00 M.N., percibiendo utilidades del 80%. Esta sociedad llevó a cabo trabajos de localización y explotación de las zonas chapopoterías que existían en la región de Papantla, Ver..

En 1886 la firma Waters Pierce Oil Co. construyó en Veracruz, Ver., una refinería con capacidad de 500 b/d* para procesar el petróleo crudo importado de Estados Unidos. Diez años más tarde fundó una refinería en Arbol Grande, en la margen izquierda del Río Pánuco, entre la Ciudad de Tampico y la desembocadura del río, para procesar dos mil barriles diarios de petróleo crudo importado de Estados Unidos y convertirlo en kerosina.

En 1898, la Waters Pierce Oil Co. compró

* b / d Barriles por día.

la refinería que construyeran Fairburn y Dickson en el -- Puerto de Veracruz, cambiándole el nombre de "El Aguila" por "El Gallo".

A fines del siglo XIX, el Gobierno Porfirista contrató los servicios de la casa Pearson and Son., de Inglaterra, para que se hiciera cargo de las construcciones del Ferrocarril Nacional de Tehuantepec y los Puertos de Salina Cruz, Oax., y Coatzacoalcos, Ver., durante los -- trabajos de estas construcciones se encontraron ricas zo-- nas chapopoteras y el señor Pearson las explotó por su -- cuenta, para obtener petróleo iluminante, que en aquel entonces tenía gran aceptación.

Finalizaba el año 1899, cuando el señor A. Robinson, Presidente del Ferrocarril Central Mexicano, escribió a su amigo Edward L. Doheny para invitarlo a ha-- cer una visita de inspección a las zonas chapopoteras existentes en las costas del Golfo de México.

Edward L. Doheny era un aventurero que se dedicaba a la minería, buscador incansable de plata, oo

ro y petróleo, había llevado a cabo valiosos descubrimientos en Los Angeles, Cal., E. U. A. Ambicioso como era y seducido por la carta del señor Robinson, partió rumbo a Tampico a principios de 1900, en compañía de su socio, el experto Charles A. Canfield, a bordo del lujoso carro de ferrocarril "Stella".

En abril de 1900, en la Hacienda de Aragón, propiedad de la familia González, situada en las proximidades de Tampico, se hizo la perforación de un pozo artesiano; al llegar a la profundidad de 150 metros, brotó una gran masa mezclada con gas carbónico acompañada de petróleo, del que se recogieron 400 litros diarios. La parte mezclada con el torrente de agua se perdió en los canales de desagüe de la finca. El petróleo que brotó era amarillo de muy buena calidad, que en esa época se cotizaba a buen precio en el mercado de los iluminantes que utilizaban los quinqués.

La hacienda "El Tulillo", en el municipio de El Ebano, S. L. P., fué el escenario en el que principió verdaderamente la historia del petróleo en México.

En marzo de 1901, en un rancho de la hacienda denominada "La Dicha", principiaron los trabajos de localización y se perforó el primero de diecinueve pozos el 1º de abril del mismo año. La madrugada del 14 de mayo del propio año, al llegar a la profundidad de 165.68 metros, brotó petróleo con tal fuerza que expulsó la herramienta del fondo, interrumpiendo la perforación. De este pozo clasificado como "surgente", se logró una producción de 50 barriles diarios.

El 24 de diciembre de 1901, el Honorable Congreso de la Unión, decretó la Ley del Petróleo de los Estados Unidos Mexicanos, cuyo texto es el siguiente:(2)

Art. 1º. Se autoriza al Ejecutivo Federal para conceder permisos a fin de hacer exploraciones en el subsuelo de los terrenos baldíos o nacionales, y los lagos, lagunas y albuferas que sean de jurisdicción federal, con el objeto de descubrir las fuentes o depósitos de petróleo o carburos gaseosos de hidrógeno que en él puedan existir.

Igualmente se autoriza al Gobierno Federal

para expedir patentes por virtud de las cuales hayan de hacerse, de conformidad con las prescripciones de esta Ley, las explotaciones de las fuentes o depósitos de petróleo o carburos gaseosos de hidrógeno.

Art. 2º. Los permisos que hayan de otorgarse de conformidad con el artículo anterior, podrán concederse ya sea a particulares o a compañías debidamente organizadas, y sólo durarán un año improrrogable, contado de la fecha de la publicación del permiso en el "Diario Oficial". Durante este tiempo nadie más que la persona o compañía a cuyo favor haya sido otorgado el respectivo permiso, tendrá derecho para hacer exploraciones dentro de la zona a que aquel se refiera, para lo cual se señalarán en dicho permiso, y con toda precisión, los linderos de ella y su extensión superficial.

Los permisos para exploraciones causarán un derecho de cinco centavos por hectárea, que se hará en efectivo con estampillas, las que se adherirán y cancelarán en el documento que al efecto se extienda a los interesados. Los particulares o compañías que al amparo de permisos concedidos por la Secretaría de Fomento,

descubran manantiales o depósitos de petróleo, o carburos gaseosos de hidrógeno, darán aviso inmediatamente a dicha Secretaría, para que se expida la patente por virtud de la cual habrán de explotar las fuentes o depósitos descubiertos y para la expedición de esas patentes se llenarán los siguientes requisitos: (3)

I. La Secretaría de Fomento designará uno o más peritos para que procedan a examinar las fuentes o depósitos de petróleo o carburos gaseosos de hidrógeno descubiertos, y emitan un informe pericial.

II. Las fuentes o manantiales descubiertos deberán ser capaces de producir cada uno, cuando menos, dos mil litros diarios de petróleo, o veinte mil litros en el mismo tiempo de carburos gaseosos de hidrógeno de buena calidad y adecuados para combustibles en su estado natural.

III. El cumplimiento de las obligaciones que se deben contraer, de acuerdo con los preceptos de esta ley, se garantizará debidamente con un depósito de Bonos de la Deuda Pública, cuyo importe fijará el Reglamento respectivo.

Art. 3^o. Las patentes de explotación dura-

rán diez años, a contar desde la fecha de su publicación - en el "Diario Oficial". Terminado este plazo, cesarán las franquicias y concesiones otorgadas a los explotadores, a sí como las obligaciones contraídas y que se especifican - en los artículos correspondientes de esta Ley.

Los descubridores de petróleo o carburos gaseosos de hidrógeno, que de acuerdo con la ley, obtuvieron su patente respectiva, gozarán para la explotación de aquellas sustancias de las franquicias siguientes:

I. Exportar libres de todo impuesto los productos naturales, refinados o elaborados que procedan de la ex--plotación.

II. Importar libres de derechos, por una sola vez, las máquinas para refinar petróleo o carburos gaseosos de hidrógeno, y para elaborar toda clase de productos que --tengan por base el petróleo crudo: las tuberías necesarias para estas industrias, así como los accesorios para estas tuberías, bombas, tanques de hierro o de madera, barri--les de hierro o madera, gasómetros y materiales para --los edificios destinados a la explotación, quedando estas -importaciones sujetas a las disposiciones y reglas que dice

te la Secretaría de Hacienda.

III. El capital invertido en la explotación de petróleo o carburos gaseosos de hidrógeno, será libre. por - - diez años, de todo impuesto federal, excepto el del timbre.

Igual exención tendrán todos los productos de esa explotación, mientras no pasen a ser propiedad de tercera persona.

IV. Los concesionarios tendrán el derecho de comprar los terrenos nacionales necesarios para el establecimiento de sus maquinarias y oficinas, al precio de tarifa de los terrenos baldíos que esté vigente en la fecha de la publicación de la patente.

V. Para el mismo establecimiento a que se refiere la fracción anterior, y cuando se trate de terrenos que sean de propiedad particular, los mismos concesionarios tendrán el derecho de expropiar a dichos particulares.

VI. Las empresas tendrán además el derecho de establecer tuberías para conducir los productos de la explotación por los terrenos de propiedad particular, que sean necesarios a fin de facilitar su venta y siempre que no sean con el objeto de establecer un servicio en el cual dichos productos sean consumidos.

VII. Además de las franquicias anteriores, los -- primeros que en un Estado o en los Territorios de Tepic y la Baja California descubran depósitos o fuentes de petróleo o carburos gaseosos de hidrógeno, de manera que cada pozo rinda por lo menos dos mil litros cada veinticuatro horas, gozarán del privilegio consistente en que alrededor del pozo primitivo en el que hubieren hecho aquel descubrimiento, y a una distancia que variará en proporción con el capital invertido en el descubrimiento, y en todos los gastos, para que pueda comenzar la explotación, nadie tendrá derecho de abrir pozos de exploración o para la explotación de aquellos mismos productos. La distancia a que se refiere este privilegio no podrá exceder de tres kilómetros, será fijada, en cada caso, por la Secretaría de Fomento, de acuerdo con el Reglamento correspondiente que al efecto debe expedir.

VIII. El privilegio de que habla la fracción anterior, tendrá una duración proporcionada al capital invertido en el descubrimiento del depósito o fuente de petróleo y a los gastos para comenzar la explotación. Dicha duración no podrá exceder de diez años, y será fijada, en cada

caso. por la Secretaría de Fomento, de acuerdo con el Re
glamento a que se refiere la fracción anterior.

IX. Podrán los descubrimientos a que se refiere -
la fracción séptima. adquirir el terreno siempre que sea -
de propiedad nacional. a precio de tarifa. y en una exten-
sión igual a la que les corresponda, conforme a lo que dis
pone la misma fracción séptima.

Basándose en esta Ley, el General Porfirio
Díaz. hizo las primeras concesiones importantes a los ex-
tranjeros. el inglés Weetman Dickinson Pearson y el nortea-
mericano Edward L. Doheny.

A fines de 1901 el Ministro de Hacienda --
José Ives Limantour, giró un oficio al Ministro de Fomen-
to. Manuel Fernández Leal, para que nombrara una comi-
sión de geólogos del Instituto Geológico de México. que en
aquel entonces dependía de ese Ministerio y se hiciera ---
cargo de un estudio concienzudo sobre las posibilidades pe
troliíferas que presentaba la costa del Golfo de México e -
informara no solamente de las perspectivas de esas tie- -
rras. sino también de las actividades de la Mexican Petro-

leoum Co. en El Ebano, de la cual era presidente Edward L. Doheny de la Pearson and Son Ltd. Esta comisión tenía por objeto conocer las probabilidades que había para eliminar a la Waters Pierce Oil Company del mercado de los iluminantes, en virtud de que ésta última no estaba de acuerdo con los impuestos que el Gobierno fijaba al petróleo y lo atacaba por medio de la prensa mexicana y estadounidense, diciendo que el equilibrio económico de México dependía de los impuestos que aportaba la compañía.

La Waters Pierce Oil Company, era subsidiaria de la Standard Oil Company (más tarde grupo Sinclair Pierce Oil Corp.) operaba en México desde 1886, siendo su fundador Henry Clay Pierce. Esta compañía se encargaba de surtir el petróleo para alumbrado a todas las poblaciones de la República, importándolo de Estados Unidos y tratándolo en su refinería de Tampico. Más tarde a solicitud de la Pierce Oil Corporation, de fecha 23 de abril de 1924, quedó inscrita en el registro del Departamento de Petróleo, que en aquel entonces dependía de la Secretaría de Industria y Comercio, el 18 de noviembre del mismo año, con el número 569.

La comisión quedó integrada por los geólogos Juan Villarelo y Ezequiel Ordoñez en diciembre de 1901 y partió rumbo a Valles, Tempoal, Ebano, etc., en febrero de 1902. Un accidente ferroviario impidió al ingeniero Ordoñez continuar con el resto de los trabajos que se le habían encomendado y tuvo que regresar a la ciudad de México para curarse de las heridas que recibió, pero los estudios realizados en la región de Ebano fueron más que suficientes para formarse una opinión favorable, misma que hizo constar en un informe rendido al Ministro Li-Mantour, que le costó el desprestigio y su separación definitiva del Instituto Geológico de México, en donde había prestado sus servicios desde su fundación, ya que su compañero de trabajo había proporcionado una opinión negativa a la que se concedió erróneamente más crédito que a la suya.

Platicaba don Ezequiel Ordoñez que al entregar su informe al Ingeniero José Guadalupe Aguilera, Director del Instituto Geológico de México, éste después de examinar su trabajo, le mostró una probeta que contenía un líquido negrozco y le dijo: "Ingeniero Ordoñez, en esta

probeta se encuentra todo el petróleo que hay en México".

Cuando el señor Doheny se enteró de la injusticia que había cometido con Ezequiel Ordoñez, lo contrató para que trabajara en la Mexican Petroleum, y con el asesoramiento económico y técnico de don Ezequiel inintensificó los trabajos de perforación en Ebano, para comprobar la veracidad de la opinión que antes emitiera el geólogo mexicano ante la Secretaría de Hacienda, pero desgraciadamente la compañía estaba al borde de la quiebra, pues según confesiones del propio Ordoñez, había perdido él y Candfield al terminar de perforar en diciembre de 1903 el último de los diecinueve pozos, la cantidad de 2.5 millones de dólares. además los accionistas de California ya no querían suscribir más capital en la compañía y los bancos estadounidenses se negaban a otorgar más créditos a la Mexican Petroleum Co., por lo que Doheny decidió suspender sus operaciones y dejar el personal estrictamente necesario para la vigilancia de la propiedad.

La situación por la que atravesaba la compañía era fácil de comprender, pues la raquítica produc--

ción diaria que rindió el trienio 1901 - 1903 fué de: 28, -
110 y 193 barriles respectivamente.

A pesar de esta situación, Doheny no se -
dejó vencer y recurrió a su amigo Gerardo Meade, que e-
ra entonces consejero del Banco de San Luis Potosí, S. A.
y éste intercedió en su favor para que esa Institución le -
concediera un crédito por \$ 50,000.00 M.N.

Una conversación que sostuvieron una no-
che del mes de diciembre de 1903 los señores Doheny, -
Canfield y Ordoñez, cambió el destino hasta entonces som-
brío de la Mexican Petroleum Co., En esa plática Eze- -
quiel Ordoñez trató de convencer a Doheny de que el sitio
ideal para encontrar petróleo era lo más cerca posible del
cerro de La Pez, basado en los estudios que había realiza-
do en la región y aconsejaba a éste que suspendiera los -
trabajos en la llanura entre el cerro de "La Dicha", la -
estación de Ebano y la laguna, para que empezara traba--
jos al pie del cerro de La Pez, Doheny y Canfield por su-
parte decían que esta opinión era una idea descabellada -
imposible de llevarse a cabo. Después de muchas discusion

nes, Ezequiel Ordoñez logró convencer a Doheny y se acordó salir rumbo al cerro de La Pez a la mañana siguiente. - Sirviéndose de diversos medios de transporte llegaron al pie del cerro. Doheny, Canfield, Ordoñez y Herbert Wyle - éste último era el brazo derecho de Doheny.

En cuanto llegaron a su destino, Ezequiel Ordoñez se dirigió a una chapopotera, un poco fuera de ella y a unos cuantos metros de un pequeño cantil de lava, - al pie mismo de la colina e indicó a sus compañeros el lugar en donde debían perforar, pero esta localización motivó nuevamente las protestas de los norteamericanos y tuvo que volver a convencer a Doheny. Después de muchas y acaloradas discusiones lograron ponerse de acuerdo y Doheny dió instrucciones a Wylie para proceder inmediatamente.

Después de vencer numerosas dificultades, se logró transportar la maquinaria, y pocos días después comenzó la perforación. El martes 14 de mayo de 1901. - al llegar a una profundidad de 177 pies. (13 metros). la primera localización arrojó una producción de 28 barriles-díarios. El 3 de abril de 1904, Domingo de Pascua, cuando

perforaban a una profundidad de 501.60 metros, brotó el pozo denominado "La Pez 1", lanzando un chorro de petróleo negro a 15 metros de altura, con una producción de -- 1,500 barriles diarios, que se sostuvo durante varios años.

Y así, gracias a la valiosa intervención, -- a la tenaz insistencia del Ingeniero Ezequiel Ordoñez y a -- la aportación de capital mexicano, principió comercialmente la producción de petróleo en la República Mexicana.

En 1903, la Mexican Petroleum Co. construyó en Ebano, S. L. P., la primera refinería en México dedicada a la producción de asfalto con una capacidad inicial de 2,000 barriles diarios y, anexa a la refinería instaló -- una fábrica de tambores de lámina de acero para envasar el producto. La refinería fué clausurada alrededor del año 1913.

En el año de 1904, la Pearson and Son Li mited, que presidía Sir Weetman Dickinson Pearson, había adquirido grandes extensiones en la región del Istmo de -- Tehuantepec, en donde realizaba perforaciones en las zonas de San Cristobal y Potrerillos, cerca de Minatitlán, sobre-

el Rio Coatzacoalcos. También la Oil Fields of México -- Company hacía preparativos para perforar en terrenos de su propiedad en Cugas, en el cantón de Papantla, del Estado de Veracruz.

El 3 de abril de 1904 descubren el primer campo petrolero comercial cerca de El Ebano, San Luis Potosí.

Mucho antes de que el señor Doheny encontrara petróleo, éste, aprovechando su amistad con el señor Robinson, había conseguido la concesión de proveer de petróleo crudo al Ferrocarril Central Mexicano, pero la Waters Pierce, previendo que este negocio podría destruir su imperio en el mercado de los iluminantes, intervino para que no se llevara a efecto esta concesión. Mas, como se dijo en párrafos anteriores, Doheny no se dejaba vencer con facilidad, acudió nuevamente a su amigo el señor Robinson, consiguiendo firmar el día 10 de mayo de 1905 un contrato por medio del cual la Mexican Petroleum Company se comprometía a surtir al Ferrocarril Central-Mexicano 6,000 litros diarios de petróleo crudo por un pe

río de quince años. A fines de este mismo año, la locomotora propiedad del Ferrocarril Central Mexicano, que hacía el recorrido entre Tampico y San Luis Potosí, quemaba como combustible petróleo crudo procedente de Ebano.

El señor Doheny era hombre de mucha iniciativa y tuvo la idea de probar la calidad del asfalto producido en Ebano, asfaltando varias calles de la Ciudad de México, obteniendo resultados tan satisfactorios que solicitaron sus servicios para asfaltar algunas calles de Tampico, Veracruz, Guadalajara, Puebla, Monterrey y Chihuahua. Traspasó las fronteras, pues también con este magnífico asfalto se pavimentaron arterias de algunas ciudades de Estados Unidos.

El 19 de abril de 1906, el H. Congreso de la Unión aprobó un proyecto enviado por el General Porfirio Díaz en los términos siguientes: "Se aprueban los dos contratos celebrados el 18 de enero y el 4 de febrero de 1906, entre la Secretaría de Fomento y la Compañía Pearson and Son Ltd., para la exploración y explotación de los criaderos del petróleo existentes en el subsuelo de los

lagos, lagunas y terrenos baldíos nacionales, ubicados en los Estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas, Campeche, - San Luis Potosí y Tamaulipas".

Los terrenos que adquirió el señor Doheny en la zona de la Huasteca en los años 1905 - 1906, sentaron la base para que se formara otra compañía: La "Huasteca Petroleum Company", que fué constituida el 12 de febrero de 1907.

En el año 1908 se constituyó la Compañía de Petróleo "El Aguila, S. A. ", con capital inicial de -- \$ 100,000.00 M.N., y el 28 de marzo del mismo año la refinería de "El Aguila" empezó a elaborar productos para el comercio en una planta que tenía capacidad para 2,000-barriles diarios.

El 4 de julio de 1908 la capacidad productos del subsuelo mexicano se conoció claramente con el incendio del pozo número 3 de "Dos Bocas", en la hacienda de San Diego de la Mar, municipio de Tantima en el Norte de Veracruz, que ardió 57 días y se agotó por agota- -

miento el 30 de agosto del mismo año. En su lugar quedó una laguna de agua salada con un diámetro de 500 metros, que aún existe. Este pozo fué perforado junto con otros dos por la Pennsylvania Oil Company, subsidiaria de los intereses "Pearson and Son Ltd", brotó con tal ímpetu -- que la fuerza de la presión expulsó la tubería del fondo, -- incendiándose en el acto. Se perforó a una profundidad de 555.40 metros. La causa de esta conflagración fué la -- gran cantidad de gas con que brotó y los esfuerzos para extinguir el incendio fueron impotentes, no obstante que -- el Gobierno envió un batallón de tropas para auxiliar a -- la compañía.

Una de las muchas dificultades para con- -- trolar este desastre, único en la historia petrolera mundi- -- al, era la de que no solo por la boca del pozo brotaba el -- petróleo con gran cantidad de gas, sino que la presión -- abrió numerosas grietas alrededor de aquél, por las que -- también salía petróleo y gases, formando un círculo de -- fuego que impedía acercarse al lugar del siniestro.

En 1909, la compañía petrolera "El Aguila

S. A. ", cambió su razón social, y en adelante se denomina rfa "Compañía Mexicana de Petróleo El Aguila, S. A. " au - mentando su capital a 24.5 millones de pesos.

Otro accidente que, de no haber actuado - los directivos de la Huasteca Petroleum Company con la - rapidez que lo hicieron hubiera arruinado una rica zona - petrolera, fué el del pozo Juan Casiano Número 7 que brotó el 8 de septiembre de 1910 lanzando un chorro de petróleo tres veces la altura de la torre, las torres de perforación miden 37.21 metros de altura, inmediatamente dieron instrucciones de cerrar la válvula, pero era tal presión, - que empezaron a abrirse grietas alrededor del pozo por -- las que salía una gran cantidad de petróleo y gases, los -- técnicos, al darse cuenta del peligro que se avecinaba, no - tuvieron más remedio que abrir nuevamente la válvula y de - jar correr el petróleo libremente, evitando que saliera por las grietas, y más tarde trataron de controlar la válvula. - Para colmo de males, un nuevo peligro avecinaba, pues es en la industria del chapopote, que había alcanzado una gran extensión, no se sabe si por accidente o deliberadamente, - alguien le prendió fuego. Por fortuna, la parte que ardió se

encontraba muy lejos del pozo, pero el fuego avanzaba con gran rapidez hacia éste, al percatarse de ello, los directivos de la compañía actuaron con la rapidez que el caso requería y lograron reunir cerca de un millar de trabajadores de los poblados cercanos para construir un dique de tierra lejos del pozo y detener el incendio.

Se calcula que durante los ocho días que duraron las maniobras para salvar el pozo, la pérdida de petróleo fué de 25,000 barriles diarios, hasta que se logró entubarlo en el oleoducto que la compañía había tendido con anterioridad, pero que no se había terminado, porque el dueño del predio, se oponía terminantemente a que pasara por su propiedad.

Durante los diez años exactos que duró en actividad, este pozo tuvo una producción que excedió a los 71'000,000 de barriles.

El 9 de junio de 1910. la Compañía Mexicana de Petróleo El Aguila, S. A. comenzó a perforar el pozo número 4 "Potrero del Llano" y el 27 de diciembre del mig

mo año, al llegar a la profundidad de 587 metros, brotó -
petróleo acompañado de gran cantidad de gases con tal - -
fuerza que se elevó a una altura de 50 metros. Este pozo--
se localizó en la margen izquierda del arroyo de Buena --
Vista en terrenos del rancho El Potrero, municipio de --
Temapache, cantón de Tuxpan, Ver., Se calcula que du --
rante los 95 días que duraron las maniobras de la compa--
ñía para controlarlo, su pérdida fué de dos millones de --
barriles.

El 20 de noviembre de 1910, estalló el mo
vimiento armado que conocemos con el nombre de Revolu-
ción Mexicana y que en ningún momento alteró la marcha-
de la industria petrolera, pues su ritmo de ascenso comen-
zó precisamente en el año de 1911, acusando una produc--
ción de 12'546,826 barriles, muy superior a la de 1910 -
que fué de 3'632,192 barriles. A Partir de 1911 siguió as-
cendiendo hasta llegar a su "Epoca de Oro" en 1921, con -
193'397,586 barriles al año ocupando el segundo lugar en -
la producción mundial.

Ya para finalizar el año 1910, la cantidad -

de petróleo con la que México contaba era superior a la - que exigía el consumo nacional, por lo que se pensó seria - mente en exportar el excedente. El primer embarque de - petróleo rumbo al extranjero lo vendió la Huasteca Petro - leum Company a la Magnolia Petroleum Company, y consis - tió en 30,262 barriles que salieron con destino a Sabine, - Texas, E. U. A., en el buquetanque "Capitán A.F. Lucas".

Los datos relatados anteriormente fueron - motivo para que las compañías petroleras extranjeras se - establecieran de lleno en el País, invitadas por el Gobier - no del entonces Presidente de la República, General Porfi - rio Díaz, quién otorgó concesiones basado en la Ley de - 1901. Pero éstas no solo se dedicarían a explotar el sub - suelo, sino también al pueblo mexicano. Las compañías - más fuertes que operaron en el país eran americanas: Gru - po Doheny; Mexican Petroleum Company; Huasteca Petro - leum Company; Standard Oil Company of New Jersey, que operó con el nombre de Fern Mex Fuel Company; los inte - reses Sinclair, que operaron con el nombre de Freeport - and Mexican Fuel Corporation, la Gulf Company, Southern Pacific Railroad y otras, controlando comercialmente el - -

65 por ciento. Los intereses presentados por Royal Dutch-Shell Syndicate, que operaron con el nombre de Corona Petroleum Company y Chijoles Oil Limited, controlaron el 32 por ciento; y solamente el 3 por ciento restante lo controlaba la empresa semioficial "Petróleos de México, S. A." (PETROMEX).

Es así como empieza una era de terror y miseria para el pueblo mexicano, pues las compañías se valían de toda clase de artimañas para adueñarse de los terrenos en los cuales había el codiciado "oro negro" y ¡ay! de aquéllos que se querían oponer a sus deseos, pues con esto firmaban su sentencia de muerte: destrufan o quemaban escrituras legítimas, cohechaban a las autoridades, sembraban la cizaña entre miembros de una misma familia, a los pobres campesinos les compraban sus tierras en míseras sumas, engañándolos vilmente pues los terrenos en los cuales había petróleo, como es natural, no eran buenos para la siembra y de esto se aprovechaban las compañías para adquirir terrenos que valían una fortuna, en un puñado de pesos.

A mediados de 1913, la Compañía Mexicana

de Petróleo "El Aguila", S. A., perforó el pozo número 1 - denominado "Los Naranjos", con una presión de 38 Kg. -- por centímetro cuadrado. La presión del petróleo y el gas lanzó las herramientas de trabajo fuera de la entubación, - dañando la válvula, que fué reemplazada por otra que se - colocó arriba de la dañada. No obstante estas precauciones, la válvula original se reventó repentinamente el 15 de octubre de 1914, quedando abierto el pozo y el petróleo brotó- en una cantidad calculada en 40,000 barriles diarios durante los quince días que duraron las maniobras para salvar- el pozo. (1)

En la Hacienda de "Amatlán", la Compañía Mexicana de Petróleo "El Aguila", S. A., había adquirido - una parte de sus vastos terrenos en los que comenzó a e- fectuar operaciones en el pozo denominado "Amatlán No. 1" encontrando petróleo al llegar a la profundidad de 573.04- metros, con una producción de 50,000 barriles diarios.

No todas las compañías petroleras que opera ron en México tuvieron éxito, pues algunas de ellas fraca saron por diversos motivos. Esto ocurrió muy especialmente

mente en los años 1914, 1915 y 1916.

En esta misma época aparecieron en la - - Ciudad de México, representantes de compañías "fantasmas" que se dedicaban a estafar incautos ofreciéndoles en venta - acciones petroleras, por lo que el Gobierno Constitucionalista decretó que todas las compañías petroleras y las perso-- nas que se dedicaran a la exploración y explotación del pe-- tróleo deberfan registrarse en la Secretaría de Fomento, - para tener un control y evitar los fraudes, que estaban a - la órden del día.

El 19 de marzo de 1915, el Gobierno Constitucionalista, expidió en Veracruz un decreto que establecía la Comisión Técnica del Petróleo, dependiente de la Secretaría de Fomento, Colonización e Industria, para que - se hiciera cargo de una investigación completa de la industria petrolera, que, ya en esos tiempos, se desarrollaba - a pasos agigantados, estudiara las leyes y reglamentos que deberfan dictarse para procurar la conservación de este -- gran recurso natural. (1)

Las tierras mexicanas encerraban en sus entrañas las más grandes sorpresas en la historia del petróleo, pero el "Cerro Azul No. 4", localizado en terrenos de las haciendas de Toteco y Cerro Azul, propiedad de la Huasteca Company, pertenecientes a los Municipios de Tantoco y Tepetzintla, del Estado de Veracruz, a 52 kilómetros al noroeste de Tuxpan y a 129 kilómetros al sureste de Tampico, ha sido la fuente más famosa de América.

La historia de esta fuente petrolera comenzó a mediados de 1913 con la localización de los dos primeros pozos a corta distancia de un grupo de chapopoterías. En 1914 se iniciaron trabajos de perforación en los pozos números 1 y 2, el primero no llegaron a perforarlo a la profundidad suficiente, por lo que no tuvo rendimiento: en el segundo se alcanzó algo de gas y pequeñas cantidades de petróleo. Tomando en cuenta las experiencias del pozo número 2, se llevó a cabo una mejor localización del número 3, que tampoco se perforó a la profundidad suficiente, lo que se comprobó ocho años más tarde y confirmó la conjetura del Sr. Doheny, de que había descubierto un importante campo petrolero.

Mientras se llevaban a cabo estos trabajos, se construyeron tanques de almacenamientos, estaciones -- de bombeo, dos oleoductos de 203 mm. de diámetro cada uno, un camino carretero de 50 kilómetros a través de espesa selva y se terminaron 47 kilómetros de vía de ferrocarril de San Jerónimo a Cerro Azul, conectando con Tampico, todo estaba listo para recibir al "Cerro Azul No. 4".

Este fué debidamente revestido de cemento y probado a presión de 73.83 kilogramos por centímetro cuadrado. En 1915 la perforación se encontró con roca, -- por lo que fracasaron las dos primeras perforaciones: venidos todos los obstáculos, se realizó una tercera, que -- sí tuvo éxito.

Nada puede ser más monótono que los trabajos de perforación de un pozo, pero la monotonía del -- "Cerro Azul No. 4" era más marcada por la quietud de -- la selva: el ruido que producía el golpe de la barrena se -- podía oír a más de 26 kilómetros de distancia. Dos trabajadores estaban encargados de la perforación, durante doce horas seguidas y eran reemplazados por otros dos, al-

final de la jornada, todo mundo se encontraba en su puesto listo para actuar en el momento que se requieran sus servicios. Esta monotonía iba a ser interrumpida por un gran acontecimiento, pues la noche del 9 de febrero de 1916, al llegar a la profundidad de 534 ms., la perforación llegó hasta una bolsa de gas que expulsó el agua fuera del pozo. También en esos momentos se desató una lluvia fina, acompañada de un fuerte viento, por lo que se interrumpieron las labores. A la mañana siguiente se reanudaron los trabajos y unos cuantos golpes de barrena fueron suficientes para romper la caliza. El Abra, del Cretácico inferior, que encerraba una de las más grandes acumulaciones de petróleo en la región. Esta inolvidable mañana del 10 de febrero de 1916, los ejecutivos, técnicos y trabajadores de la compañía no podían disimular su nerviosidad, pues tenían el presentimiento de que algo insólito iba a ocurrir. De pronto, al llegar a una profundidad de 544.76 metros, o sea 410.40 metros sobre el nivel del mar, se empezó a oír un ruido extraño que provenía de las entrañas de la tierra, y aumentaba de volumen minuto a minuto, lo que asustó a los perforadores, que huyeron despavoridos lejos del pozo: pero no bien se-

habían alejado unos cuantos metros del lugar cuando se -- produjo una explosión parecida a la de un volcán que despertara de improviso de su letargo y entrara en actividad, para dar paso a un gran volúmen de gas que salió con tal fuerza que lanzó las herramientas de perforación a 33.60-metros fuera del pozo, como si hubieran sido disparadas -- por un cañón. Estas herramientas pesaban en total dos toneladas.

Era tan incontrolable la fuerza del gas que además de sacar del fondo del pozo todas las herramientas y lanzarlas a distancias increíbles, disparó el cable a través de una conexión "T" de 254 mm. de diámetro por debajo del economizador de petróleo a una distancia de 182 metros, torciéndose y enredándose tanto alrededor de la cabeza del pozo que las enormes herramientas, al salir expeditas del fondo del pozo destrozaron la válvula; por lo que éste sin control: como la fuerza del gas era cada vez mayor, pronto rompió el resto de la torre hasta el cuarto -- travesaño.

Durante siete horas seguidas brotó un gas-

seco y transparente que se fué transformando poco a poco en aceite hasta que únicamente brotó petróleo, aumentando la columna negra, que se elevó más y más hasta que la mañana del día 11 alcanzó una altura de 181.79 metros, según mediciones que hiciera el ingeniero Kunkel de la compañía, por triangulación.

El 15 de febrero del mismo año, después de muchos esfuerzos se logró el promedio del flujo de petróleo y el resultado fué el siguiente: (4)

F e c h a	Barriles Diarios
15 de Febrero	152,000
16 de Febrero	190,209
17 de Febrero	211,008
18 de Febrero	221,186
19 de Febrero	260,858

El control de este pozo, que duró 7 días - fué un verdadero triunfo para el hombre, en su constante-lucha contra las fuerzas de la naturaleza.

Quiénes presenciaron su nacimiento, descri

ben éste como maravilloso, majestuoso e imponente, algo nunca antes visto por el ser humano.

La producción de esta famosa fuente de pe
tróleo, al 31 de diciembre de 1921, fué de 57'082,756 ba-
rriles, y para mediados de marzo de 1977, continuaba pro
duciendo 13 barriles diarios.

Como dato curioso cabe señalar que el po-
zo "Cerro Azul No. 4" fué el único que quedó registrado -
en los libros de la compañía con nombre y número.

El descubrimiento de la famosa "Faja de -
Oro" terrestre, fué un triunfo más para el Ingeniero Eze-
quiel Ordoñez y la formaban los siguientes campos: (3)

C a m p o	Se descubrió el año
San Diego	1908
Juan Casiano	1909
Potrero del LLano	1910
Alazán (Viejo)	1912
Alamo	1913
Naranjos	1913
Tepetate	1915
Cerro Azul	1916
Juan Felipe	1916
Chiconcillo - San Miguel	1918
Chinampa Sur	1918
Amatlán Sur	1920
Zacamixtlé	1921
Tierra Blanca	1921
San Jerónimo	1921
Cerro Viejo	1921
Toteco	1921
Chapopote Núñez	1922
Paso Real	1925
San Isidro	1927
Jardín	1928

Estos campos se localizan sobre la planicie costera del Golfo de México, en territorios del Estado de Veracruz y se extienden de los 75 hasta 190 kilómetros al sur de la ciudad de Tampico.

En junio de 1915 la Huasteca Petroleum Co. decidió construir una refinería en Mata Redonda, Ver., en la margen derecha del Río Pánuco, frente a Tampico, con una producción inicial de 75,000 barriles diarios.

El 5 de febrero de 1917 se proclama la -- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 4º se declara el dominio directo de la Nación -- sobre los derechos minerales, entre ellos el petróleo y los hidrocarburos, ya sea en estado sólido, líquido o gaseoso.

El 15 de abril del mismo año, el Gobierno Constitucional establece un impuesto sobre la producción -- petrolera que se paga por una estampilla arancelaria.

El Gobierno Constitucionalista que presi-- diera el ilustre Varón de Cuatro Ciénagas, Don Venustiano

Carranza, a raíz de inaugurado su período (1º de mayo - de 1917), expidió varios decretos, en los que definía las condiciones de exploración y explotación del subsuelo, conforme a lo estipulado por la Constitución recién promulgada. Esto dió lugar a que las compañías petroleras sorprendidas por el súbito ataque a sus privilegios, se opusieran abiertamente y solicitaran ayuda de sus gobiernos. Inmediatamente Londres y Washington protestaron ante el Gobierno del Señor Carranza, quién se vió obligado a suspender algunos importantes decretos, pues se encontraba muy ocupado en sofocar las revueltas de Francisco Villa, Emiliano Zapata y Manuel Pelaez: éste último, hombre sin escrúpulos, se levantó en armas contra el primer jefe, auspiciado por las subsidiarias de la Standard Oil Company of New Jersey y de la Royal Dutch Shell.

En el año 1917, México llegó a ocupar el tercer lugar como productor mundial de petróleo crudo con la cantidad de 55'292,767 barriles anuales.

A fines de 1918 una comisión de especialistas del Instituto Geológico de México, encabezada por el

señor Miguel Bustamante, realizó un estudio geológico - petrolero en una superficie de 160,000 kilómetros cuadrados de la Península de Baja California y sus islas.

El 21 de septiembre de 1921 se incendió y ardió durante 7 días el pozo "Toteco No. 4", que la Mexican Gulf perforó en terrenos de la hacienda del mismo nombre, en el Cantón de Tuxpan, Ver..

En el año de 1921, México ocupaba el segundo lugar como productor mundial de petróleo crudo, con 193'397,586 barriles anuales.

A fines de 1921 empezó a aparecer agua - salada en algunos pozos de la "Faja de Oro".

En 1922 se incendiaron los potentes pozos - "Mariwether" No. 3 y "Morrison" No. 5, perforados en el lote 162 de Amatlán, cuyas poderosas llamaradas impidieron el acceso y las válvulas plenamente abiertas dejaron escapar miles y miles de barriles de petróleo que ardieron por varios días. Para estas fechas la invasión de agua sa-

lada se había propagada a más pozos de la "Faja de Oro". Estos dos accidentes causaron el descenso de la producción petrolera según se aprecia en el cuadro siguiente:

A ñ o	Producción Anual
1922	182 278 457
1923	149 584 855
1924	139 678 293
1925	115 514 698
1926	90 420 970
1927	64 121 140
1928	50 150 610
1929	44 687 877
1930	39 529 901
1931	33 038 854
1932	32 805 495

El 31 de diciembre de 1925 las Cámaras de Diputados y Senadores aprobaron la Ley del Petróleo - que decretara el Presidente Calles el 26 del mismo mes. - que entró en vigor el 1º de enero de 1926.

La magnífica producción que rindieron los campos de Furbero al Sur de Poza Rica, Ver., descubiertos por la Compañía Mexicana de Petróleo "El Agulla", S. - A. y el consumo de productos petroleros que aumentaba -- diariamente en México, propiciaron que la propia compañía decidiera construir, en octubre de 1930, un oleoducto de 223 kilómetros de longitud, para unir los campos petroleros del norte de Papantla y del sur de Tuxpan, que formaban parte del Sistema Potrero del Llano - Naranjos - Tampico, hasta el noroeste del Distrito Federal, en la Delegación de Atzacapotzalco, en donde proyectaba instalar una refinería, con sus respectivos tanques de almacenamiento. - El oleoducto entró en servicio en la madrugada del 17 de febrero de 1932, con un régimen de 1 200 metros cúbicos por día. La refinería que para entonces se había concluido, sólo esperaba tener suficiente petróleo para comenzar sus operaciones.

En el año de 1935, siendo el día 16 de agosto, se forma el Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana.

El 3 de noviembre de 1936, el sindicato - presenta a la compañía un contrato colectivo de trabajo -

para ser aplicado en forma general.

El 28 de mayo de 1937, los trabajadores - inician una huelga que dura 13 días y el 18 de noviembre, el Tribunal Laboral anuncia un proyecto de solución para el conflicto petrolero. El 28 de diciembre las compañías - petroleras solicitan la intervención de la Suprema Corte.

El 18 de Marzo de 1938, el Presidente Lázaro Cárdenas decreta la expropiación de los bienes de las compañías petroleras. El 7 de junio del mismo año, se -- forma Petróleos Mexicanos. Se concluye la primera perforación de un pozo, realizada por trabajadores mexicanos - en el campo llamado: "El Plan" en Veracruz.

En 1939 Petróleos Mexicanos inicia la construcción de una planta productora de tetraetilo de plomo.

El 13 de mayo de 1942, fué hundido el buque petrolero mexicano, por un submarino alemán frente a las costas de Florida, y en el mismo año, fueron hundidos los buques llamados: Faja de Oro, Tuxpan, Las Choapas y Amatlán.

En el año de 1943, se moderniza la planta de asfalto de Ciudad Madero.

En 1944, las reservas de hidrocarburos aumentan a 786 850 000 barriles.

En 1945, se descubre un campo de gas en la zona noreste del País.

En el año de 1946, se termina la construcción del oleoducto que une a Poza Rica con Atzacapotzalco.

En 1947, la capacidad de refinación de Pemex alcanza la cifra de 170 000 barriles diarios. Empieza a funcionar la planta de absorción, constituida por Pemex en Poza Rica, Veracruz.

En 1948, por primera vez se abastece de gas natural mexicano a Monterrey por medio de ductos.

En el año de 1949, se descubre el primer campo petrolero y de gas en el estado de Tabasco y tam-

bien se termina la exploración sísmica marina de la plataforma continental del Golfo de México.

En Reynosa, se inicia la construcción de una refinería con capacidad de 4 000 barriles por día.

En 1951, se inicia la recuperación de azufre a partir de gases sulfurados, se descubren los campos: Treviño, Lomitas, Rabón Grande, José Colomo, Tamiahua y Concepción.

En 1952, se descubre el primer campo de gas y condensado.

En el año de 1955, termina el proyecto de la planta de aceite lubricante en Salamanca.

En 1956, inician los trabajadores las exploraciones en la refinería de Minatitlán con capacidad de 50 000 barriles por día. En este mismo año se descubre por vez primera petróleo en formaciones jurásicas, en los campos de Tamaulipas y Constitución. Se descubre uno de los campos más importantes llamado: San Andrés.

En 1957, se eleva la capacidad de refinación de Pemex a 322 000 barriles diarios.

En 1959, comienza la era petroquímica de Pemex.

En 1960, se concluye la construcción del gasoducto de Ciudad Pemex que va de Monterrey a Torreón.

En 1963, Pemex inicia su producción de diferentes productos químicos como: azufre, amoníaco, fosfato de amonio y otros. También en este mismo año se descubren los campos: Islas de Lobos y Arrecife Medio en el Golfo de México.

En 1965, se descubre el campo Tiburón en el Golfo de México. En este mismo año se crea el Instituto Mexicano del Petróleo.

El 21 de Julio de 1966, se descubre el campo Bagre, situado en el Golfo de México; y el 14 de agosto, la refinería de Poza Rica, propiedad de Petróleos Mexicanos fué destruida por el fuego. Y también es descu-

bierto el campo Atúm.

En 1967, se inician las operaciones del com
plejo petroquímico de Pajaritos, Veracruz.

El 5 de junio de 1968, se rescinden los con
tratos de exploración y perforación a las compañías Shar--
mes, y el 8 de diciembre del mismo año a la compañía - -
Isthmus Development.

En 1970, se rescinden contratos a la com--
pañía Pauly Noreste. Se inaugura la planta de Etilbenceno -
en Ciudad Madero. Y se construye el edificio administrati-
vo de PEMEX en la ciudad de México.

En 1971, se empieza a operar la planta de
acrilonitrilo en Cosoleacaque, Veracruz y también se ini--
cian los trabajos de construcción de la nueva refinería de -
Tula, Hidalgo.

En el año de 1972 se descubren los prime-
ros dos campos cretáceos en el área de Reforma (Cactus
y Sitio Grande). En el complejo de Pajaritos fué inaugurau

da la planta para producir etileno y óxido de etileno. Además, se inician las operaciones de las primeras plantas - de turbo-expansión en La Venta, Tabasco y en Pajaritos, - Veracruz.

En 1973, las reservas totales de hidrocarburos ascienden a 5 400 millones de barriles. La producción de crudo y líquidos alcanza la cifra récord de 548 -- mil barriles diarios y 53 millones de pies cúbicos diarios de gas. La capacidad de refinación de PEMEX llega a 590 mil barriles diarios, la capacidad de las plantas petroquímicas se eleva a 3 235 000 toneladas anuales.

En el año de 1974, México recupera su autosuficiencia en lo concerniente a energéticos y se convierte en exportador neto de petróleo. Continúan los descubrimientos en el área de Reforma y la producción se eleva a 187.5 millones de barriles.

En 1975, al norte de la Ciudad del Carmen se descubre la sonda de Campeche.

En 1976, la reserva de hidrocarburos au--

menta para llegar a 11 mil millones de barriles.

En 1977, PEMEX informa acerca de los descubrimientos de la sonda de Campeche: comprobando de -- que no forma parte del área de la Reforma, sino que forman parte de un yacimiento gigante, paralelo al anterior. - Aumenta la producción a más de un millón de barriles diarios y como consecuencia la reserva aumenta a 16 800 - - millones de barriles. PEMEX inicia la construcción de un gasoducto de 48 pulgadas de diámetro y 1 200 kilómetros - de longitud, que va desde Cactus hasta Reynosa para transportar un volumen de 2 500 millones de pies cúbicos de - gas al día.

2. Panorama Petrolero Actual de México. (*)

La historia del petróleo mexicano y la estimación de sus expectativas son susceptibles de diversos enfoques, podemos situarnos en un punto de vista político, económico, industrial o social, no pretenderé armonizar en el siguiente análisis todos estos criterios, pero intentaré trazar un panorama actual de la industria petrolera mexicana.

La moderna industria petrolera de México nace con el siglo, es en 1901 cuando el régimen de Porfirio Díaz otorga las primeras concesiones a compañías extranjeras, las cuales pretendían la explotación de los hidrocarburos, no en beneficio de México sino de sus respectivas metrópolis.

En menos de una década afloran los fermentos de inconformidad popular, y la revolución triunfante, promueve una serie de acciones que se orientan a limitar la explotación irracional del preciado recurso y a -

(*) Ver referencia Apéndice A.

lograr que las concesiones ya otorgadas resulten menos onerosas para el país.

Como consecuencia de una titánica lucha obrera, en pos de legítimas reivindicaciones sociales, se creó el clima político adecuado y la coyuntura legal necesaria para que el insigne Presidente Lázaro Cárdenas (1934 - 1940), adoptara una de las decisiones más trascendentales de la Historia del México moderno: la expropiación y nacionalización de la industria petrolera.

Los primeros años de vida de Petróleos Mexicanos fueron de angustiosa sobre vivencia.

Todo ello, dentro de carencias, boicot internacional, vacío tecnológico, desconcierto y muchas otras circunstancias adversas.

Prácticamente en 1946 se empieza a consumar la primera etapa expansiva de la industria: se adquieren nuevos equipos de perforación, se hacen más pozos, se construyen ductos y otras instalaciones superficiales, se

amplían y edifican refinerías, y se aumenta el transporte por ruedas y marítimo.

Así, dentro de un proceso ininterrumpido de crecimiento, se llega a la década de 1970, en cuyos primeros años se experimenta la necesidad de importar crudo y derivados, en virtud de que la ávida y creciente demanda interna había rebasado al sostenido incremento de la producción.

Entre 1976 y 1982 se registra el salto más notable de la industria petrolera mexicana. Las reservas probadas crecen doce veces, la producción de aceites crudo y líquidos del gas se triplica. La capacidad de refinación es dos veces mayor. La petroquímica básica produce tres tantos más.

Para tener una idea más precisa del panorama actual y las expectativas de esta valiosa parte del patrimonio de México, es necesario efectuar un examen de sus áreas estratégicas.

Exploración.

Como ya quedó expresado, la moderna industria petrolera de México se inició a principios de siglo, aún cuando desde época anterior se tenían informes sobre afloramientos naturales de hidrocarburos hasta ahora se -- han descubierto más de 1,000 yacimientos, ubicados en su -- mayoría en la planicie costera y la plataforma Continental -- del Golfo de México.

La superficie total de la República Mexicana es de dos y medio millones de kilómetros cuadrados, de los cuales dos millones corresponden a la superficie terrestre y medio millón a las plataformas continentales hasta la isóbata de 500 metros.

Petróleos Mexicanos ha explorado el 48 por ciento de la superficie total del país mediante métodos geofísicos, y el 76 por ciento mediante geología superficial. -- Se ha logrado identificar 215 000 kilómetros cuadrados -- (9 por ciento) de áreas productoras. 1'650,000 kilómetros cuadrados (65 por ciento) con potencial petrolífero.

y 635,000 kilómetros cuadrados (26 por ciento) que resultaron improductivos. Este intenso programa de prospección, desarrollado por grupos de campo y de gabinete, -- capta, interpreta e integra la información geológica y geofísica de las áreas productoras de las que ofrecen posibilidades de desarrollo y de las que manifiestan potencial petrolero.

Así, en 1976 Petróleos Mexicanos tenía 86 grupos de exploración y 40 de integración y evaluación. -- En 1982 cuenta con 137 grupos de operación geológica y -- geofísica de campo y 104 grupos de interpretación e integración geológica-geofísica, que han proporcionado la información necesaria para la perforación de pozos en busca de nuevos yacimientos, lo que se realiza con 70 equipos de -- perforación. Ver Cap. III Cuadro No. 3 .

Como se observa, ha aumentado y se sigue incrementando la interpretación e integración de la información de campo, con el fin de obtener, con la menor inversión, las recomendaciones que se traducen en programas -- para perforar localizaciones exploratorias.

De los 3,300 pozos de exploración perforados entre 1971 y 1976 en la República Mexicana. 562 fueron perforados resultando 118 productores, lo que representa un 21 por ciento de éxito. De 1977 a 1981, se perforaron 418 pozos exploratorios, de los que 148 resultaron productores, lo que significa un acierto del 35 por ciento. Ver Cap. III Cuadro No. 6 .

Durante 1981 se perforaron 70 pozos exploratorios, con una longitud total de 225,600 metros lo que arroja un promedio de 3,200 metros por pozo. Cabe destacar que la mayoría de los pozos con objetivos mesozoicos alcanzan profundidades superiores a los 6000 metros. Se estima necesario que en los próximos años se perfore aún mayores profundidades con el fin de descubrir nuevas trampas acumuladas de hidrocarburos.

Los trabajos exploratorios realizados han definido dos áreas que, por sus características geológico-petroleras, merecen una jerarquía superior: El Mesozoico Chiapas - Tabasco y la Sonda de Campeche.

El área Chiapas - Tabasco, se localiza --
cerca de la ciudad de Villahermosa y ocupa parte de am--
bas entidades federativas. Se descubrió en 1972, a través--
de los pozos Cactus y Sitio Grande, tiene una extensión de
9 mil kilómetros cuadrados.

La Sonda de Campeche, está localizada en--
la plataforma continental del Golfo de México, frente a --
las costas de Tabasco y Campeche, fué descubierta en --
1976 mediante el Pozo Chac, situado a 80 kilómetros de --
Ciudad del Carmen. Tiene una extensión de 15 mil kilóme--
tros cuadrados.

La información obtenida de los pozos te--
rrestres de exploración: Arrastradero, Caparroso, Cobo y
Chirivital, así como de los marinos: Chuc, Pich y Yum, --
confirma el postulado de que la Sonda de Campeche y el --
llamado Mesozoico Chiapas - Tabasco pertenecen a una --
misma provincia petrolera.

En el sureste de México, también se han --
localizado otras áreas con potencial petrolífero, como las-

de Tecominoacan - Jolote - Mora: Triunfo - Cobo - Xicalango y Lacantun en tierra, así como Kinil - Zazil Ha en el mar.

Por otra parte, en la provincia de Córdoba, cercana al puerto de Veracruz, se están haciendo esfuerzos por alcanzar con barrera sedimentos Mesozoicos profundos, a más de 6,000 metros, con el propósito de confirmar su potencial petrolero.

Asimismo, en los litorales del Pacífico, se han localizado áreas de interés, a propósito de lo cual sobresalen los resultados obtenidos en el Pozo Hui-chol, perforado frente a las costas de Nayarit, con manifestaciones de hidrocarburos, así como en el Pozo Extremeño, terminado en 1981, en el Mar de Cortés, con producción de gas natural. Este pozo descubrió el primer yacimiento de hidrocarburos con producción comercial en los litorales del Pacífico.

Esta breve descripción acredita al sostenido, complejo y muy calificado empeño de los geólogos, --

geofísicos y petroleros mexicanos.

Reservas.

México cuenta con 72 mil millones de barriles de reservas probadas, 90 mil millones de probables y 250 mil millones de potenciales.

La evolución de las reservas muestra que en 1938, éstas eran de mil 276 millones de barriles; en 1950 crecieron a mil 608 millones; en 1960 alcanzaron 4 mil 787 millones; en 1970 pasaron a 5 mil 568 millones; y en 1975 se elevaron a 6 mil 338 millones, a partir de 1976 las reservas se incrementan significativamente, alcanzando en 1980, 60 mil 126 millones de barriles y a la fecha (diciembre de 1982) 72 mil millones. Ver Cap. III - Cuadro No. 11 .

Si se toma como base la producción anual de hidrocarburos totales obtenida en 1981, que fué de mil 200 millones de barriles, la relación reserva - producción es de 60 años. Ver Cap. III Gráfica No. 11 .

Sin embargo, es evidente que esta determinación sólo es válida en un momento. La comprobada dinámica de los factores que se conjugan para establecer este indicador, impone la necesidad de efectuar evaluaciones sistemáticas, para redeterminar periódicamente programas y metas.

Las reservas probadas de México, así como las de otros países, constantemente sufren cambios en su dimensión, ya sea porque se descubran nuevos yacimientos o porque otros se agoten. También varían con la adopción de nuevas tecnologías de exploración y explotación. De igual manera se alteran al incorporar o desechar yacimientos de acuerdo con criterios comerciales.

Las reservas probables de México, están distribuidas como sigue: En la Sonda de Campeche: 50 mil millones, en Chiapas Tabasco: 11 mil 500; en Chicontepec 6 mil y 22 mil 500 millones en otras áreas de la República Mexicana. *

* Ver referencia Apéndice A.

Tomando como base lo antes señalado, México se ubica en el cuarto lugar mundial en cuanto a reservas petroleras y como productor de hidrocarburos líquidos*.

Esta información destaca un hecho: México cuenta con un importante caudal petrolero, cuya trascendencia no se limita a su volumen ni a su valor intrínseco ó comercial, constituye un elemento básico para la planeación del país y para la proyección de la misma industria, fortalece, además, su capacidad de negociación en todos los ámbitos.

Explotación.

Actualmente se da principal atención al desarrollo de los campos que se localizan en las áreas calificadas como "prioritarias", cuyas características geológicas ofrecen las mejores perspectivas de producción.

Las áreas prioritarias, Chiapas-Tabasco y Sonda de Campeche, contienen rocas almacenadoras de hi-

* Ver referencia Apéndice A.

drocarburos que pertenecen a los períodos cretácico y Jurásico del Mesozoico.

En Chiapas-Tabasco, se han descubierto -- 300 campos productores entre los que destacan por su magnitud el complejo Antonio J. Bermudez, clasificados como uno de los campos super gigantes del mundo, así como los campos gigantes Cárdenas-Mora e Iris Giraldas, como se sabe, de acuerdo con la escala mundial, los campos petroleros gigantes son aquellos que poseen por lo menos 500 millones de barriles de petróleo, y los supergigantes contienen más de 5 mil millones.

La profundidad de estos yacimientos varía de 4 mil a 6 mil metros y el espesor de roca saturada de hidrocarburos llega a ser hasta de mil metros.

De esta área, que absorbe el 50 por ciento de la fuerza de trabajo de perforación, se obtienen -- 800 mil barriles de petróleo por día. Su producción de -- gas, que se aprovecha totalmente en las plantas procesadoras de Cactus, Ciudad Pémex y La Venta, es de más de --

2 mil millones de pies cúbicos diarios. Crudo y gas representan el 28 y 48 por ciento respectivamente, de la producción del país.

En la Sonda de Campeche se han descubierto 12 grandes campos productores, entre los que destaca el Complejo Cantarell, cuyos primeros pozos se terminaron en 1978 y que constituye el campo más importante descubierto en México hasta la fecha.

La profundidad de los yacimientos varía de 1,200 metros en Cantarell hasta más de 4,000; en la mayoría de estos yacimientos, el espesor saturado de hidrocarburos varía de 600 a 1,800 metros.

Es actualmente la provincia productora más importante y en ella se han terminado 30 pozos de exploración con un éxito de 70 por ciento, cifra muy considerable si se compara con la de algunos países, donde se perforan más de 10 mil pozos exploratorios por año con un índice de aciertos cercano al 15 por ciento.

En la zona se han definido dos regiones: una, en la parte Nororiental con crudo pesado tipo maya y otra, con crudos ligeros, la porción Occidental y Suroccidental. La explotación de estos yacimientos se inició en junio de 1979, con la operación de la primera plataforma -- marina de producción.

Esta área se atiende con solo un poco más del 10 por ciento de los equipos de perforación, y ya produce diariamente un millón 800 mil barriles de crudo y -- 950 millones de pies cúbicos de gas, que representan el -- 62 y 22 por ciento respectivamente de la producción total.

El petróleo se envía a tierra firme por -- tres oleoductos de 36 pulgadas de diámetro.

El 60 por ciento del gas, pasa por los módulos de compresión recientemente instalados y se transporta a Ciudad Pemex, por un gasoducto también de 36 pulga-- das de diámetro. para su paso y proceso se realizan obras que permitirán abatir el 40 por ciento restante, que aun se envía a la atmósfera.

Gas.

Actualmente se producen 4 mil 200 millones de pies cúbicos por día, de los que mayor parte se extraen asociado al aceite, los yacimientos del Mesozoico Chiapas-Tabasco aportan el 50 por ciento de dicho volumen.

En tierra se aprovecha el 98 por ciento de este fluido y la puesta en marcha de nuevas instalaciones en el mar, permitirá iguales índices de aprovechamiento a corto plazo.

Mientras que el crudo producido; cerca del 40 por ciento es requerido por el mercado doméstico, este mismo sector absorbe casi el 90 por ciento del gas residual disponible.

El marcado contraste que muestran los esquemas de consumo interno de crudo y gas, aunado a las características de los yacimientos en cuanto a la producción de ambos fluidos, solo permiten afirmar la posición de México como importante productor y exportador de pe-

tróleo. Ver Cap. III Cuadros Nos. 11, 12 y 13 respectivamente.

Este panorama sugiere que, independientemente de acentuar esfuerzos en la búsqueda de yacimientos de gas, se racionalice su consumo y se procure sustituir la utilización de este energético con petrolíferos pesados.

Comercialización.

Durante casi cuarenta años, la preocupación fundamental de la industria petrolera estuvo centrada en la necesidad de satisfacer un ávido y creciente consumo interno.

A mediados de la década de los setenta se operó un drástico viraje en ese esquema, la dimensión petrolera permitió cubrir con holgura el mercado doméstico que acentuó su exigencia por demandarlo así un nuevo impulso en el desarrollo de México.

Del potencial de reservas y de mayores po

sibilidades de producción surgieron excedentes. El dilema no resultaba complicado para un país en desarrollo, que además atravesaba una crítica situación económica.

Distribución Nacional.

Por razón natural las compañías extranjeras canalizaban su producción hacia los puertos marítimos del Golfo, para hacerla llegar al mercado internacional.

La filosofía política y los objetivos nacionalistas del Gobierno de México cambiaron radicalmente - esa estructura, para favorecer el desarrollo del país.

De esta manera, se ha implementado una - muy importante red de ductos, que se complementa con el transporte que se efectúa por carretera, ferrocarril y Buque - tanques.

No obstante este singular avance, debe señalarse que el desarrollo de la distribución y del transporte no ha sido paralelo al progreso de las áreas producti--

vas. El rezago registrado impone la necesidad de que se-
transporte más por ductos que por barco: más por barco-
que por ferrocarril y más por ferrocarril que por carre-
tera.

El cabal aprovechamiento del petróleo, como el de todo bien, descansa básicamente en factores como los mencionados, así como en su volumen, calidad intrínseca y valor en el mercado. Sin embargo, uno de los elementos más importantes para la óptima utilización de este recurso, escapa a la función y responsabilidad directa de quienes lo conviertan en un bien disponible. -- Se trata, en síntesis, del uso racional del producto y del mejor destino que se dé al capital que genera.

C a p í t u l o I I

EXPLORACION PARA LA BUSQUEDA DE HIDROCARBUROS

Las actividades de la industria petrolera comienzan con la exploración, que es el conjunto de tareas, de campo y de oficina, cuyo objetivo principal es descubrir nuevos depósitos de hidrocarburos o nuevas extensiones de los existentes.

Todas las compañías petroleras del mundo, destinan una gran parte de sus recursos técnicos y económicos a la exploración, con miras a incrementar sus reservas.

Las primeras exploraciones en busca de hidrocarburos carecían de bases científicas, siendo su objetivo encontrar manifestaciones superficiales de petróleo, tales como chapopoteras. Posteriormente la técnica exploratoria consistía en perforar pozos de cateo, siguiendo las tendencias marcadas por los pozos productores, con el resultado de que muchos pozos se localizaban al azar. En el período de 1910 a 1920, la industria comenzó a utilizar los servicios de los geó

logos, quiénes con mayores conocimientos de las relaciones - existentes entre las condiciones superficiales y las del subsuelo, podfan determinar con mayores posibilidades de éxito, los lugares en que debían perforarse los pozos, basándose en la - exploración geológica superficial.

Numerosos campos fueron descubiertos como fruto de esta clase de exploraciones, pero pronto la experiencia demostró la existencia de yacimientos a mayores profundidades, no teniéndose evidencias superficiales de ellos. En la actualidad, se extrae petróleo de profundidades de casi - - 7,000 metros.

En el año 1920, hicieron su aparición en - la industria petrolera los métodos geofísicos de exploración. - técnicas que pueden determinar las condiciones de las capas -- profundas del subsuelo, mediante la medición de las propiedades físicas de las rocas, que se hace desde la superficie o - - bien dentro de los pozos que se perforan.

En la exploración de la tierra en busca de hidrocarburos se emplean prácticamente todos los procedimientos

tos geofísicos conocidos hasta la fecha. De hecho la preocupación de localizar este energético cada vez a mayores profundidades ha motivado el desarrollo de la aplicación de la ingeniería geofísica (mediciones desde la superficie y en pozos profundos de las propiedades físicas inherentes a las rocas del subsuelo para con ellas determinar su posición estructural y que de acuerdo con su forma pueden almacenar hidrocarburos).

Aunque la meta de todos los procedimientos geofísicos y geológicos es encontrar en forma directa la presencia de los hidrocarburos, hasta la fecha aún no se llega a esta meta y todos los resultados de los levantamientos geofísicos deben someterse a la interpretación del ingeniero geofísico. Los métodos geofísicos están encaminados a delinear lo mejor posible la forma estructural ó estratigráfica que afectan las rocas sedimentarias donde pueden estar almacenados los hidrocarburos.

Los Métodos Areomagnético y Gravimétrico ayudan mucho a localizar las estructuras del subsuelo y en principio se usan como métodos preliminares de reconocimiento. Con el primero de ellos se determina (la mayoría de las-

veces) el espesor del paquete de sedimentos y la presencia de rocas ígneas en el subsuelo y en la superficie y con el segundo la proyección de la posición de las estructuras de las rocas sedimentarias a la superficie.

Las estructuras así localizadas se detallan con sismología de reflexión.

Los tres métodos mencionados son los que generalmente se emplean en la exploración petrolera, los dos métodos que emplean los campos potenciales antes mencionados aunque comparativamente no son costosos, no son por sí solos lo suficiente resolutivos para decidir la perforación de un pozo profundo.

El método sismológico de reflexión es más costoso que los dos métodos anteriores, pero su poder resolutivo es más eficaz, esto se puede ver analizando en forma sencilla las ecuaciones fundamentales.

El método magnético de prospección es el método más antiguo en la prospección geofísica y su desarro-

llo ha sido muy lento en comparación con los demás métodos-
(sismología, gravimetría y registros geofísicos de pozos).

De los antiguos investigadores. Gilbert. --
físico de la Reina Isabel de Inglaterra, fué el primero en pu-
blicar un trabajo acerca del magnetismo, su obra se llamó --
"De Manete", él afirmó que la tierra era un imán.

Actualmente, la prospección magnética se-
emplea en la búsqueda de petróleo y de minerales básicamen-
te. este método se emplea en la exploración petrolera para -
determinar el espesor de la columna sedimentaria y para car-
tografiar rasgos estructurales sobre la superficie del basa- -
mento que podrían influenciar en el comportamiento estructu-
ral de los sedimentos superadyacentes. En la prospección mi-
nera se emplea en la búsqueda directa de minerales o de es-
tructuras geológicas asociadas a la presencia de ellos.

Las rocas sedimentarias ejercen un efecto
magnético tan pequeño en comparación con las rocas ígneas si-
tuadas debajo, prácticamente, todas las variaciones de la in-
tensidad magnética medibles en la superficie están asociadas-

a la topografía ó a los cambios litológicos del basamento.

El método magnético de prospección tiene muchos puntos en común con el método gravimétrico, pues ambos buscan anomalías originadas por cambios en las propiedades físicas de las rocas subadyacentes y construyen mapas similares. Los dos métodos son utilizados, en la mayor parte de los casos, como métodos de reconocimiento previo y requieren también de técnicas de interpretación análogas. Sin embargo, el método magnético es más complicado que el gravimétrico, tanto en sus principios como en la práctica, la razón principal de esto es que la intensidad de magnetización (propiedad de una roca que determina su efecto magnético) es un vector, en cambio la masa es un escalar. Además, el vector geomagnético varía de dirección con la latitud y los magnetómetros modernos miden la componente total del campo magnético.

Todo lo anteriormente expuesto en el párrafo que antecede, hace que las matemáticas en magnetometría sean más complejas que en gravimetría.

En Aeromagnetometría, la fórmula para - grandes áreas como son las cuencas petroleras, es la siguiente:

$$A_{ob} = 2\pi (I_2 - I_1) = 2\pi (K_2 F_2 - K_1 F_1)$$

$I = K \cdot F$ En donde:

I = Vector de imantación

K = Susceptibilidad magnética

F = Intensidad de campo magnético terrestre

A_{ob} = Magnetismo observado.

Observe la ecuación tiene varias incógnitas, la Susceptibilidad no siempre se conoce con seguridad y además las rocas pueden tener Magnetismo remanente, la fórmula no determina la profundidad, sino que ésta debe determinarse con modelos magnéticos previamente calculados con valores dados de F , (su intensidad e inclinación); K Susceptibilidad y forma de campo, que generalmente se suponen prismas rectangulares con lados verticales.

La fórmula gravimétrica es:

$$g = G \frac{M}{r^2} \cos \theta \quad \text{Ec. 1}$$

g se mide en gales

$M = \Delta \nabla$ X el volúmen

M es la masa anómala en gramos

$\Delta \nabla$ es igual a la diferencia de densidades y se mide en gramos/centímetros cúbicos.

r es la profundidad en centímetros.

La fórmula 1 se usa para calcular el efecto gravitacional de una masa anómala sobre un punto en la superficie de referencia.

Se supone que la masa anómala se aísla de todos los efectos de atracción que forman la anomalía de Bouguer.

La anomalía de Bouguer se obtiene con los levantamientos de campo y su fórmula es:

A.B. = gravedad observada + gradiente de aire libre por altura - gradiente de Bouguer por la densidad de corrección y por la altura - gravedad teórica.

$$A.B. = g_{ob} + (C_{AL} - C_B) h - g_T + RT$$

RT es la corrección por rugosidad del terreno y tiene las mismas unidades de A.B. (miligales). Se obtiene de un plano altimétrico que rodee la ó las estaciones.

g_{ob} es la gravedad que se observa con el gavimetro.

C_{AL} es la gradiente de aire libre, se calcula con la fórmula 1, suponiendo que el volúmen es un cilindro de altura h y radio infinito y está dado por $2\sqrt{G}$.

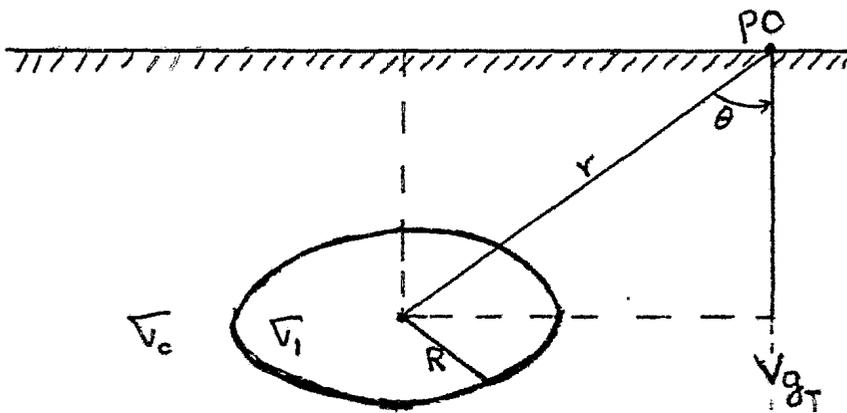
h es la altura en metros.

g_T es la gravedad teórica, se obtiene conociendo la latitud de cada estación y aplicándola a la fórmula respectiva.

La anomalía de Bouguer está formada por el efecto de atracción de todas las rocas que hay abajo de la superficie, existen métodos para separar o aislar los efectos de atracción deseados de los no deseados, regional segunda derivada, etc.. Cuando se supone que ya se separaron los efectos, la anomalía que queda se llama residual, y para determinar qué cuerpo la produce, se supone un modelo y se calcula con la fórmula 1 su atracción gravitacional sobre la superficie de observación; por ejemplo, si el modelo es una esfera :

$$g = G \frac{M}{r^2} \cos \theta = G \frac{\Delta \sigma \frac{3}{4} \pi R^3}{r^2}$$

En donde: $\Delta \sigma$ es el contraste de densidad entre la roca encajonante y la de la masa anómala.



Nota: La densidad de corrección se usa para obtener la anomalía de Bouguer, mientras que la densidad o contraste de densidad es la que se usa para calcular el efecto de atracción de la masa anómala.

En el método sísmico de reflexión (caso - de un contacto horizontal), tenemos:

$$Z = \frac{V_1 t_o}{2}$$

Para $x = 0 \Rightarrow t = t_o$

Por lo tanto:

$$t = \frac{2 Z}{V_1}$$

$$Z = \frac{t_o V_1}{2}$$

En donde:

Z es la profundidad del contacto.

V_1 es la velocidad de las ondas que viajan en la primera capa.

Cuando se trata de un solo contacto, el cálculo de la profundidad se obtiene de la fórmula:

$$Z = \frac{V_1 t_o}{2}$$

Desde luego esta fórmula tan simple requiere del conocimiento de la velocidad V de los rayos directos y del tiempo de un rayo reflejado a la distancia $x = 0$ a partir de la fuente.

Esto último generalmente no se observa, pero se podría extrapolar con los datos de tiempo de los demás detectores, siendo lo más importante identificar tales rayos reflejados.

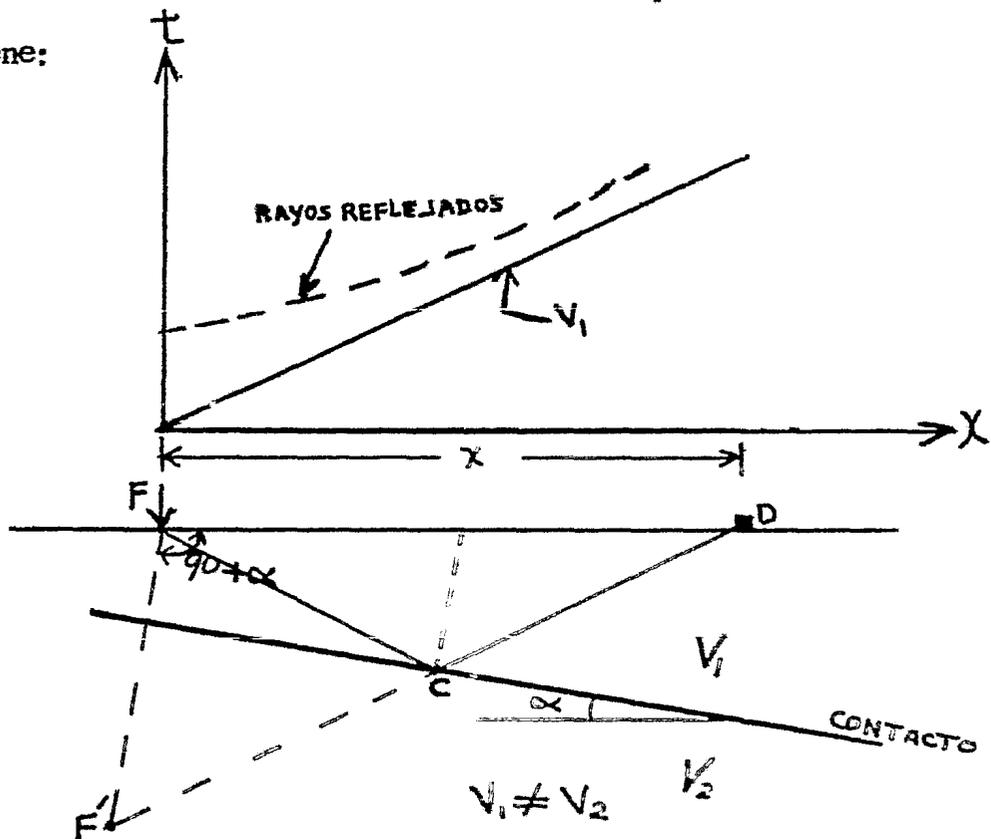
Cuando se trata de dos contactos horizontales o más, el problema teórico de encontrar el tiempo de propagación de un rayo reflejado en función de los parámetros y de la distancia variable X entre fuente y detector, no se puede resolver y por lo tanto no se puede establecer una fórmula que permite el cálculo de la profundidad de los contactos en función de los datos de campo que son el tiempo de reflejo y la distancia X al detector.

El trabajo de rutina en prospección sísmológica por el método de reflexión hecha mano de un artificio que consiste en suponer aislado el contacto que se trata de calcular, desapareciendo todos los demás contactos. En el caso más sencillo de dos contactos horizontales, sólo se deja el segundo contacto y se desaparece el primero, esto implica convertir el caso real en caso simple de un sólo contacto y naturalmente habrá que escoger una velocidad ficticia que llama

mos velocidad media equivalente y que permite trazar rayos rectilíneos de la fuente al contacto y de ahí al detector.

De acuerdo con lo anterior la fórmula de cálculo queda en forma muy sencilla y permite obtener la profundidad correcta del segundo contacto a condición de que se escoja acertadamente la velocidad media equivalente; esta velocidad media equivalente se obtiene de pruebas especiales de campo.

En el caso de un contacto plano inclinado se tiene:



t es el tiempo del rayo reflejado

$$t = \frac{F C}{V_1} + \frac{C D}{V_1}$$

$$= \frac{F'C}{V_1} + \frac{CD}{V_1} = \frac{F'C + CD}{V_1}; \quad t = \frac{F'D}{V_1}$$

Del triángulo FFD, tenemos por la ley de los cosenos:

$$FD = x + 4h - 4 x h \text{ Cos } (90 + \alpha)$$

$$t = \frac{1}{V_1} \sqrt{x^2 + 4h^2 - 4 x h \text{ COS } (90 + \alpha)}$$

$$\text{Pero } \text{COS } (90 + \alpha) = - \text{Sen } \alpha$$

$$t = \frac{1}{V_1} \sqrt{x^2 + 4h^2 + 4 x h \text{ Sen } \alpha} \quad \text{Ec....(1)}$$

Para $x = 0$ tenemos $t = t_0$

$$t_0 = \frac{1}{V} \sqrt{4 h^2}$$

$$t_0 = \frac{2 h}{V} \quad \text{de aquí}$$

$$\boxed{h = \frac{V_i t_0}{2}} \quad \text{Ec.... (2)}$$

Esta Ec. (2) es para calcular la profundidad del contacto con respecto a la superficie.

Ahora, elevamos al cuadrado la Ec. (1)

$$t^2 V_1^2 = x^2 + 4 h^2 + 4 x h \text{ Sen } \alpha$$

Sustituimos $h = \frac{V_1 t_0}{2}$, tenemos:

$$t^2 V_1^2 = x^2 + 4 \left(\frac{V_1 t_0}{2} \right)^2 + 4 x \frac{V_1 t_0}{2} \text{ Sen } \alpha$$

Arreglando y despejando el $\text{Sen } \alpha$ nos queda:

$$\begin{aligned} \text{Sen } \alpha &= \frac{t^2 V_1^2 - V_1^2 t_0^2 - x^2}{2 V_1 t_0 x} \\ &= \frac{V_1^2 (t^2 - t_0^2)}{2 V_1 t_0 x} - \frac{x^2}{2 V_1 t_0 x} \end{aligned}$$

Finalmente:

$$\text{Sen } \alpha = \frac{V_1 (t+t_0) (t-t_0)}{2 t_0 x} - \frac{x}{2 V_1 t_0} \text{ Ec... (3)}$$

Hacemos un cambio de variable

$$t + t_0 = 2 t_m ; \quad t_m = \text{Promedio de tiempo}$$

$$t - t_0 = \Delta t ; \quad \Delta t = \text{Diferencia de tiempo}$$

Sustituyendo en la Ec. (3) resulta:

$$\text{Sen } \alpha = \frac{V_1 t_m \Delta t}{t_o x} = \frac{x}{2 V_1 t_o}$$

pero sabemos de la Ec. (2) qué:

$$4 h = 2 V_1 t_o, \text{ Entonces}$$

$$\text{Sen } \alpha = \frac{V_1 \Delta t}{x}$$

Para h mucho mayor que x , en este caso t_o y t_m se acercan mucho y se cancelan, es decir:

$$\frac{x}{4 x} \rightarrow 0$$

t_o es el tiempo que registra un detector apegado a la fuente, y t es el tiempo registrado en el último detector.

Ejemplo Numérico

$V_m =$ Velocidad media equivalente

$$= 2500 \frac{\text{metros}}{\text{segundos}}$$

$t_o = 1.500$ segundo

$t = 1.540$ segundos

$x = 400$ metros

Calcular la profundidad de este horizonte y también el ángulo de inclinación.

Solución:

$$h = \frac{V t}{2} = \frac{2\,500 \times 1.500}{2} = 1\,875 \text{ metros}$$

$h = 1\,875$ metros la profundidad del contacto

$$\text{Sen } \alpha = \frac{V_1 \Delta t}{x} = \frac{V_1 (t - t_0)}{x} = \frac{2\,500 \times 0.040}{400}$$

$$\text{Sen } \alpha = 0.25$$

$$\alpha = 14.5 \text{ grados la inclinación del contacto}$$

Es importante señalar que aparte del método sísmico de reflexión existe el método sísmico de refracción que sólo menciono, y que tiene algunas limitaciones en su aplicación para determinar la profundidad de un contacto, algunas de estas limitaciones son:

1. Cuando la velocidad es menor debajo de un contacto que, arriba de él, no hay posibilidad de generar frentes de onda que lleguen a la superficie, y que nos den información sobre la presencia de dicho contacto.

2. Si más abajo hay contactos en que aumenta la velocidad tendremos un cierto error en el cálculo de la profundidad.
3. Aunque teóricamente no hay problemas para resolver casos de un número grande de contactos, prácticamente sí hay dificultad, puesto que al construir la gráfica tiempo - distancia, tenemos poca precisión para el trazo de las rectas que corresponden a los tiempos de rayos refractados, y por lo tanto - hace poco útil el uso de las fórmulas para el cálculo de espesores de las capas.

La velocidad de propagación puede determinarse en el reflejo mismo, si esto se puede hacer, la profundidad es relativamente simple de calcular, también la velocidad de propagación puede medirse en pozos profundos.

El método tiene por condición que se obtengan reflejos y a la fecha los esfuerzos (gastos) se dirigen a esto. (Detectores múltiples, pozos múltiples, C. D. P., etc.).

Algunas veces a pesar de todos los esfuer-

zos no se logran nuevos reflejos ó no se logra un horizonte re
flector continuo, en este caso reuniendo los datos de gravime-
tría y magnetometría con los de sismología se puede mejorar -
el resultado final.

Los costos de los pozos profundos obligan -
a mejorar los levantamientos geofísicos y las técnicas de inter-
pretarlo como puede verse en la gráfica correspondiente al cos-
to de perforar un pozo profundo: ver la página No. 153

Los costos de la perforación varían expo--
nencialmente con la profundidad, de manera que si el ó los po-
zos que se proyectan perforar, la exploración debe realizarse
con el máximo de seguridad interpretativa. Ver página No. 153

Con la finalidad de simplificar la explica--
ción de los métodos geofísicos y su aplicación veamos los si- -
guientes ejemplos de estructura geológica y su respuesta en --
cada método.

El método gravimétrico está basado en el -
campo natural de la gravedad, y estudia la variación de la com-
ponente vertical gravífico terrestre en función del cambio late--
ral de las densidades. Los altos estructurales sepultados como-

los anticlinales. harán aumentar localmente la fuerza de la gravedad en sus proximidades, por existir un contraste positivo de densidades con respecto al medio circundante, mientras que los domos de sal de densidad baja, la disminuirán. Ver figura - 1.

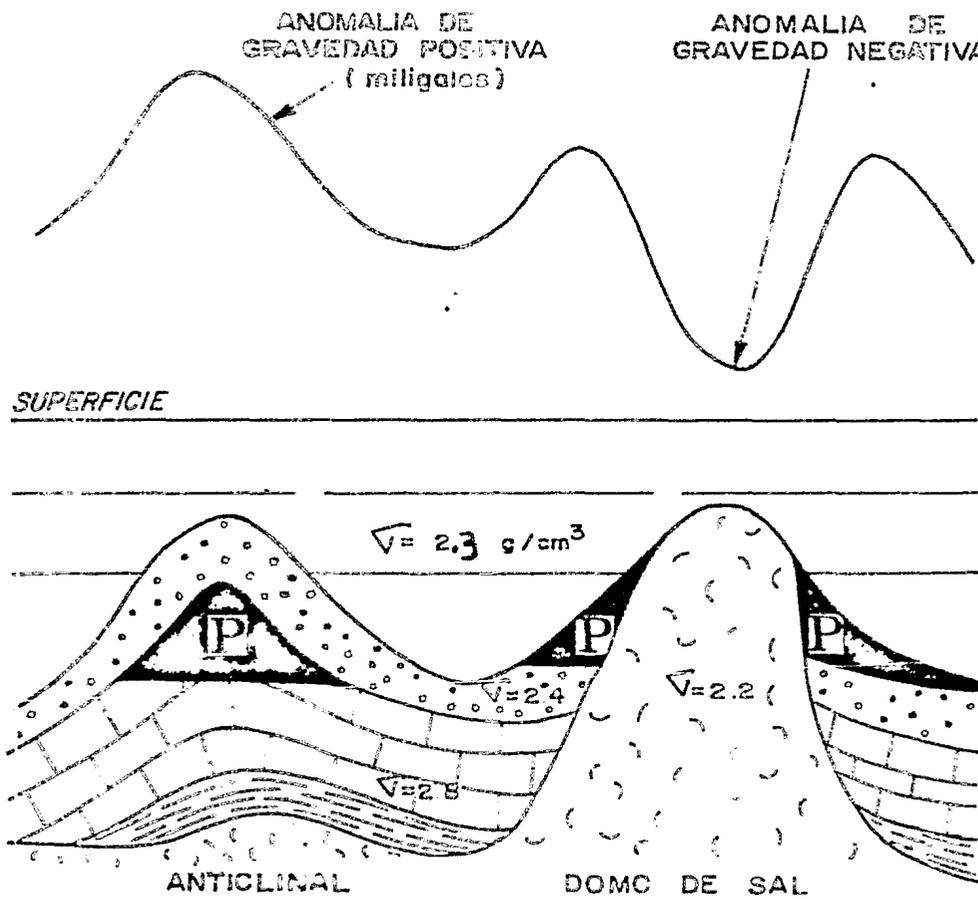


FIGURA - 1

UNAM
 FACULTAD
 DE
 INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 ASAAD SOULAIMAN

La magnetometría se encarga en exploración petrolera de configurar las rocas profundas en que se apoya una columna sedimentaria, ya que éstas tienen una determinada respuesta magnética muy fuerte con respecto a los materiales depositados. Estas rocas profundas se denominan como basamento, generalmente de origen magmática. Ver Fig. -2

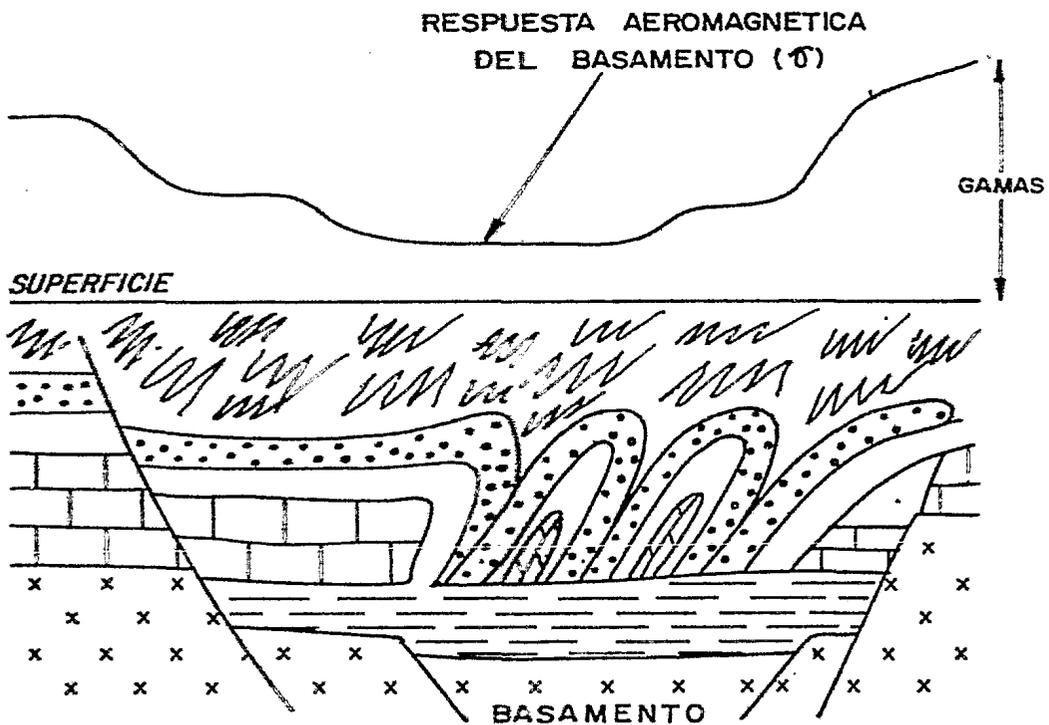


FIGURA - 2

UNAM
FACULTAD
DE
INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
ASAAD SOULAIMAN

Produciendo artificialmente un pequeño terremoto y registrando los efectos de las ondas producidas, una vez reflejadas y refractadas en las distintas formaciones geológicas se puede llegar a obtener una imagen muy aproximada de la morfología del subsuelo, el pequeño terremoto, por así decirlo, se produce con distintas fuentes de energía que pueden ser desde la simple dinamita hasta sofisticados sistemas de vibradores y pistolas de aire ó impulsos eléctricos. Ver Figura 3 .

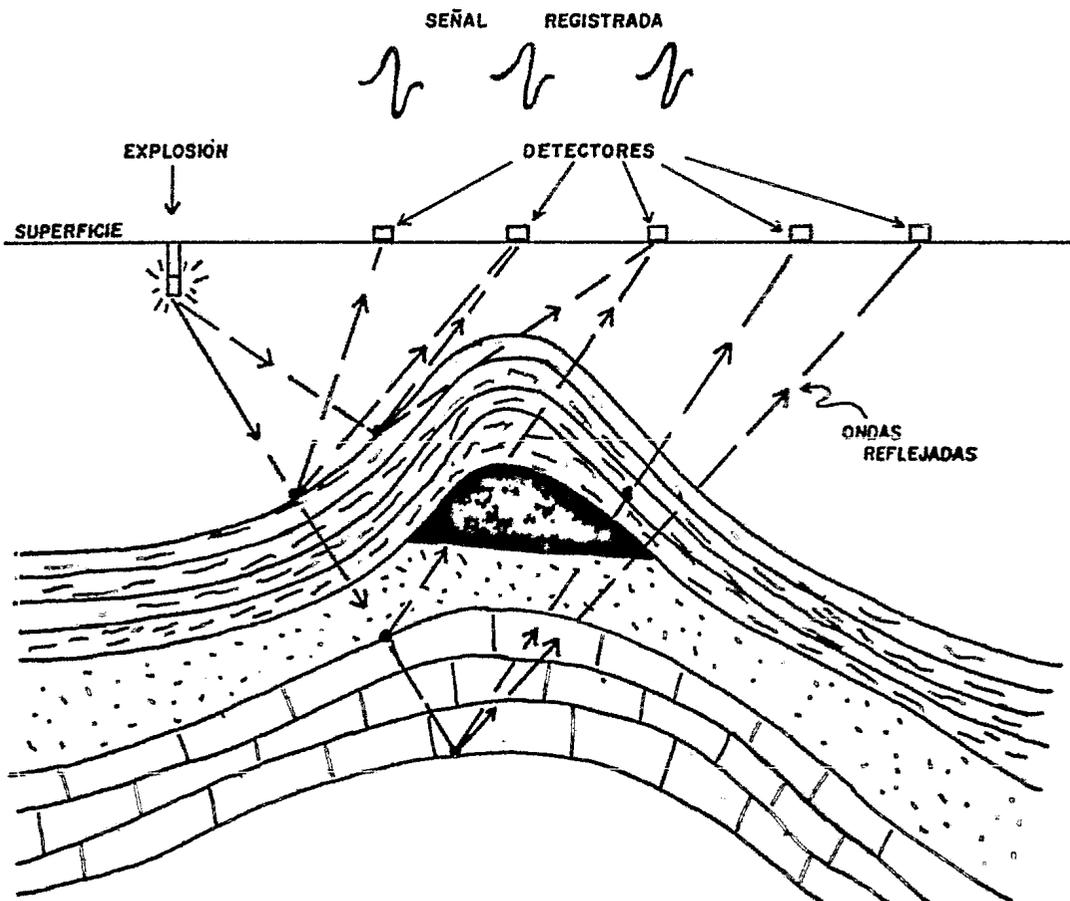


FIGURA 3

Todos los métodos antes mencionados deben tener un apoyo completo de la geología de superficie, que es la fase coordinadora de todas las fuentes de exploración. Todos los métodos de detección pueden ser aplicados tanto en tierra como en el mar, lo que da un panorama muy amplio de las condiciones bajo la superficie de cualquier lugar en que se apliquen.

Existen otros métodos de poca aplicación en el mundo occidental, que se han utilizado en la industria y son los métodos eléctricos, que miden las propiedades de resistividad, polarización, frecuencia de respuestas, etc., de las rocas del subsuelo. Debido a que algunos se encuentran restringidos a la penetración y los yacimientos son generalmente profundos, su utilización es en menor escala a nivel exploratorio.

A la fecha, estos métodos han demostrado ser sumamente valiosos para la búsqueda de hidrocarburos. Sus resultados, interpretados adecuadamente con criterio geológico y geofísico, han dado lugar al descubrimiento del casi 80 por ciento de las reservas actuales del mundo.

La exploración petrolera en nuestros días -
puede dividirse en varias etapas:

- a) Trabajos de reconocimiento .
- b) Trabajos de detalle,
- c) Estudios para la localización de pozos exploratorios; y
- d) Análisis de los resultados obtenidos para programas de perforación de nuevos pozos.

Los trabajos de reconocimiento, tienen por finalidad el estudio de las condiciones geológicas generales de un área, para estimar las posibilidades de que contengan hidrocarburos en el subsuelo. Incluyen exploraciones fotogeológicas, de geología superficial y estudios geofísicos de gravimetría, -- magnetimetría y sismología regional.

Los trabajos de detalle se realizan en áreas seleccionadas, con las mayores posibilidades, tratando de definir los lugares donde las capas del subsuelo presentan características apropiadas para la acumulación de petróleo. El método más valioso para este tipo de trabajo, es el sísmológico. Se -

utilizan además los métodos geológicos de detalles.

La información obtenida en las exploraciones geológicas y geofísicas, se analiza cuidadosamente, con intervención de numerosos técnicos, cuya experiencia y conocimientos permiten localizar los lugares donde deben perforarse los pozos exploratorios.

Durante la perforación de los pozos exploratorios, geólogos y paleontólogos estudian las muestras de roca cortadas del pozo, haciendo periódicamente mediciones gefísicas dentro del mismo. Los resultados de estos estudios, definen las capas del subsuelo que contienen hidrocarburos y de las cuales se puede extraer petróleo.

No obstante, estos modernos métodos, que permiten realizar minuciosos trabajos exploratorios antes y durante la perforación del pozo no siempre conducen a descubrir un yacimiento, a pesar de existir condiciones propicias para la acumulación de petróleo, por lo que la exploración se lleva a cabo en forma tenaz, estudiando nuevas áreas y revisando constantemente la información obtenida, permitiendo esto la evaluación de las reservas potenciales de México y del mundo.

Capítulo III

POSICION DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA EN LA FASE PRODUCTIVA

Objetivo:

La información presentadas en este capítulo está referida a las actividades productivas de la industria petrolera en México. Entendiendo por éstas, a las siguientes:- la exploración propiamente dicha, o sea, aquella que efectúan las brigadas en búsqueda de nuevos yacimientos de hidrocarburos, mediante estudios geológicos, sismológicos, magnetométricos y gravimétricos, por citar algunos la perforación de exploración, la explotación o extracción de crudos y gas natural.

Para la elaboración de las tabulaciones contenidas en el presente capítulo, se recabó informaciones de — Petróleos Mexicanos, de sus gerencias de exploración, así como de la oficina de coordinación y estudios técnicos, de su — anuario estadístico 1977, de las memorias de labores de esa—

Institución y de la publicación PEMEX en cifras, además se utilizaron datos obtenidos en forma directa; otras fuentes de las cuales se captaron estadísticas fueron: la matriz de insumo producto de 1970, publicada por la coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática, de la Secretaría de Programación y Presupuesto y el boletín del Sector Energéticos de la Comisión Nacional de Energéticos. Conviene aclarar que las cifras para 1970 proporcionadas por PEMEX, tienen carácter preliminar.

En los cuadros relativos a producción y reservas de hidrocarburos, conviene mencionar que el término "Condensados", está integrado por los líquidos del gas natural y los hidrocarburos condensados.

Con el fin de unificar las unidades de medida de distintos productos y poder establecer comparaciones entre las mismas, en la elaboración de los cuadros estadísticos del presente capítulo se utilizaron algunos factores de conversión de volumen, así como para transformar un cierto bien a unidades equivalentes de otro. A continuación se proporcionan dichos factores, los cuales corresponden a los que

utiliza Petróleos Mexicanos en su mayoría de labores.

CONVERSION DE UNIDADES

Barriles:

Dividir entre 6.29 para obtener metros cúbicos.

Pies Cúbicos:

Dividir entre 35.314 para obtener metros cúbicos.

Pies Cúbicos de Gas Natural Seco:

Dividir entre 5 000 para obtener barriles de crudo.

Pies Cúbicos de Gas Natural Seco:

Dividir entre 6 783 para obtener barriles de combustoleo.

Metros Cúbicos de Gas Natural Seco:

Dividir entre 192.308 para obtener barriles de combustoleo.

CUADRO N.º 1

DATOS GENERALES

Conceptos	Areas Km	Porcentaje %
Superficie del territorio nacional:	1 958 201	100.00
Areas exploradas con cierta intensidad:	183 200	9.3
Areas con muy buenas posibilidades de exploración:	524 000	26.7
Areas con posibilidades de exp. a mediano y largo plazo:	660 800	33.7
Areas sin posibilidad de exploración:	590 201	30.3
Superficie de la plataforma continental:	549 000	100.00
Areas con muy buenas posibilidades de exploración:	300 000	54.6
Areas con posibilidades de exploración:	163 300	29.8
Areas sin posibilidades de exploración:	85 700	15.6

Existen dos tipos principales de exploración:
ción:

La primera es la exploración terrestre; y

La segunda, la exploración marina.

Observemos el cuadro (2) y su gráfica correspondiente, inmediatamente se puede ver, que la exploración total tiene una tendencia ascendente desde 1938 hasta la fecha, se puede ver en la gráfica que la exploración con mayor porcentajes es la terrestre, tomando en cuenta que después de los años 1950 iniciaron formalmente la exploración marina, esto debido al perfeccionamiento de los métodos geofísicos aplicados en aguas marinas y la necesidad de aprovechar al máximo el contenido del subsuelo de las grandes áreas marítimas de este país.

El número de las exploraciones, siendo terrestres ó marinas, se obtiene multiplicando el número de brigadas por el número de meses trabajados.

CUADRO No. 2
 ACTIVIDADES DE EXPLORACION
 (GRUPO MES TRABAJADOS a/)
 1938 - 1979

A ñ o	No. de Exploraciones Totales	No. de Exploraciones Terrestres	No. de Exploraciones Marinas
1938	13	13	-
1948 b/	2 301	2 301	-
1958 b/	4 761	4 755	6
1968 b/	5 920	5 904	16
1969	815	813	2
1970	820	818	2
1971	836	836	-
1972	853	843	10
1973	925	917	8
1974	921	916	5
1975	1 016	1 000 c/	16
1976	987	985	2
1977	982	969	13
1978	1 229	1 191 c/	38
1979	1 508	1 440 c/	68

a/ Número de brigadas multiplicado por los meses trabajados.

b/ Se refiere al acumulado en la década que finaliza en esos años.

c/ Incluye exploración aérea.

FUENTE: PEMEX, Gerencia de Exploración Petrolera.

ACTIVIDADES DE EXPLORACION

(GRUPOS MES TRABAJADOS)

1938 - 1979

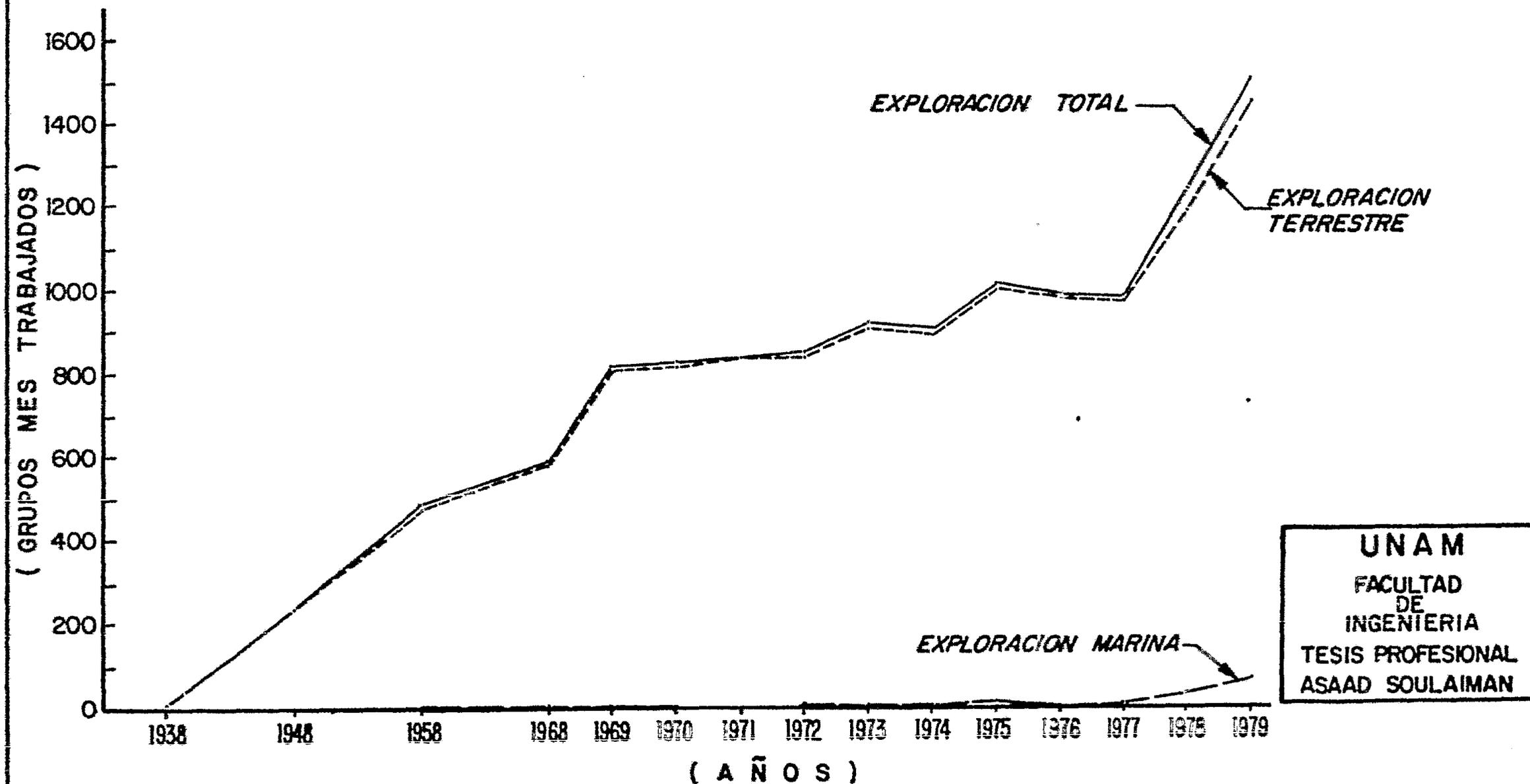


FIGURA - 2

Es muy importante señalar que la actividad de la exploración de los hidrocarburos, se apoya para su localización en los siguientes campos:

1. Geología superficial.
2. Geología del subsuelo.
3. La sismología.
4. Gravimetría
5. Magnetometría
6. Registros geofísicos de pozos.

El Quadro No. 3 y su gráfica nos muestra en una forma comparativa el número de grupos mes de cada tipo de exploración, una señal bien clara y alentadora es, que todos los tipos de exploración tienen una tendencia a ser ascendentes, lo que significa su gran utilidad en el campo de los hidrocarburos.

Debo mencionar que el número de grupos mes dedicados a la sismología es superior al número de grupos mes dedicados a la gravimetría y magnetometría, lo que quiere decir la gran importancia de este método exploratorio.

Un grupo mes es un número de personas, siendo profesionales o técnicos, que trabajan en el campo durante un mes.

Cabe aclarar que el número de brigadas -- multiplicado por los meses trabajados produce el número de -- grupos mes.

ANEXO No.3

ACTIVIDADES DE EXPLORACION TERRESTRE POR TIPO DE EXPLORACION EN EL TERRITORIO NACIONAL

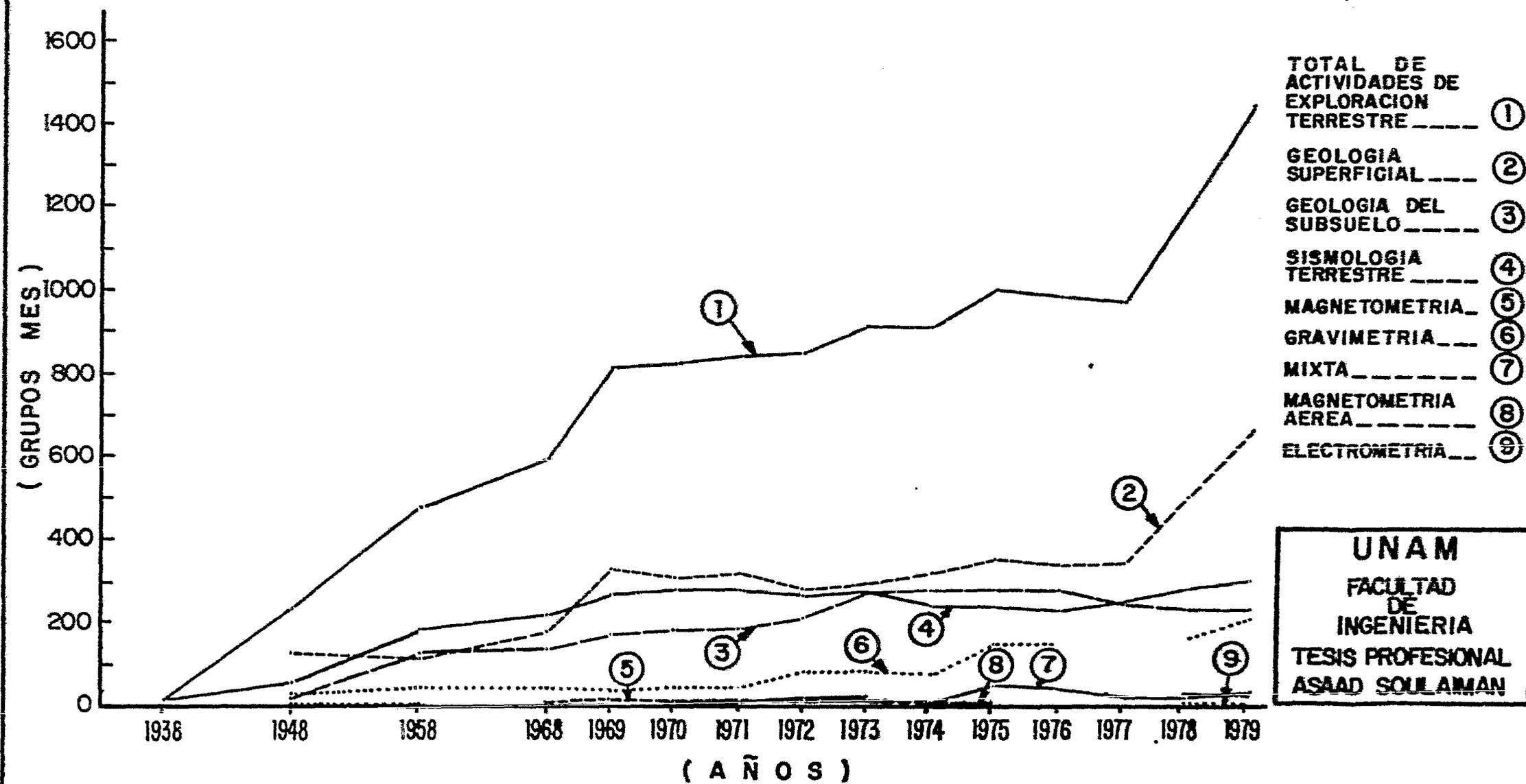
(Grupos Mes y Brigadas)

1938-1979

AÑO	TOTAL DE ACTIVIDADES DE EXPLORACION TERRESTRE		GEOLOGIA SUPERFICIAL		GEOLOGIA DEL SUBSUELO		SISMOLOGIA TERRESTRE		MAGNETOMETRIA		GRAVIMETRIA ^{b/}		MIXTA ^{b/}		MAGNETOMETRIA AEREA		ELECTROMETRIA	
	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas
1938	13	2	-	-	-	-	13	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1948 ^{a/}	2 301	223	1 258	122	156	14	538	52	23	3	272	27	-	-	-	-	54	5
1958 ^{a/}	4 755	441	1 186	120	1 239	103	1 817	172	-	-	463	41	-	-	-	-	50	5
1968 ^{a/}	5 904	528	1 796	166	1 367	119	2 172	199	75	7	490	44	-	-	4	2	-	-
1969	813	69	331	28	168	14	268	23	12	1	34	3	-	-	-	-	-	-
1970	818	70	309	27	180	15	276	23	12	1	41	3	9	1	-	-	-	-
1971	896	73	315	27	184	16	276	23	14	1	47	5	12	1	-	-	-	-
1972	843	70	281	22	203	17	267	23	12	1	80	5	20	2	-	-	-	-
1973	917	81	296	26	261	17	264	30	12	1	84	5	24	3	-	-	-	-
1974	816	84	313	28	276	23	239	36	4	1	78	7	-	4	6	1	-	-
1975	1 590	87	346	23	276	23	231	30	-	-	144	5	43	4	3	2	-	-
1976	1 000	66	337	32	276	33	220	10	-	-	144	6	36	2	-	-	-	-
1977	961	62	340	23	240	20	240	11	-	-	-	-	12	12	-	-	-	-
1978	1 101	194	437	42	239	19	273	14	-	-	169	15	12	1	32	2	11	1
1979	1 441	120	655	55	239	19	441	7	-	-	201	19	31	2	21 ^{c/}	2	1	1

a) Se refiere al decenio que finalizó en ese año.
 b) Incluye la exploración sísmica, y aerofotogrametría gravimétrica y magnetométrica combinada.
 c) Incluye gravimetría y magnetometría aérea simultánea.

**ACTIVIDADES DE EXPLORACION TERRESTRE
POR TIPO DE EXPLORACION EN EL TERRITORIO NACIONAL
(GRUPOS MES)
1938 - 1979**



UNAM
FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
ASAAD SOULAMAN

FIGURA - 3

En la gráfica 4, podemos destacar la importancia del método sísmológico, tanto en aguas marinas someras, así como en profundas, contando con un solo grupo mes - en 1972, en cambio en 1979 había 58 grupos mes, por lo que - podemos concluir su alta eficiencia en estas condiciones; en la actualidad se aplican todos los métodos geofísicos de exploración en el mar para la localización de hidrocarburos.

ACTIVIDADES DE EXPLORACION MARINA POR TIPO DE EXPLORACION EN EL TERRITORIO NACIONAL

(Grupos Mes y Brigadas)

1958-1978

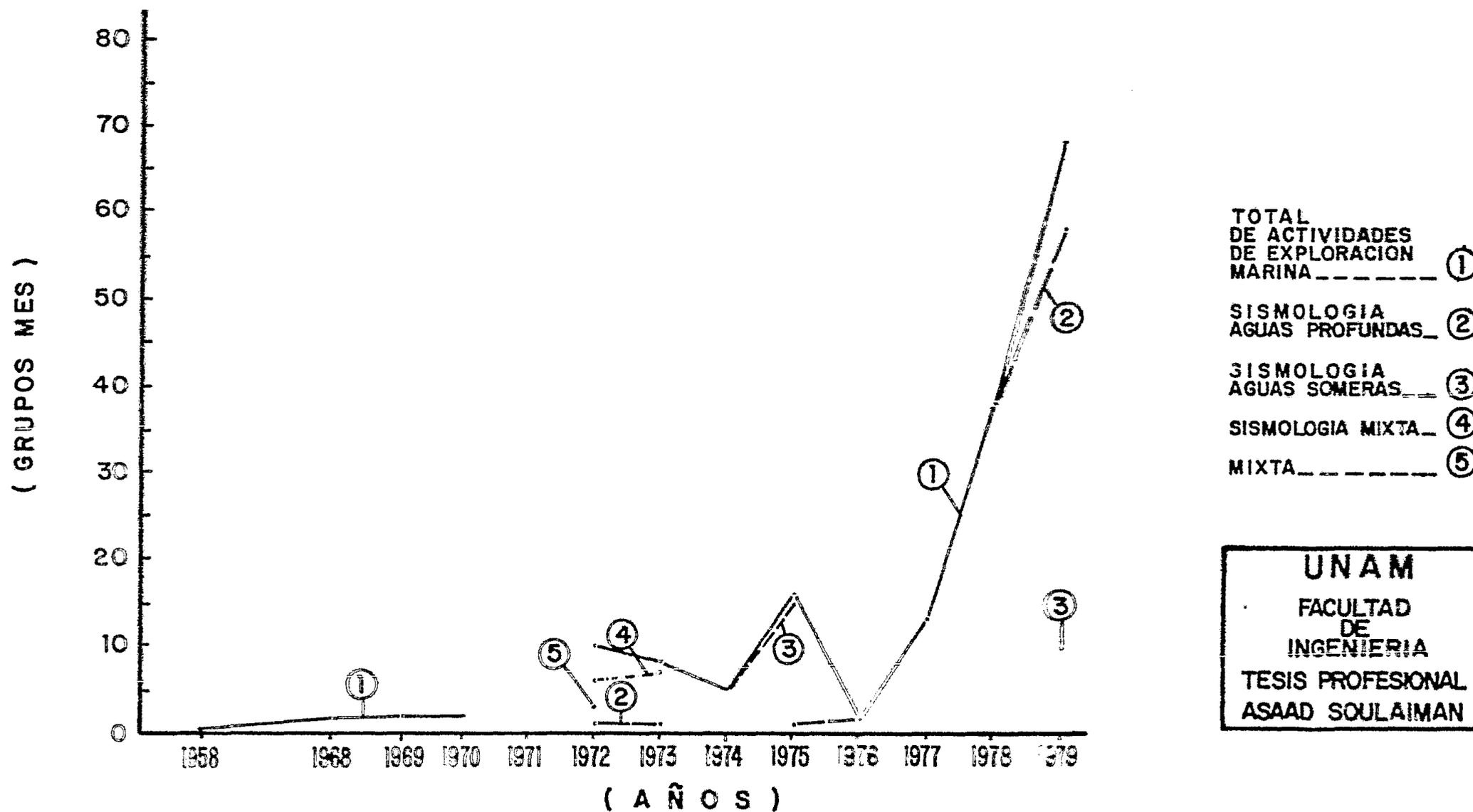
AÑO	TOTAL DE ACTIVIDADES DE EXPLORACION MARINA		SISMOLOGIA AGUAS PROFUNDAS		SISMOLOGIA AGUAS SOMERAS		SISMOLOGIA MIXTA -1- a/		SISMOLOGIA MIXTA -2- b/	
	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas
1958 ^{c/}	5.5	2	5.5	2	--	-	-	-	-	-
1962 ^{c/}	16	3	16	5	--	-	-	-	-	-
1963	2	1	2	1	--	-	-	-	-	-
1970	2	1	2	1	--	-	-	-	-	-
1971	-	-	-	-	--	-	-	-	-	-
1972	10	5	1	3	--	-	6	1	3	1
1973	8	6	1	4	--	-	7	1	-	-
1974	5	1	-	-	5	1 ^a	-	-	-	-
1975	16	3	1	1	15	2	-	-	-	-
1976	2	1	2	1	--	1	-	-	-	-
1977	13	2	13	2	--	-	-	-	-	-
1978	38	4	38	4	--	-	-	-	-	-
1979	68	7	58	5	10	2	-	-	-	-

a/ Exploración por métodos combinados de sismología gravimétrica y magnetométrica.

b/ Exploración por métodos combinados de gravimetría y magnetometría.

c/ Se refiere al adelantado de la década que muestra en estos años.

ACTIVIDADES DE EXPLORACION MARINA
 POR TIPO DE EXPLORACION EN EL TERRITORIO NACIONAL
 (GRUPOS MES)
 1958 - 1979



UNAM
 FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 ASAAD SOULAIMAN

FIGURA - 4

falta por completar

El Cuadro No. 5 y su gráfica correspondiente nos relaciona los grupos mes dedicados a la actividad exploratoria terrestre por zona.

Cabe señalar que a partir de 1968 la zona Veracruz fué dividida e incluida, parte a la zona Poza Rica y la otra a la zona Sur.

La zona California fué incluida también a la zona Norte, por lo que se ausentan los datos en la columna correspondiente a cada una.

TOTAL DE ACTIVIDADES DE EXPLORACION TERRESTRE

(Grupos Mes y Brigadas)

1938-1979

AÑO	TOTAL NACIONAL		ZONA NORESTE		ZONA NORTE		ZONA POZA RICA		ZONA VERACRUZ		ZONA S U R		ZONA CALIFORNIA Y OTROS	
	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas	Grupos Mes	Brigadas
1938	13	2	- - -	- -	- - -	- -	- -	--	- -	- -	13	2	- -	- -
1948 ^{a/}	2 301	227	744	67	558	58	415	43	14	2	534	52	36	5
1958 ^{a/}	4 756	456	1 019	99	959	91	461	43	795	71	1 241	120	281	32
1968 ^{a/}	5 904	534	1 680	150	1 208	109	791	75	420	39	1 749	154	56	7
1969	813	69	252	21	168	14.5	165	14	- -	- -	228	19.5	- -	- -
1970	818	72	257	22	162	15	173	15	- -	- -	226	20	- -	- -
1971	836	76	250	21	164	14	177	18	- -	- -	245	23	- -	- -
1972	843	79	185	20	171	15	236	21	- -	- -	251	23	- -	- -
1973	917	82	203	18	168	14	234	21	- -	- -	312	29	- -	- -
1974	916	82	250	22	178	18	198	16	- -	- -	290	26	- -	- -
1975	1 000	91	229	23	248	23	239	20	- -	- -	284	25	- -	- -
1976	985	86	254	23	225	20	299	25	- -	- -	207	18	- -	- -
1977	969	86	242	23	207	18	261	23	- -	- -	259	22	- -	- -
1978	1 191	110	350	31	218	22	318	30	- -	- -	305	27	- -	- -
1979	1 440	123	454	40	277	23	353	30	- -	- -	356	30	- -	- -

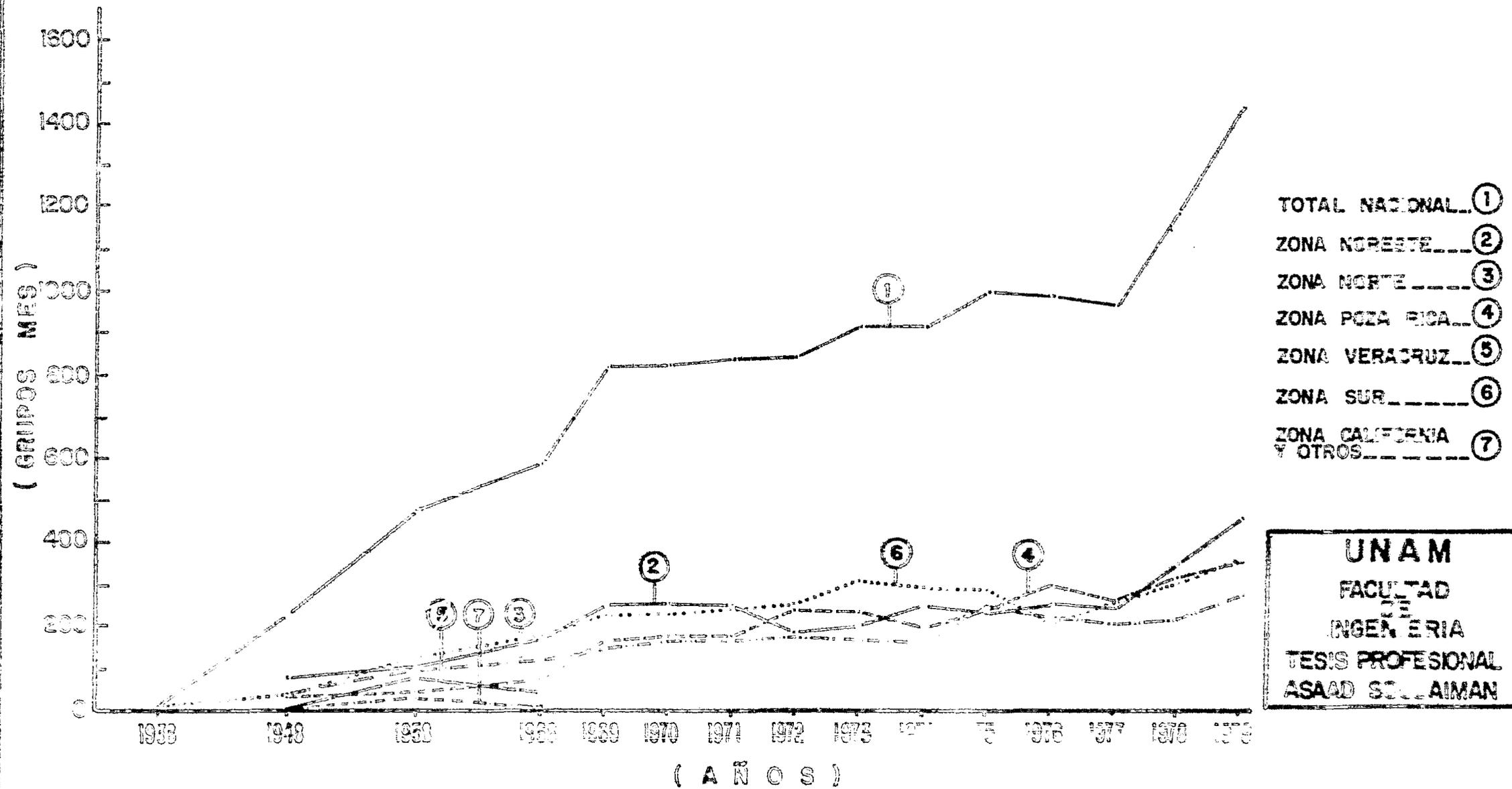
a/ Se refiere al acumulado en la década que finalizó en esos años.

FUENTE: PEMEX, Gerencia de Exploración Petrolera.

TOTAL DE ACTIVIDADES DE EXPLORACION TERRESTRE POR ZONA

(GRUPOS MES)

1938 - 1979



UNAM
FACULTAD
DE
INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
ASAAD SOLAIMAN

FIGURA - 5

En el Cuadro No. 6 y su gráfica correspondiente podemos ver la relación que existe entre el número total de pozos de exploración perforados y el número de pozos productivos e improductivos.

Uno de los objetivos fundamentales de los ingenieros geofísicos y geólogos es bajar el porcentaje del número de los pozos improductivos ó disminuir el área que existe entre la sección de pozos improductivos y productivos, esta disminución está en función de la alta capacidad y experiencia de los ingenieros que interpretan los datos de campo registrados por los diferentes métodos de exploración.

México contaba en 1977, con 133 torres -- de perforación en tierra y 21 torres en mar adentro en operación.

CUADRO No. 6
ACTIVIDADES DE PERFORACION EXPLORATORIA
(1938 - 1979)

A ñ o	No. Total de pozos de explor. perforados.	No. de pozos Productivos	No. de pozos Improductivos
1938	5	3	3
1948	26	8	18
1958	76	17	59
1968	151	38	113
1969	134	40	94
1970	130	30	100
1971	129	31	98
1972	143	30	113
1973	103	24	79
1974	100	20	80
1975	87	13	74
1976	79	25	54
1977	79	30	49
1978	84	29	55
1979	83	30	53

FUENTE: Pémex, Coordinación y Estudios Técnicos 1977,

Memoria de labores de 1979, y Pémex en cifras.

ACTIVIDADES DE PERFORACION EXPLORATORIA
(POZOS)
1938 - 1979

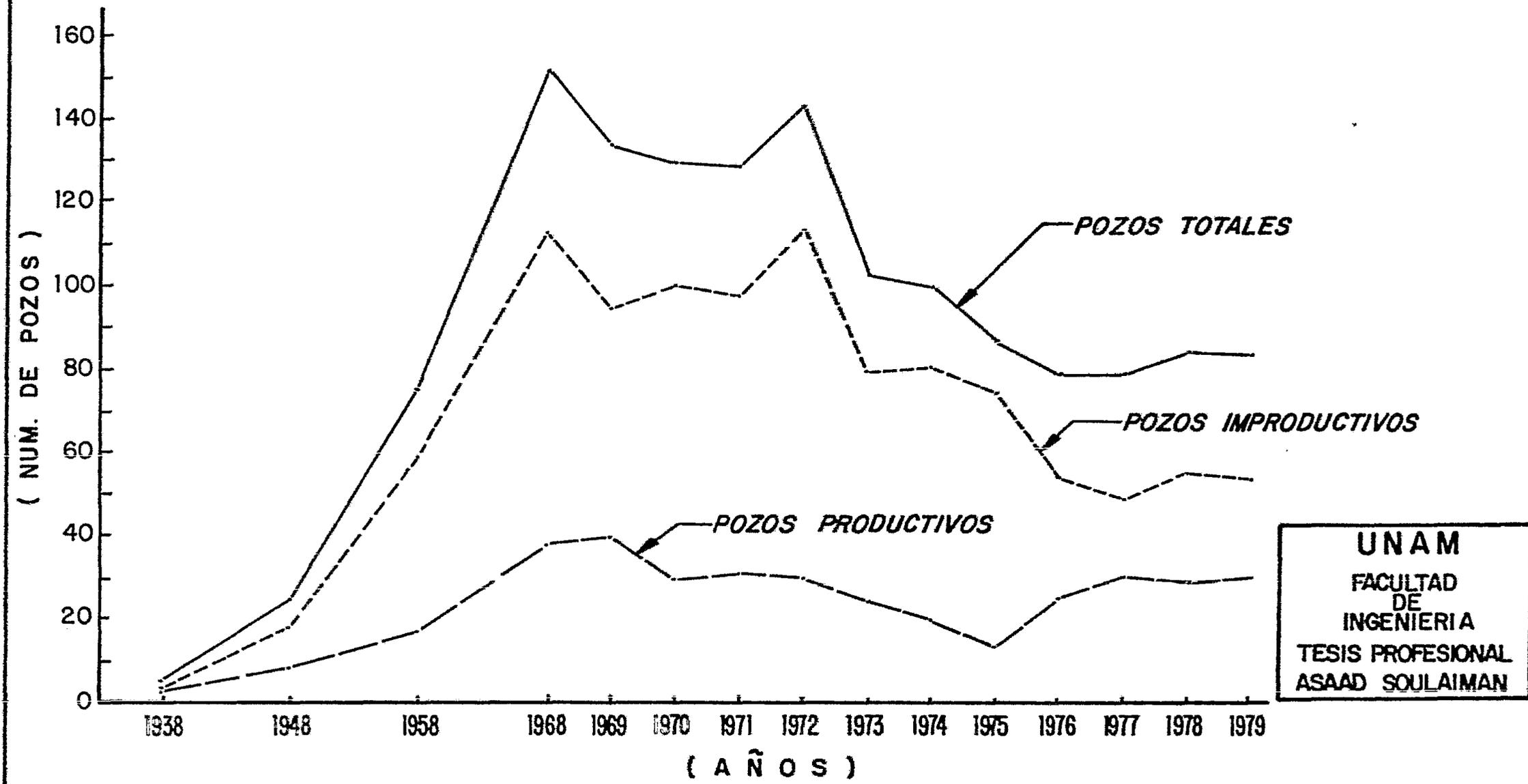


FIGURA - 6

La gráfica 7 nos relaciona el total de los pozos de exploración perforados y los pozos productivos de gas, así como los productivos de aceite, y también el número de pozos perforados improductivos.

Si observamos la gráfica 7 con cuidado podemos notar que, a partir de 1976, el porcentaje de éxito de los pozos perforados aumentó considerablemente, hasta un 20 por ciento, lo que muestra la brillante tarea de los geofísicos, geólogos, y petroleros mexicanos en el campo de la exploración de los hidrocarburos.

CUADRO No. 7
 TOTAL DE POZOS DE EXPLORACION PERFORADOS
 PRODUCTIVOS E IMPRODUCTIVOS
 (Pozos Perforados)

A ñ o	TOTAL Pozos	PRODUCTIVOS		IMPRODUCTIVOS Pozos
		Pozos	de Aceite de Gas	
1938	5	3	2	2
1948	26	8	7	18
1958	76	17	10	59
1968	151	38	22	113
1969	134	40	25	94
1970	130	30	22	100
1971	129	31	18	98
1972	143	30	15	113
1973	103	24	13	79
1974	100	20	14	80
1975	87	13	8	74
1976	79	25	14	54
1977	79	30	19	49
1978	84	29	18	55
1979	83	30	21	53

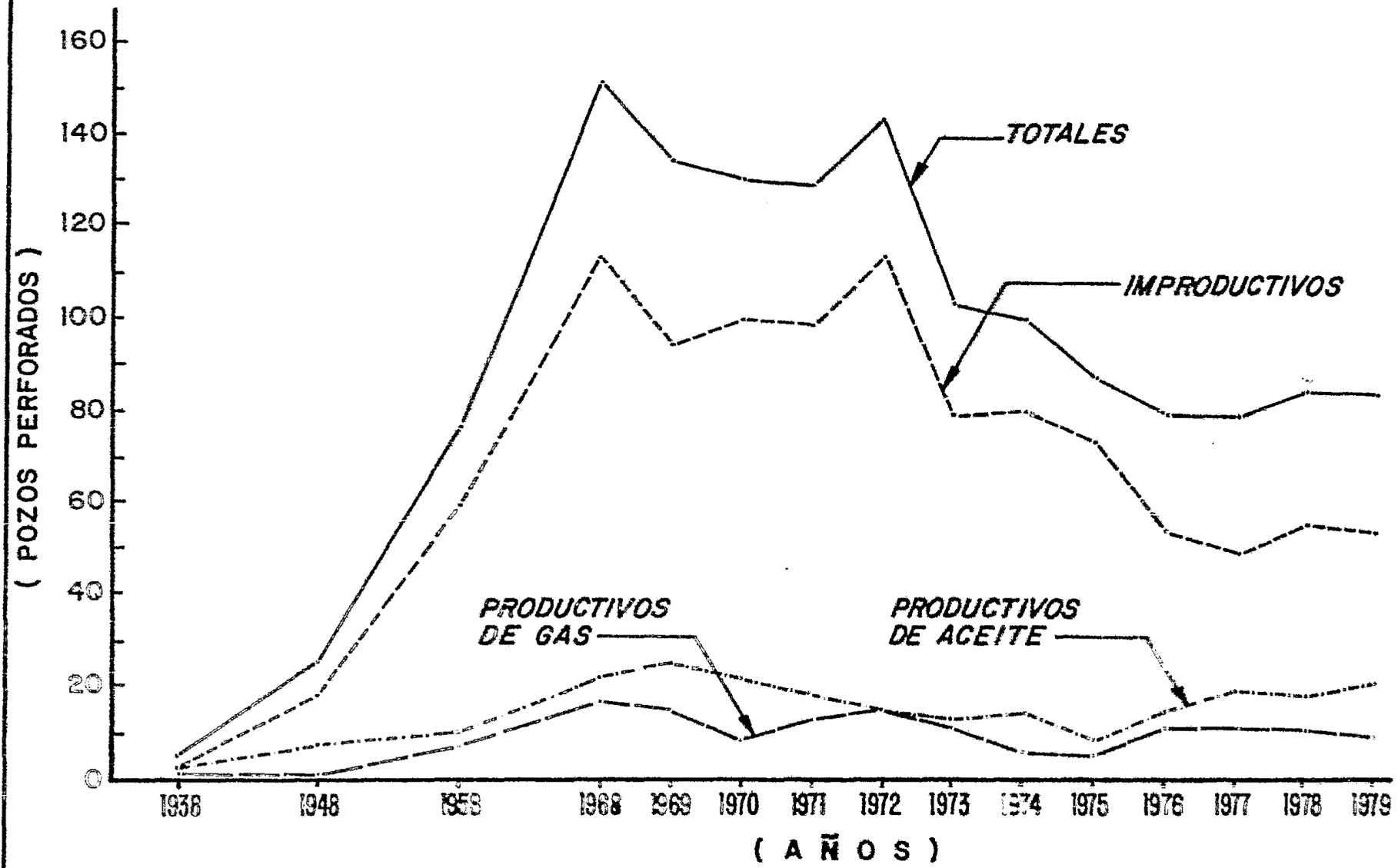
FUENTE: PEMEX, Coordinación y Estudios Técnicos,

Anuario Estadístico 1977.

Memoria de Labores y PEMEX en Cifras

1938 - 1958

TOTAL DE POZOS DE EXPLORACION PERFORADOS
PRODUCTIVOS E IMPRODUCTIVOS
(POZOS PERFORADOS)
1938 - 1979



UNAM
FACULTAD
DE
INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
ASAAD SOULAIMAN

FIGURA - 7

Gracias a la exploración y la alta capacidad de los ingenieros en aplicar los métodos geofísicos, se ha -- aumentado la reserva probada de hidrocarburos, en 1938 había una reserva probada de 1240 millones de barriles, en cambio en 1979 fué de 45 mil millones de barriles, en el año en curso . tenemos una reserva probada de 72 mil millones de barriles de hidrocarburos.

Vea la grafica 8 que muestra la evolución de la reserva probada de hidrocarburos desde 1938 a 1979.

CUADRO No. 8
 EVOLUCION DE LAS RESERVAS PROBADAS DE
 HIDROCARBUROS
 (Millones de Barriles)
 1938 - 1979

A Ñ O	TOTAL DE HIDROCARBUROS Absolutos
1938	1 240.359
1948	1 367.042
1958	4 070.306
1968	5 530.385
1969	5 570.094
1970	5 567.501
1971	5 428.306
1972	5 387.815
1973	5 431.703
1974	5 773.446
1975	6 338.307
1976	11 160.886
1977	16 001.628
1978	40 194.002
1979 a/	45 803.418

a/ La Memoria de Labores de PEMEX para 1979, consigna -
 al 31 de diciembre de ese año, una reserva probable de -
 hidrocarburos por 45 003 millones de barriles y un poten-
 cial por 200 mil millones de barriles.

FUENTE: PEMEX, Gerencia de Planeación de Explotación y - -
 Memoria de Labores 1979.

EVOLUCIÓN DE LAS RESERVAS PROBADAS
DE HIDROCARBUROS
(MILLONES DE BARRILES)
1938 - 1979

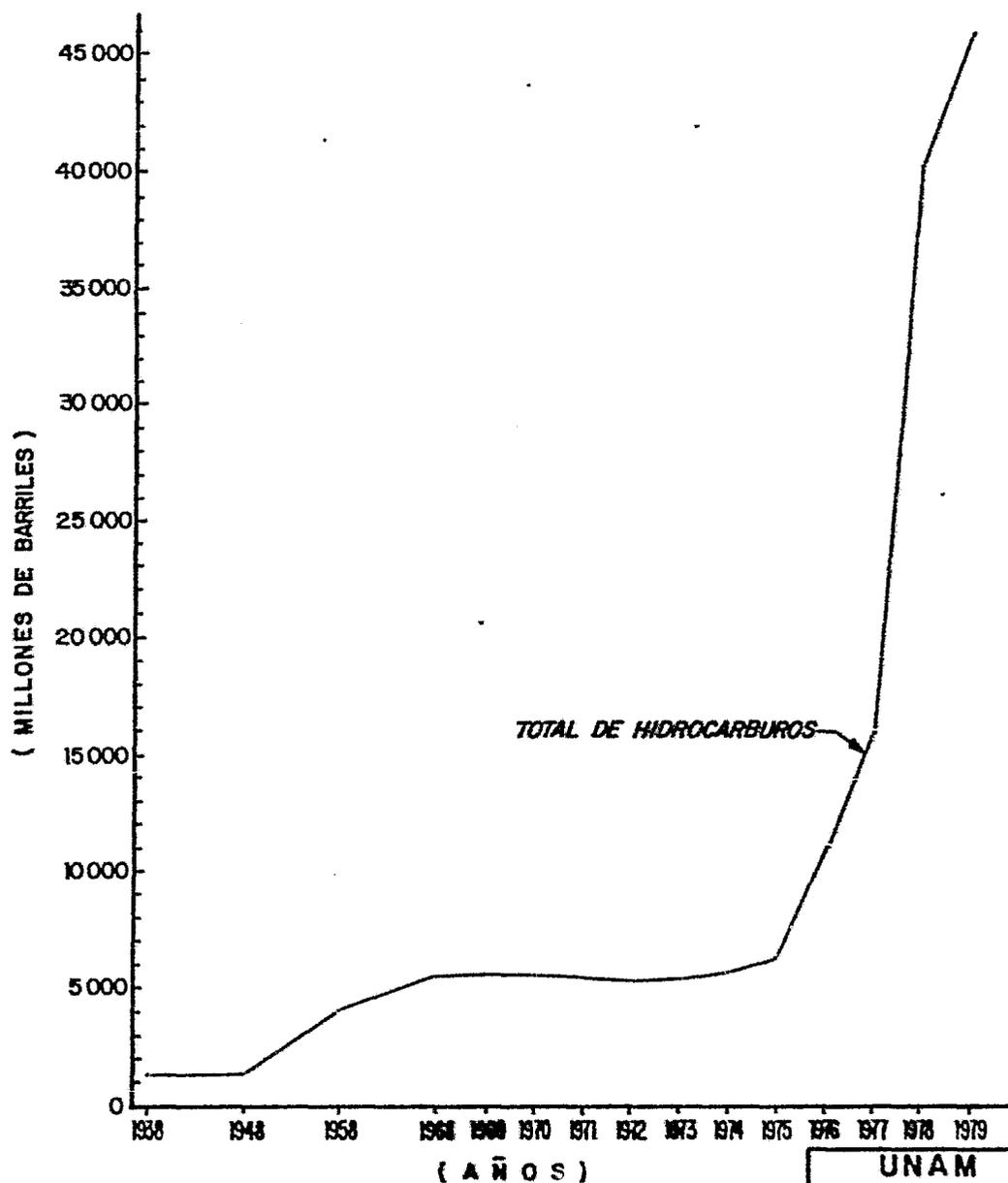


FIGURA - 8

UNAM
FACULTAD
DE
INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
ASAAD SOULAIMAN

CUADRO No. 9
CAMPOS DESCUBIERTOS DE CRUDOS Y GAS NATURAL
1938 - 1979

AÑO	CAMPOS DESCUBIERTOS		
	Total	Crudos	Gas
1938	N. D.	N. D.	N. D.
1948 a/	6	4	2
1958 a/	90	61	29
1968 a/	144	78	66
1969	17	12	5
1970	13	10	3
1971	17	8	9
1972	16	11	5
1973	12	6	6
1974	8	4	4
1975	6	3	3
1976	19	8	11
1977	26	17	9
1978	20	11	9
1979	25	17	8

N. D. Dato no disponible.

a/ Al 31 de diciembre del año respectivo.

FUENTE: PEMEX, Coordinación y Estudios Técnicos
Anuario Estadístico 1977
y Memoria de Labores de 1978 - 1979.

CAMPOS DESCUBIERTOS DE CRUDOS Y GAS NATURAL

1938 - 1979

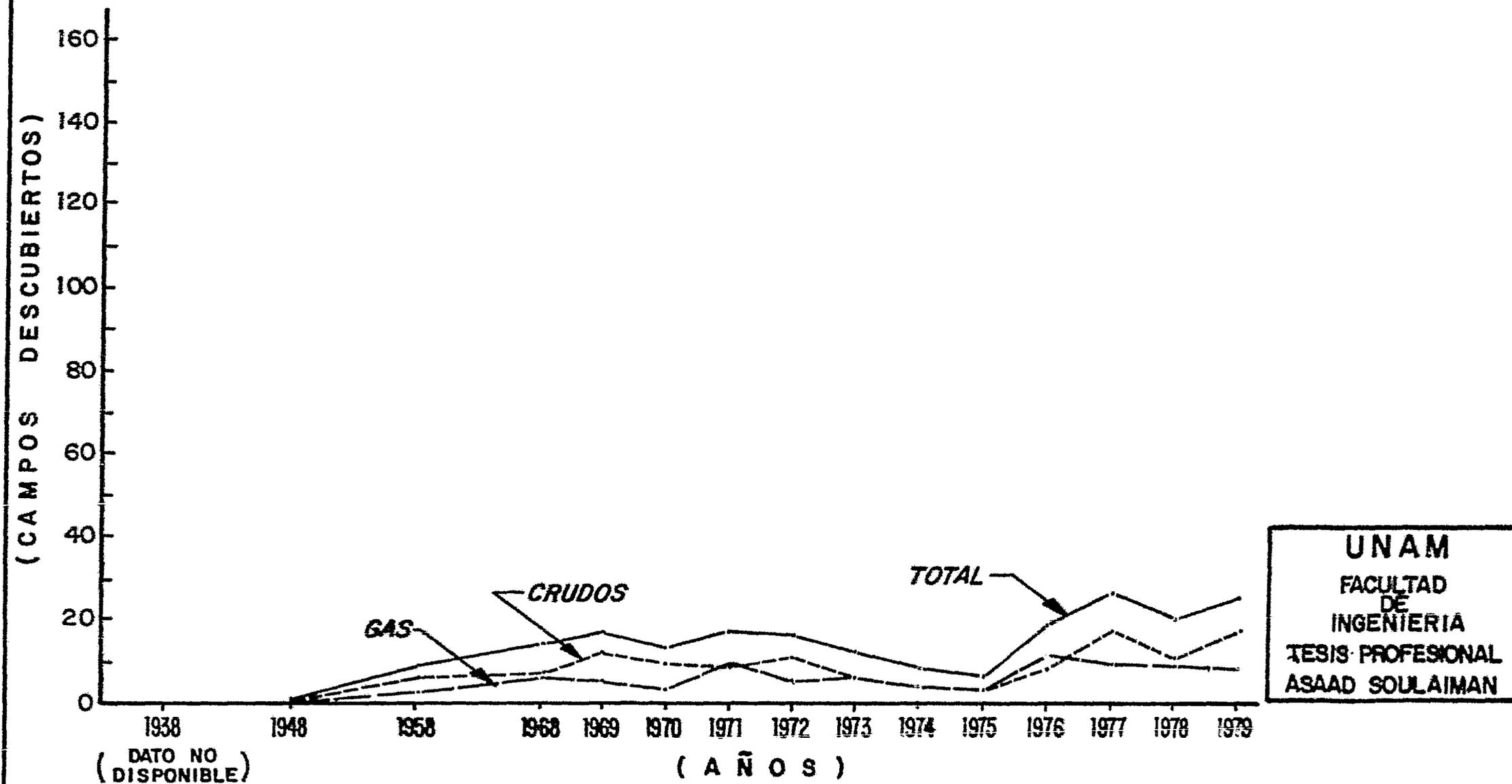


FIGURA - 9

En el Cuadro No. 10 y su gráfica correspondiente podemos ver la evolución de la producción anual de crudos y gas natural, además se observa el aumento notable en la producción y particularmente a partir de 1975, pero debemos de ser cuidadosos en la racionalización de la producción de este energético, sabiendo que, hay una reserva probada determinada y que algún día no muy lejano se tiene que agotar.

En el Apéndice B pág. 157, se muestra la evolución de la producción de petróleo desde 1901 hasta 1976.

CUADRO No. 10
 EVOLUCION DE LA PRODUCCION ANUAL DE CRUDOS
 Y GAS NATURAL
 (Miles de Barriles)
 1938 - 1979

AÑO	Producción Total de Crudos y Gas	Producción de Aceite Crudo, Condensados y Líquidos del Gas.	Producción de Gas <u>a/</u>
1938	43 637	38 818	4 819
1948 b/	66 892	59 773	7 119
1958 b/	153 166	100 641	52 525
1968 b/	275 860	160 486	115 374
1969	290 190	168 379	121 811
1970	310 604	177 599	133 005
1971	305 959	177 274	128 685
1972	317 057	185 011	132 046
1973	326 832	191 482	135 350
1974	387 206	238 271	148 935
1975	451 546	294 254	157 292
1976	481 640	327 285	154 355
1977	545 599	396 226	149 373
1978	672 278	485 296	186 982
1979	803 482	590 570	212 912

FUENTE: Coordinación y Estudios Técnicos "Memoria de Labores 1968 - 1979". Pemex en cifras, Anuario Estadístico 1977.

a/ Equivalente a crudo.

b/ Cantidades acumuladas durante la década.

EVOLUCION DE LA PRODUCCION ANUAL
DE CRUDOS Y GAS NATURAL

(MILLONES DE BARRILES)

1938 - 1979

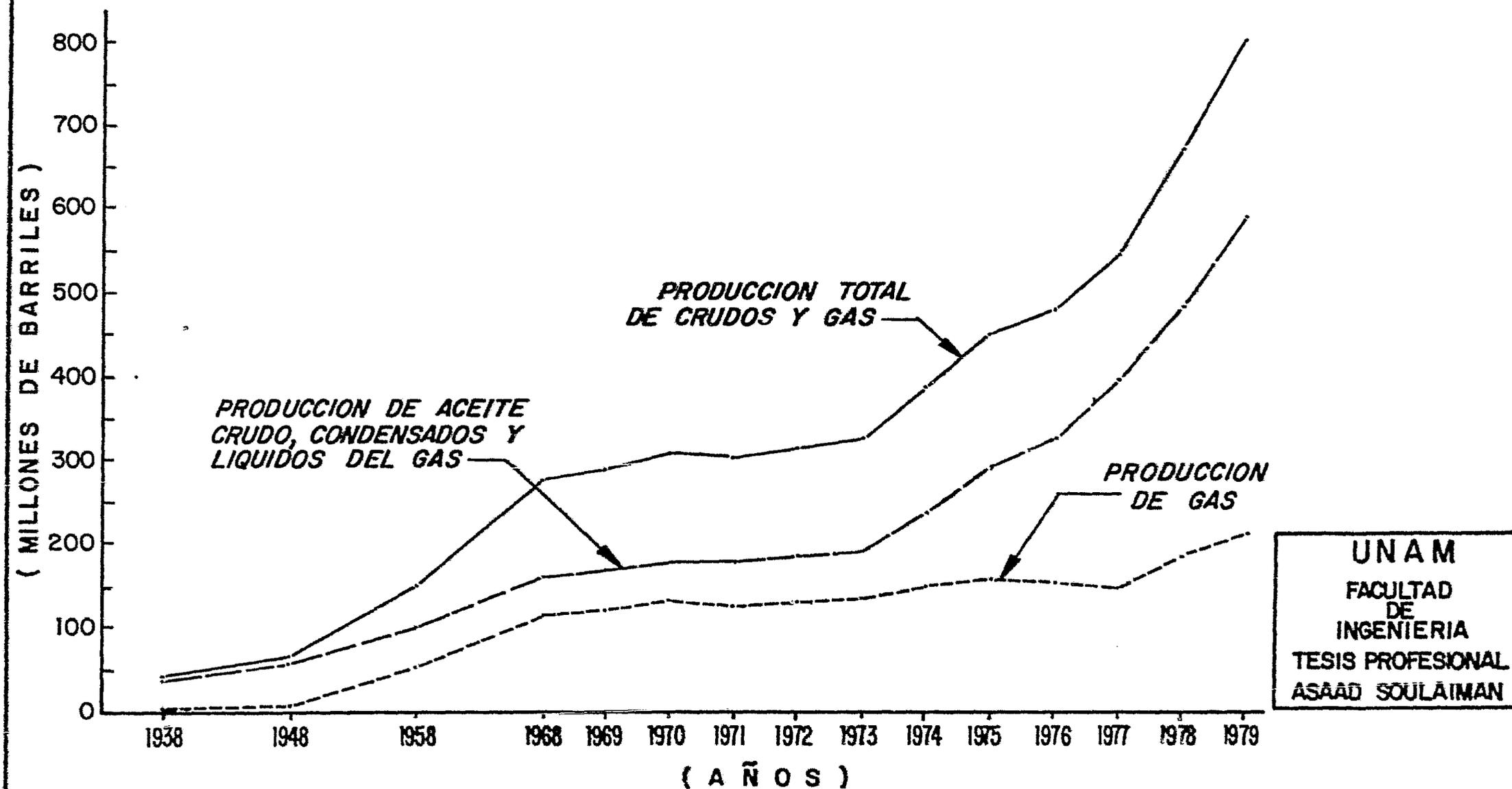


FIGURA - 10

La reserva probada es el volumen de hidrocarburos medido a condiciones atmosféricas, que se puede producir económicamente con los métodos y sistemas de explotación aplicables en el momento de la evaluación, tanto primarios como secundarios, dicho volumen incluye la reserva probada perforada y la reserva probada no perforada.

La figura 11 nos muestra la relación del total de reserva probada de hidrocarburos a producción anual, y los años de duración de la producción.

En la gráfica es fácil de ver cuánto tenemos de este apreciado líquido y cuál es el tiempo correspondiente, a una producción determinada.

CUADRO No. 11

RELACION DEL TOTAL DE RESERVAS PROBADAS DE
HIDROCARBUROS A PRODUCCION ANUAL .(Millones de Barriles)
1938 - 1979

AÑO	RESERVAS TOTALES	PRODUCCION ANUAL	AÑOS DE RESERVA
1938	1 240.4	43.6	28
1948 a/	1 367.1	66.9	20
1958 a/	4 070.3	153.2	27
1968 a/	8 530.4	275.9	31
1969	5 570.1	290.2	19
1970	5 567.5	310.6	18
1971	5 428.4	306.0	18
1972	5 387.8	326.9	16
1973	5 431.7	335.6	16
1974	5 773.4	402.0	14
1975	6 338.3	464.8	14
1976	11 160.9	500.0	22
1977	16 001.7	545.6	29
1978	40 194.0	672.2	60
1979	45 803.4	803.6	57

FUENTE: Coordinación y Estudios Técnicos, Memoria de Labores 1968 - 1979, Pemex en cifras, anuario, estadístico 1977.

a/ Cantidades acumuladas durante la década.

RELACION DEL TOTAL DE RESERVAS PROBADAS
DE HIDROCARBUROS A PRODUCCION ANUAL
(MILLONES DE BARRILES)
1938 - 1979

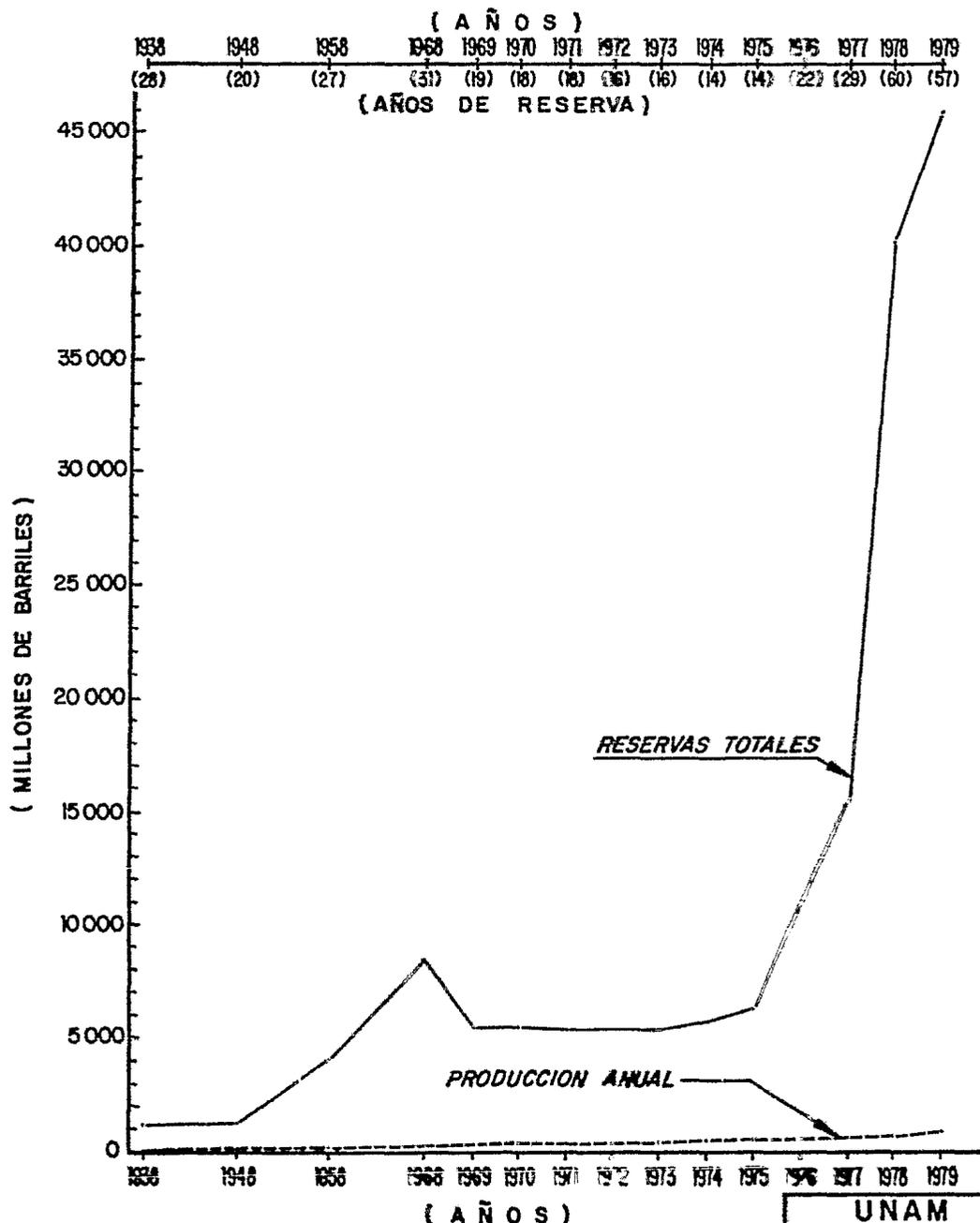


FIGURA - 11

UNAM
FACULTAD
DE
INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
ASAAD SOULAIMAN

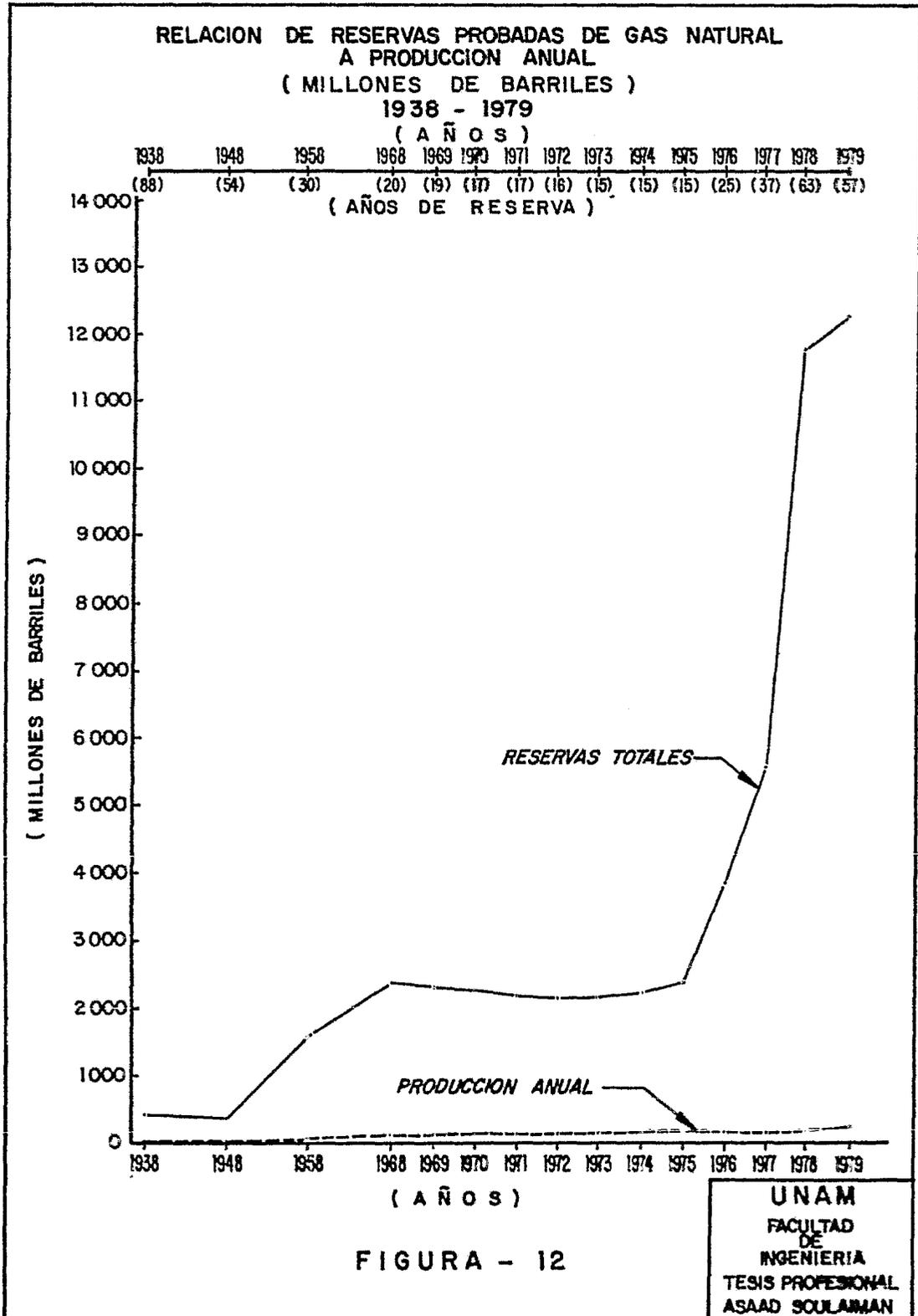
La figura 12 exactamente tiene la misma finalidad que la figura 11. Tenemos una reserva probada de gas natural en cada año y la producción correspondiente al mismo, relacionada con el tiempo de duración a producción anual; ejemplo: En 1979, había una reserva de 12 243.3 millones de barriles, si se producen anualmente 213 millones de barriles de gas, la reserva durará 57 años.

CUADRO No. 12

RELACION DE RESERVAS PROBADAS DE GAS
 NATURAL A PRODUCCION ANUAL
 (Millones de Barriles)

AÑO	RESERVAS TOTALES	PRODUCCION ANUAL	AÑOS DE RESERVA
1938	426.3	4.8	88
1948	387.4	7.1	54
1958	1 558.1	52.5	30
1968	2 363.8	115.4	20
1969	2 328.0	121.8	19
1970	2 279.1	133.0	17
1971	2 193.9	128.7	17
1972	2 150.4	132.0	16
1973	2 162.3	135.4	15
1974	2 237.0	148.9	15
1975	2 384.7	157.3	15
1976	3 882.0	154.4	25
1977	5 573.7	149.4	37
1978	11 787.1	187.0	63
1979	12 243.3	213.0	57

FUENTE: PEMEX, Coordinación y Estudios Técnicos
 Memoria de Labores de 1968 - 1979, y
 PEMEX en Cifras.



Aspecto Nacional e Internacional de los Hidrocarburos

Considero de suma importancia, mencionar los nombres de los yacimientos petroleros gigantes en México, año de su descubrimiento, su producción y reserva, hasta el 31 de diciembre de 1975.

CUADRO No. 13

YACIMIENTOS PETROLIFEROS GIGANTES EN MEXICO
AL 31 DE DICIEMBRE DE 1975
(Millones de Barriles)

Yacimientos	Año de Descubrimiento	Producción de 1975	Producción Acumulativa	Reserva
Samaria Cunduacan	1973	59.5	79	4 421
Poza Rica	1930	19.9	1093	907
Cactus Nispero	1972	26.8	46	1 804
Sitio Grande	1972	26.8	43	1 207
San Andrés	1956	11.1	259	221
Río Nuevo	1975	0.5	--	500

De los descubrimientos posteriores a 1975, Agave y Mundo, son probablemente gigantes (de 500 a 1 500 - millones de barriles ó gas). Atún y Arenque fueron descubiertos en los años 1976 y 1977, no fueron publicados, pero se - estiman como yacimientos gigantes.

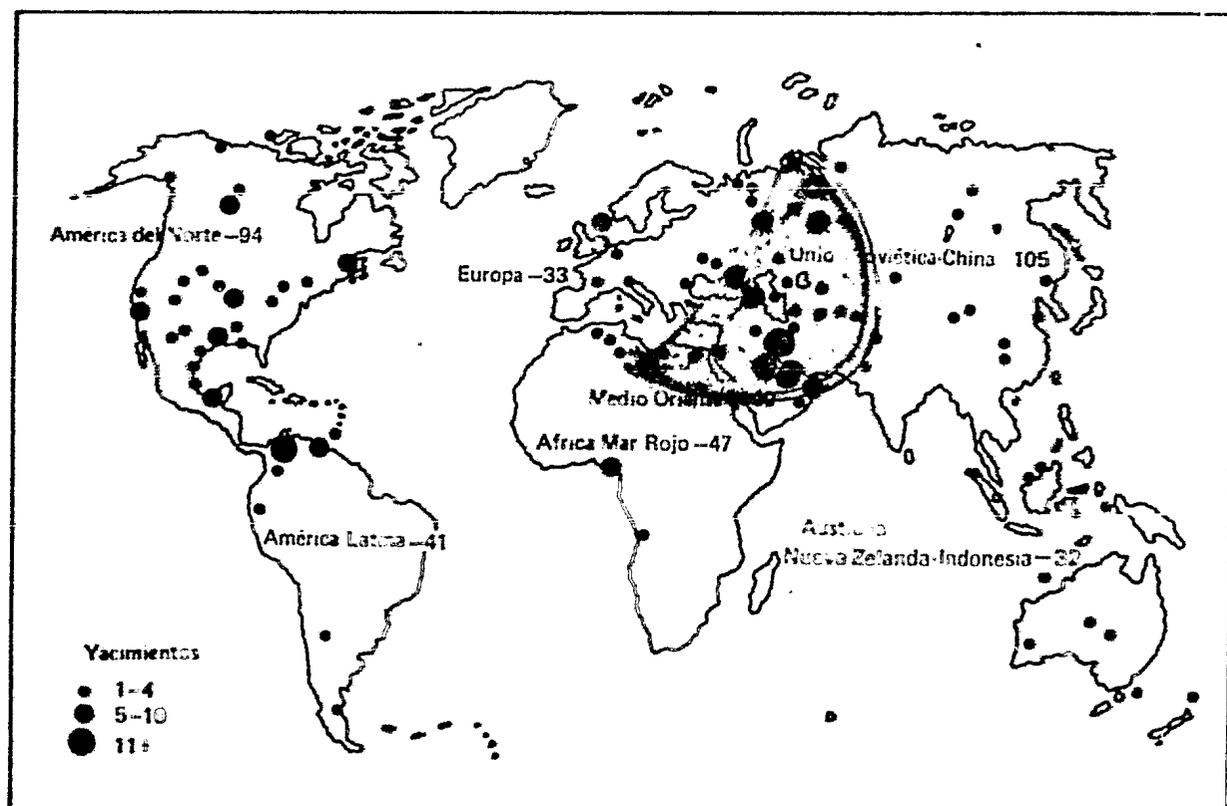
El descubrimiento del área de Reforma - - (con una producción actual de más de 1 millón de barriles diarios de petróleo) y el surgimiento de una nueva área de gran - producción (la Sonda de Campeche), la cual ha resultado ser - siete veces más grande que el área de Reforma y como consecuencia el notable aumento de la reserva probada, así como el aumento en la producción de crudo y gas natural. (6)

Un yacimiento gigante de petróleo significa, según Holmgren y Moody y Esser, un contenido mínimo de - - 500 millones de barriles de petróleo recuperable. Un yacimiento gigante de gas es cuando éste contiene un mínimo de 3 bi-- llones de pies cúbicos de gas recuperable.

Un yacimiento supergigante es aquél que -- contiene 5 mil millones de barriles de petróleo recuperable, ó -

60 billones de pies cúbicos de gas recuperable.

Podemos comprender mucho mejor la posición de México en cuanto a la reserva probada y la producción, si establecemos una comparación con el resto del mundo, por lo que se proporciona los siguientes dos cuadros y un mapa. En dicho mapa se puede observar, que el 60 por ciento de los yacimientos gigantes de petróleo del mundo se encuentran en una zona en forma de media luna que abarca África del Norte, el Medio Oriente y la parte centro - occidental de la Unión Soviética.



CUADRO No. 14

PRODUCCION MUNDIAL DE PETROLEO CRUDO EN LAS
VEINTE PRINCIPALES NACIONES PRODUCTORAS
(1974)

N a c i ó n	Total en Barriles (miles)	Barriles Diarios (miles)	Porcentaje de la pro- ducción Mundial
Unión Soviética	3 373 650	9 243	16.4
Estados Unidos	3 199 328	8 765	15.6
Arabia Saudita	2 996 543	8 210	14.6
Irán	2 210 627	6 057	10.8
Venezuela	1 086 332	2 976	5.3
Kuwait	830 580	2 276	4.0
Nigeria	823 347	2 256	4.0
Iraq	679 803	1 862	3.3
Canadá	616 485	1 689	3.0
Emiratos			
Arabes Unidos	616 485	1 689	3.0
Libia	555 291	1 521	2.7
Indonesia	501 838	1 375	2.4
China	474 500	1 300	2.3
Argelia	372 753	1 021	1.8
México *	238 271	653	1.2
Katar	189 348	519	0.9
Argentina	151 110	414	0.7
Australia	140 890	386	0.7
Rumania	107 964	296	0.5
Omán	106 046	291	0.5
Total de las 20 Naciones	19 271 191	52 799	93.7
Total Mundial	20 518 139	56 214	100.0

CUADRO No. 15

NUMERO DE RESERVAS DE LOS YACIMIENTOS MUNDIALES GIGANTESCOS DE PETROLEO
Y GAS Y PORCENTAJE TOTAL DE LAS RESERVAS COMPROBADAS DEL MUNDO EN LOS
YACIMIENTOS GIGANTESCOS

	Petróleo		Gas		Total	
	No. de Yacimientos	10 Barriles probados y en prospecto	No. de Yacimientos	10 barriles (equivalente en petróleo al gas probado y en prospecto)	No. Total de yacimientos	10 barriles (equivalente en petróleo al gas probado y en prospecto)
Estados Unidos	53	64 782	27	37 324	80	102 106
Canadá	8	6 866	6	3 600	14	10 466
Total América del N.	61	71 648	33	40 924	94	112 572
América Latina	34	59 396	7	4 234	41	63 630
Africa del Norte	36	46 017	11	33 356	47	79 373
Europa	21	20 850	12	22 454	33	43 304
Medio Oriente	88	515 148	51	148 463	139	663 611
Lejano Oriente	17	16 485	15	15 569	32	32 054
China	5	3 538	2	1 800	7	5 328
Unión Soviética	37	103 009	61	188 716	98	291 725
Total en el Mundo	299	836 081	192	455 516	491	1 291 597
Probado y en Prospecto en el Mundo		1 105 000		520 604		1 625 604
Porcentaje en Gigantescos		7 %		8 %		79 %

Moody y Esser junto con Arthur Meyerhoff, entre quienes han calculado las reservas futuras del mundo. - Moody y Esser estiman que quedan por descubrirse 925 mil - millones de barriles de petróleo en el mundo. Arthur valuó - estas reservas en un billón 275 mil millones de barriles, las diferencias entre ambos cálculos difiere en la estimación aproximada en dicho cálculo.

Arthur estimó que quedan por descubrirse - cerca de 4 180 billones de pies cúbicos de gas, además de los 3 120 billones de pies cúbicos que ya han sido descubiertos. -- De estos 4 180 billones, 3 mil billones se encontrarán en la - Unión Soviética y en el Medio Oriente, particularmente en el - Oeste de Siberia y en el Golfo Pérsico. En consecuencia, los - abastecimientos futuros provendrán ante todo de estas zonas, - ver el Mapa, pag. 140 , y más del 70% del gas del futuro se - encontrará en los yacimientos gigantes.

Mientras las naciones industriales con esca - sos recursos petroleros, como los Estados Unidos y Japón, si - gan confiando en el petróleo como base energética, tendrán -- que importar grandes cantidades y pagar los precios en el - -

mercado mundial. La solución a este gran problema se encuentra sólo parcialmente en alentar mayores exploraciones, porque la geología de las zonas que quedan por explorar no favorece el descubrimiento de reservas suficientes para reducir marcadamente el gasto anual de 33 mil millones de dólares en importaciones. La solución está mas bien en alentar a las organizaciones privadas y públicas para que encuentren y exploten otras fuentes de energía.

De acuerdo con las distintas hipótesis que se han empleado en el estudio de la oferta y de la demanda del petróleo, las necesidades de importar petróleo en el año 2 000 oscilan entre 50 y 58 millones de barriles diarios. -- mientras que los suministros disponibles para la exportación fluctuarán entre 34 y 39 millones de barriles diarios.

Por esta razón, cabe señalar que se pronostica para el año 2 000 un déficit de petróleo comprendido entre 15 y 20 millones de barriles al día (esto es del orden del 27 por ciento de las necesidades totales del mundo capitalista).

De cualquier modo, las estimaciones de la demanda futura de energéticos resultan en un consumo - creciente per cápita, aún en los casos de bajo crecimiento económico.

La participación de los países en vía de desarrollo en el consumo total de energía aumentará del 15 por ciento en 1972 al 25 por ciento para el año 2 000. Estas estimaciones se basan en un estudio especial realizado por el Banco Mundial.

Capítulo IV

LA FASE FINANCIERA EN LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA

Objetivo:

El objetivo fundamental de este capítulo, es el proporcionar información sobre los aspectos de ventas totales de los hidrocarburos, formando una parte de la industria petrolera, y resaltar la gran importancia de la exploración para lograr dicho objetivo, así como el análisis comparativo entre los gastos totales y las ventas totales, sin tomar en cuenta los gastos y ventas de los productos petroquímicos.

La información estadística del presente capítulo tuvo como fuente a Petróleos Mexicanos, a través de sus gerencias de ventas y Comercio Exterior, y de la Oficina de Coordinación y Estudios Técnicos, y a las publicaciones - Anuario Estadístico 1977, Memorias de Labores y Pemex en Cifras.

Los datos estadísticos de las tabulaciones-

correspondientes a las ventas internas y exportaciones de --
crudo y gas natural, representan el mayor porcentaje de las
ventas totales nacionales.

En el Cuadro A, como en el Cuadro B-
podemos ver que los datos inician en 1970, y nó antes, esto
se debe a la dificultad que he tenido en obtenerlos y la falta
de registro correspondiente.

CUADRO A

GASTOS TOTALES DE EXPLORACION Y PERFORACION

Millones de Pesos

1970 - 1979

A Ñ O	TOTAL DE GASTOS
1970	2 920.8
1971	2 858.8
1972	2 998.1
1973	3 195.7
1974	4 148.4
1975	4 973.7
1976	6 398.2
1977	8 811.2
1978	16 722.3
1979	25 847.2

FUENTE: Estados Financieros y Anexos, 1970 - 1979

CUADRO B

VENTAS TOTALES DE CRUDOS, PRODUCTOS PETROLIFEROS
Y GAS NATURAL.

Millones de Pesos

1970 - 1979

A Ñ O	V E N T A
1970	12 151.0
1971	13 219.3
1972	14 329.5
1973	16 534.1
1974	29 148.0
1975	34 896.6
1976	39 727.1
1977	67 171.0
1978	89 332.5
1979	106 819.9

NOTA: Es importante señalar que las ventas de los productos petroquímicos no están incluidas en esta table.

FUENTE: Pemex, Coordinación y Estudios Técnicos.

GASTOS Y VENTAS TOTALES
(MILLONES DE PESOS)
1970 - 1979

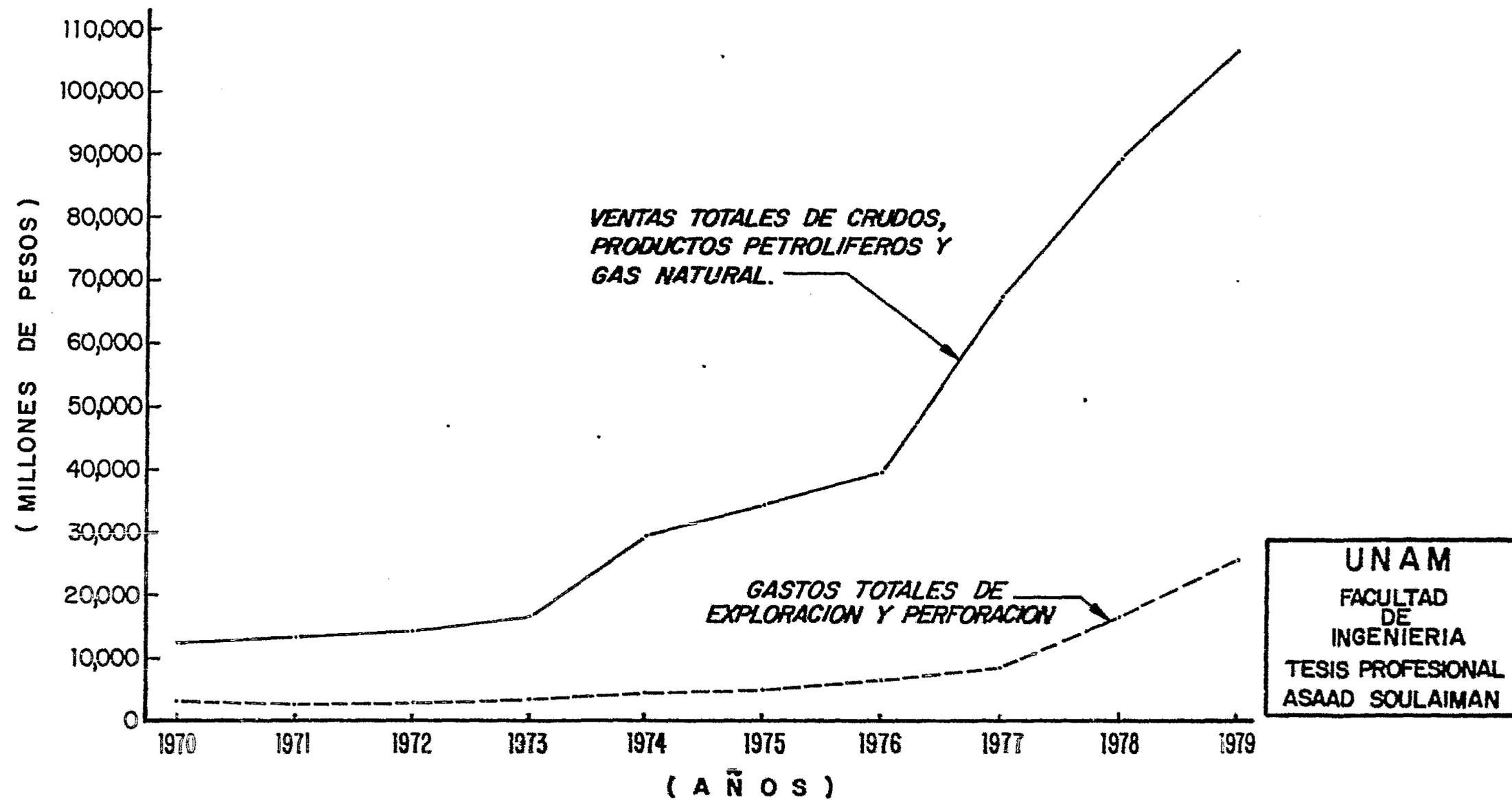


FIGURA - A

CUADRO C

VOLUMEN DE VENTAS TOTALES DE PRODUCTOS
 PETROLIFEROS Y GAS NATURAL

Millones de Barriles

AÑO	Ventas Totales de Petrolíferos	Ventas Totales de Gas	Total de Ventas
1968	138 750	41 102	179 852
1969	147 543	44 958	192 501
1970	163 687	47 253	210 940
1971	167 485	47 410	214 895
1972	176 595	47 039	223 634
1973	187 274	50 151	237 425
1974	211 438	48 792	260 230
1975	235 166	51 958	287 124
1976	257 930	49 147	307 077
1977	264 890	50 290	315 180
1978	296 248	58 822	355 070
1979	323 216	72 433	395 649

FUENTE: PEMEX. Coordinación y Estudios Técnicos.

VOLUMEN DE VENTAS TOTALES DE PRODUCTOS
PETROLIFEROS Y GAS NATURAL

(MILLONES DE BARRILES)

1968 - 1979

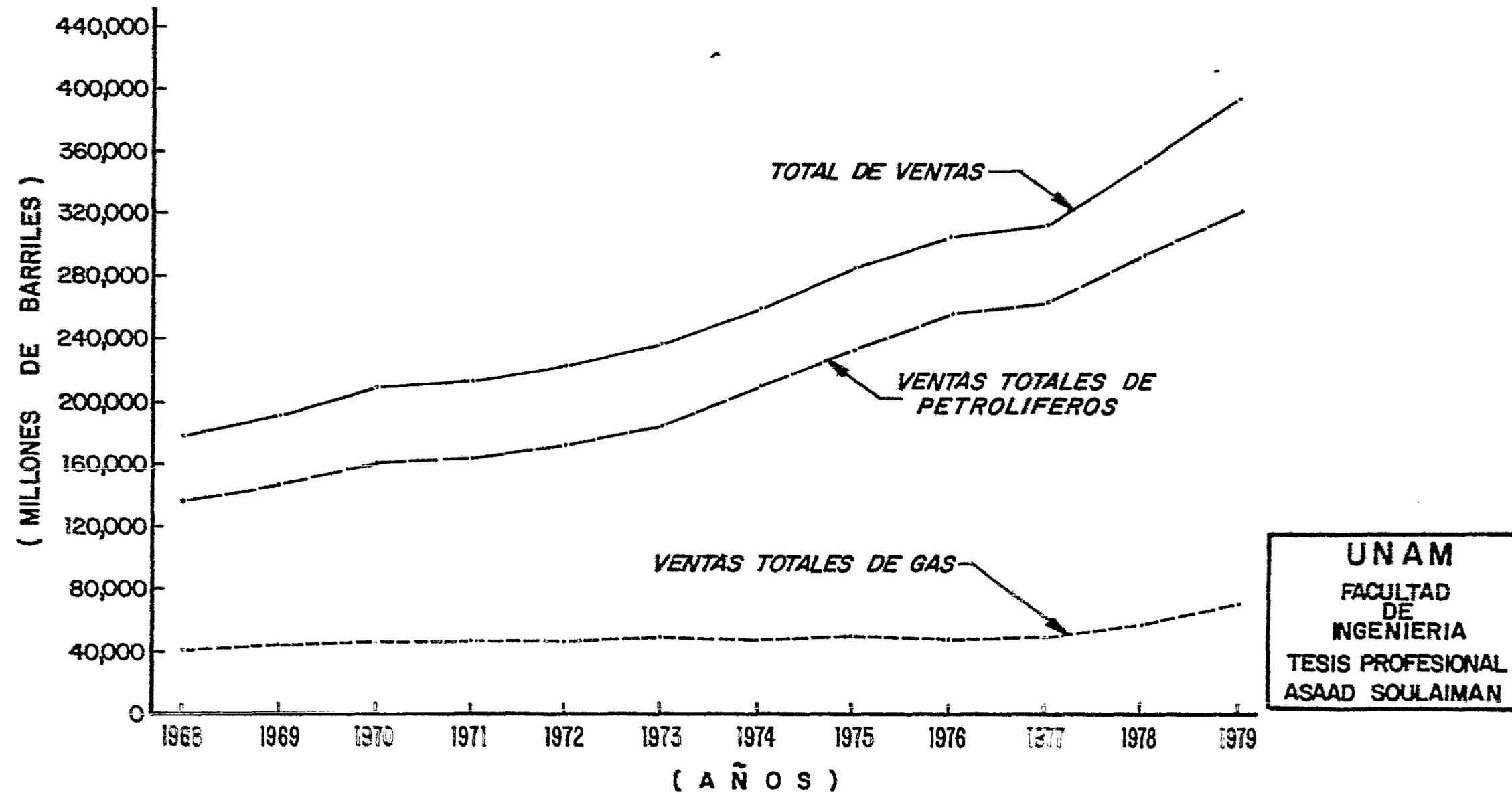


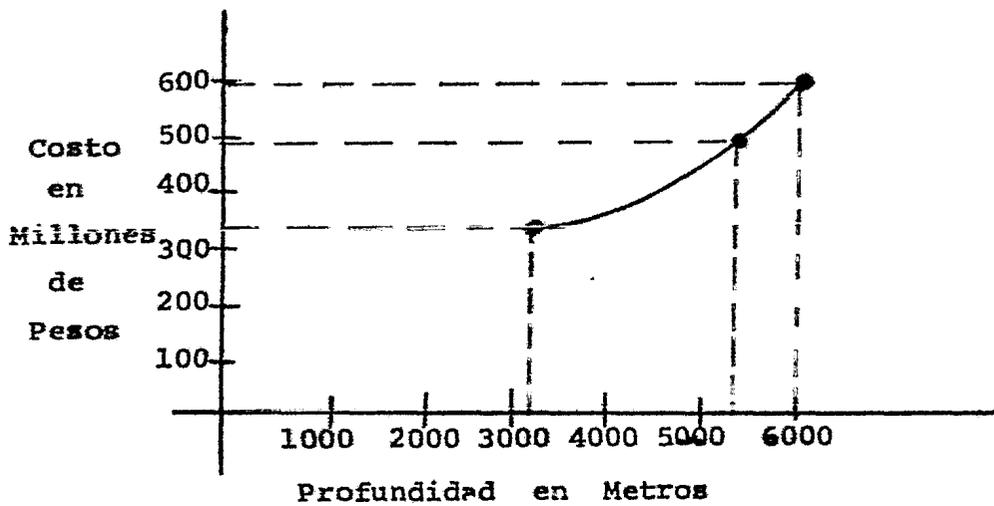
FIGURA - B

COSTO DE LA PERFORACION DE POZOS EXPLORATORIOS

Profundidad en Metros	Costo en Millones de Pesos
6 000	596
5 300	495
3 100	329

En el costo de la perforación de un pozo - -
intervienen tres factores básicamente, que son:

1. Renta de equipo; 960,000 pesos por día
2. Material usado en la perforación
3. Servicios Auxiliares.



FUENTE: PEMEX, Subdirección de Perforación, 1981.

CONCLUSIONES

El 80 por ciento de los campos petrolíferos mundiales actualmente en producción, se han descubierto por medio de exploraciones geofísicas; si comparamos los costos de las exploraciones totales con el valor en pesos de la producción, podrá apreciarse que la productividad aumenta considerablemente aplicando los procedimientos geofísicos.

Los procedimientos geofísicos aparentemente aumentan sus costos debido a que cada vez es necesario explorar a mayor profundidad, pero comparando sus resultados en función de la producción ó campos descubiertos podríamos concluir que en realidad los costos han disminuído.

Un total de 491 yacimientos gigantes, distribuidos en diferentes países, entre ellos México, producirán el 79 por ciento de las reservas mundiales de petróleo y de gas. Los descubrimientos futuros serán más escasos a medida que se intensifique la exploración; pero finalmente los pocos yacimientos gigantes habrán producido más del 50 por-

ciento de todo el petróleo y el gas recuperables que se encuentran en el mundo.

Si las grandes potencias industriales continúan consumiendo energía de manera creciente, deben aceptar como un hecho, y según los pronósticos del Banco Mundial, así como de otras fuentes, pagar el precio justo, basado en el fenómeno oferta - demanda, a menos que estos países descubran nuevas fuentes de energía que sustituyan al petróleo y gas.

Por todo lo anterior y por la situación económica de México basada en la inflación, devaluación y una deuda difícil de cubrir en las próximas dos décadas, se pregunta, ¿Cómo salir de esta crisis más rápidamente? Desde mi punto de vista, la respuesta es: el aumento de la productividad y especialmente en el campo petrolero, en dicho campo, la productividad es función de la exploración.

El perfeccionamiento de los métodos geofísicos de exploración usados hoy nos permite para el día de mañana su aplicación para la localización de yacimientos de hidrocarburos a mayor profundidad.

APENDICE "A"

1. - El Petróleo en México y en el Mundo
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
México 1978.
Págs. 51 a 63; y 243 a 246.
2. - Antecedentes Históricos de la Industria Petrolera
Francisco Inguanzo Suárez.
México 1974.
Págs. 48 a 81.
3. - La Revista del Petróleo en México, 1980.
Pémex.
México,
Págs. 14 a 32.
4. - Boletín del Petróleo 1916 a 1932
Pémex
México.
Pág. 19.
5. - El Petróleo, su Formación y Localización.
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
México. 1982.
Págs. 483 a 560.
6. - Campos Petroleros Gigantes y Recursos Mundiales de
Petróleo.
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
México. 1981.
Richard Nehring.
Pág. 116.

Esta parte del panorama actual de México en el terreno petrolero es parte del informe del Ing. Miguel Angel - - Zenteno B., miembro de número en la Academia Mexicana de Ingeniería.
México. Diciembre de 1982.

*. - La fecha de los datos es el mes de Diciembre de 1982.

APENDICE B
REGISTRO DE LA PRODUCCION PETROLERA MEXICANA
1901 - 1976

Antes de la Nacionalización

A ñ o	Barriles	Producción Acumulada
1901	10 334	10 334
1902	40 181	50 515
1903	75 335	128 850
1904	125 561	251 411
1905	251 122	502 533
1906	502 238	1 004 771
1907	1 004 475	2 009 246
1908	3 931 049	5 940 295
1909	2 712 091	8 652 386
1910	3 632 192	12 284 578
1911	12 546 286	24 830 864
1912	16 549 619	41 380 483
1913	25 682 957	67 063 440
1914	26 221 783	93 285 223
1915	32 893 429	126 178 652
1916	40 545 070	166 723 722
1917	55 292 767	222 016 489
1918	63 828 322	285 844 811
1919	87 072 954	372 917 765
1920	157 068 678	529 986 443
1921	193 397 586	723 384 029
1922	182 278 457	905 662 486
1923	149 584 855	1 055 247 341
1924	139 678 293	1 194 925 634
1925	115 514 698	1 310 440 332
1926	90 420 970	1 400 851 302
1927	64 121 140	1 464 982 442
1928	50 150 610	1 515 133 052
1929	44 687 877	1 559 820 929
1930	39 529 901	1 599 350 830
1931	33 038 854	1 632 389 684
1932	32 805 495	1 665 195 179
1933	34 000 828	1 669 196 007
1934	38 172 513	1 737 368 520
1935	40 240 564	1 777 609 084
1936	41 027 915	1 818 636 999
1937	46 906 650	1 865 543 649

 Después de la Nacionalización

A ñ o	Barriles	Producción Acumulada
1938	38 818 213	38 818 213
1939	43 306 543	82 124 756
1940	44 448 191	126 572 947
1941	43 385 822	169 958 769
1942	35 148 633	205 107 402
1943	35 458 894	240 566 296
1944	38 503 348	279 069 644
1945	43 877 430	322 947 074
1946	49 532 888	372 479 962
1947	57 117 911	429 597 873
1948	59 773 247	489 131 120
1949	63 226 983	552 598 103
1950	73 881 472	626 479 575
1951	78 779 552	705 259 127
1952	78 906 528	784 165 655
1953	74 097 590	858 263 245
1954	85 230 204	943 495 449
1955	91 370 125	1 034 863 574
1956	94 370 125	1 129 233 699
1957	92 197 297	1 221 430 996
1958	100 641 405	1 322 072 401
1959	105 758 471	1 427 830 872
1960	108 771 592	1 536 602 464
1961	116 825 375	1 653 427 639
1962	121 792 941	1 775 220 780
1963	125 982 207	1 901 202 987
1964	129 503 502	2 030 706 489
1965	132 141 019	2 162 847 508
1966	135 021 014	2 297 868 522
1967	127 284 625	2 425 153 147
1968	139 293 125	2 564 446 272
1969	146 070 810	2 710 517 082
1970	155 544 750	2 866 061 832
1971	154 523 115	3 020 584 947
1972	161 233 640	3 181 818 587
1973	160 017 825	3 341 836 412
1974	187 445 020	3 529 281 432
1975	248 479 590	3 777 761 022
1976	287 964 925	4 065 725 947

B I B L I O G R A F I A

1. El Petróleo en México y en el Mundo.
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
México. 1978.
2. Campos Petroleros Gigantes y Recursos Mundiales de Petróleo.
Richard Nehring.
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
México. 1978.
3. El Petróleo, su Formación y Localización, por B. P. Tissot y D. H. Welte.
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
México. 1978.
4. Revista Mexicana del Petróleo
Pémex.
México. 1981.
5. Antecedentes Históricos de la Industria Petrolera Mexicana.
Ing. Francisco Inguanzo Suárez.
México. 1974.
6. Boletín del Petróleo.
Pémex.
México. 1916 a 1932.
7. Documentos Relacionados con la Legislación Petrolera 1919
Pémex.
México.
8. La Expropiación Petrolera.
Secretaría de Relaciones Exteriores.
México. 1974.
9. Historia de la Expropiación Petrolera.
Jesús Silva Herzog.
Fondo de Cultura Económica.
México. 1963.

10. Informes Anuales de Petróleos Mexicanos. 1938 - 1979.
11. Apuntes de la Materia; Seminario de Problemas Geofísicos.
Ing. Guillermo Hernández Moedano.
Facultad de Ingeniería. UNAM.
México 1979.
12. Gravity and Magnetics in oil prospecting.
Nettleton.
Mc. Graw Hill Inc.
New York, USA. 1976.
13. La Industria Petrolera en México.
Secretaría de Programación y Presupuesto.
México. 1979.
14. Memoria de Labores. 1970 - 1979.
Pémex.
México. 1979.
15. Anuario Estadístico 1970 - 1979.
Pémex.
México. 1980.
16. Estados Financieros y Anexos. 1970 - 1979.
Pémex.
México. 1980.
17. Informes Anuales del Banco de México. 1970 - 1979.
Banco de México.
México. 1980.
18. Apuntes de la Materia de: Prospección Sismológica.
Ing. Jesús Basurto.
Fac. de Ingeniería. UNAM.
México. 1978.