

# Recursos Petrolíferos y Gasíferos

## ACTUALES Y POTENCIALES DE CHILE

Por

Carlos Mordojoch, Eduardo González,  
Mario Marino, Sergio Céspedes y  
Salvador Harambour



**L**OS RECURSOS petrolíferos actuales y potenciales de Chile son descritos y analizados por zonas.

La provincia de Magallanes es la única que tiene hasta la fecha reservas petrolíferas desarrolladas y en explotación. Una parte significativa de las reservas no desarrolladas se encuentra bajo las aguas del Estrecho de Magallanes.

Fuera de Magallanes se han descubierto acumulaciones de gas de petróleo en la provincia de Arauco (sondajes de Lebu) y en la provincia de Cautín (sondajes de Labranza). Condiciones geológicas locales desfavorables no han permitido hasta la fecha una explotación comercial de estos yacimientos. En la plataforma continental del Pacífico, frente a la provincia de Cautín, se ha descubierto un yacimiento de gas que puede ser de gran importancia económica, a pesar de los altos costos que significaría la explotación de este yacimiento, ubicado a 28 kms. costa afuera y con profundidad de agua del orden de 100 metros.

Se analizan también las posibilidades petrolíferas del Norte Grande, de la zona Central-Sur y de la Cuenca del Pacífico, mencionándose también las posibilidades petrolíferas de la Antártida chilena.

### RECURSOS PETROLIFEROS Y GASIFEROS ACTUALES Y POTENCIALES DE MAGALLANES

En la provincia de Magallanes podemos distinguir tres grandes unidades geológico-geográficas con posibilidades petrolíferas: el Distrito Springhill, el área del Terciario, el área de Pre-Cordillera. Sólo el Distrito Springhill contiene reservas actuales de petróleo y gas, mientras que el área del Terciario contiene sólo reservas actuales de gas.

#### 1) Distrito Springhill

Este distrito presenta la principal reserva de hidrocarburos en Magallanes, los cuales están contenidos en el horizonte denominado "Arenisca Springhill", de edad cretácea inferior.

Los yacimientos productores de hidrocarburos de la Arenisca Springhill están ubicados en la parte norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego y en la parte nor-oriental del continente, al norte del Estrecho de Magallanes. Estas dos zonas, actualmente en explotación, y una zona entre ellas que queda bajo las aguas del Estrecho de Magallanes, constituyen el llamado "Distrito Springhill", que tiene una extensión total de 12.000 kilómetros cuadrados aproximadamente. El horizonte "Arenisca Springhill" continúa hacia el oeste más allá del límite arbitrario fijado al Distrito, que sigue la isobata de 3.000 m. y corresponde al borde de la Plataforma Springhill, y que representa además la profundidad límite actual de explotación económica de los yacimientos.

Las reservas originales de petróleo y condensado en el Distrito Springhill, considerando los yacimientos desarrollados en tierra y el margen costero, al 30 de junio de 1973, ascendían a 36.600.000 metros cúbicos. De esta reserva, un 57 por ciento corresponde a los yacimientos de Tierra del Fuego y el resto, a los del continente.

Las reservas originales de gas en el Distrito Springhill, considerando los yacimientos desarrollados en tierra y en el margen costero, al 30 de junio de 1973, ascendían a 94.500 millones de metros cúbicos. De esta reserva, un 59 por ciento corresponde a los yacimientos en el continente y el resto a los de la Isla de Tierra del Fuego.

El petróleo de la Arenisca Springhill se caracteriza por su baja gravedad ( $35^{\circ}$ - $40^{\circ}$  A.P.I.) y por la alta relación gas/petróleo con que generalmente se produce. Estas características hacen necesario que el crudo sea sometido a un proceso de estabilización antes de su almacenamiento y de él se obtiene un importante volumen de condensado, la cifra del cual la hemos incluido en las reservas de petróleo.

Las cifras arriba mencionadas corresponden a reservas originales calculadas según la ubicación de los yacimientos en explotación. Futuros pozos dentro del Distrito aumentarán estas reservas.

## Distrito Springhill costa-afuera

Mención especial merece el área del Distrito Springhill que queda bajo las aguas del Estrecho de Magallanes, área en la cual se continúan las condiciones geológicas reconocidas en ambos lados del Estrecho y donde se espera, por lo tanto, encontrar condiciones productivas similares a las descubiertas en tierra. Esta zona se extiende desde la Primera Angostura hasta la boca oriental del Estrecho, con un área de 3.000 kilómetros cuadrados, aproximadamente.

De acuerdo con las condiciones geológicas antes mencionadas, se ha calculado para esta zona costa afuera del Distrito Springhill una reserva original probable de  $34.000 \times 10^3$  metros cúbicos de petróleo, y una reserva original probable de  $80.000 \times 10^6$  metros cúbicos de gas.

Es evidente, en consecuencia, que esta zona bajo el Estrecho del Distrito Springhill encierra una reserva de hidrocarburos de considerable importancia y explica por qué ella es actualmente el área de mayor atractivo exploratorio.

## 2) Area del Terciario

La cuenca de sedimentación terciaria constituye la segunda unidad geológica con posibilidades petrolíferas en la provincia de Magallanes. Dentro de ella se han detectado varios horizontes con indicaciones de hidrocarburos, tanto en el Terciario Inferior como en el Terciario Superior.

En la zona del Distrito Springhill, donde el objetivo principal es la arenisca productora de la base del cretáceo, se ha prospectado también el Terciario sin que hasta la fecha se haya obtenido producción comercial de hidrocarburos en él.

Fuera del distrito Springhill el Terciario se presenta ciertamente con mejores expectativas petrolíferas, derivadas del mayor espesor de sedimentos, que alcanzan hasta unos 5.000 metros en el centro de la cuenca, y una extensa área de prospección de más de 30.000 km<sup>2</sup>.

En toda esta área terciaria se han perforado hasta la fecha solamente unos 50 pozos, habiéndose descubierto un yacimiento de gas, Tranquilo, con una reser-



va original de gas de  $710 \times 10^6$  metros cúbicos, al 30 de junio de 1973, y dos zonas potencialmente atractivas: Manzano y Punta del Cerro. Es interesante mencionar que en la zona de Manzano, donde los principales horizontes con indicaciones de gas se encuentran dentro del Terciario Superior, se perforó un pozo, Manzano 3, en el cual se detectó gas con presión de 6.000 psi. en estratos del Terciario Inferior.

En el pozo Corey 1, ubicado en la Península de Brunswick, próximo a Punta Arenas, se descubrió gas proveniente de estratos del Terciario Inferior, con una producción inicial de 20.000 m<sup>3</sup> diarios. No se ha determinado aún la extensión del yacimiento ni la cuantía de la reserva.

### 3) Area de Precordillera

Esta área comprende la franja que bordea por el oeste la estepa patagónica y la conecta con la cordillera andina, y se extiende desde Ultima Esperanza hasta Tierra del Fuego. En esta zona los posibles reservorios de hidrocarburos están constituidos por algunos niveles arenáceos dentro del cretáceo, pero principalmente por las areniscas basales de ese período.

En esta zona geológicamente complicada por condiciones de fuerte plegamiento y tectonismo, se han perforado algunos pozos de exploración en Ultima Esperanza y otros en Vicuña, Tierra del Fuego, sin que en ninguno se haya encontrado producción de hidrocarburos.

Consideramos, sin embargo, que el pequeño número de pozos perforados, seis hasta la fecha, es insuficiente para negarle a esta zona un posible potencial petrolífero.

## RECURSOS PETROLIFEROS Y GASIFEROS ACTUALES Y POTENCIALES DE CHILE, A EXCEPCION DE MAGALLANES

### 1) Norte Grande

Las posibilidades petrolíferas de la zona norte fueron investigadas por ENAP entre los años 1956 y 1972. Los estudios

abarcan desde la latitud de Chañaral al norte. Se invirtieron en estudios geológicos, geofísicos y sondajes de exploración aproximadamente 11 millones de dólares, con resultados negativos.

Los factores que hacían interesante la investigación petrolífera en la zona norte, son:

1) La existencia de una cuenca sedimentaria marina del Jurásico de considerable espesor.

2) Manifestaciones de petróleo líquido por lo menos en dos lugares bien conocidos: Sig'ia, en la alta cordillera de Antofagasta y Salar de Pedernales, provincia de Atacama. En Pedernales se hicieron tres sondajes profundos, todos con resultado negativo; uno de ellos con leves indicios de petróleo en fracturas. La zona es aún de cierto interés, porque existen rocas potencialmente capaces de generar petróleo, aunque en los sondajes no se encontraron capas permeables que pudieran servir de acumuladoras de hidrocarburos.

En Sig'ia, donde no se han hecho sondajes, las manifestaciones petrolíferas aparecen relacionadas con rocas intrusivas dioríticas en contacto con sedimentos continentales. Estudios geoquímicos efectuados por ENAP indican que es muy probable que el origen de estas manifestaciones sea precisamente producto de la acción térmica de rocas ígneas sobre sedimentos similares a los esquistos bituminosos, lo cual hace problemática la posibilidad de encontrar yacimientos comerciales en estas condiciones.

Los estudios geológicos y los sondajes efectuados han mostrado que las series sedimentarias jurásicas presentes en el Norte Grande están sumamente fracturadas y alteradas por varios ciclos de intrusiones magmáticas, lo que en la práctica reduce grandemente sus posibilidades petrolíferas.

Las series sedimentarias posteriores al período jurásico son, en general, de origen volcánico y continental; si bien esto no es un impedimento absoluto para la existencia de yacimientos petrolíferos, ciertamente constituyen factores desfavorables, así como lo son la falta de manifestaciones superficiales de hidrocarburos, especialmente en vista de la existencia de buenos afloramientos de las rocas,

de la frecuencia de fallas que podrían permitir el escape de fluidos si éstos estuvieran presentes en profundidad.

Uno de los sectores en que las series sedimentarias posjurásicas tienen mayor desarrollo y se presentan en condiciones estructuralmente favorables es el Salar de Atacama. Condiciones geológicas similares a las existentes en el Salar de Atacama existirían en el Altiplano boliviano, donde Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos ha hecho sondajes exploratorios hasta ahora sin éxito.

ENAP ha contratado con el Instituto de Investigaciones Geológicas el levantamiento aeromagnético del Salar de Atacama y áreas adyacentes, a fin de investigar la extensión y espesor de la cuenca sedimentaria presente.

## 2) Zona Central-sur

Las investigaciones geológicas con fines petrolíferos en la zona central-sur se iniciaron en 1962 y han continuado ininterrumpidamente hasta la fecha. Se han hecho estudios geológicos, sísmicos, gravimétricos y numerosos sondajes exploratorios que abarcan el Valle Central desde Parral hasta el Golfo de Ancud.

Los sondajes profundos efectuados en Chillán y Parral han demostrado la inexistencia de rocas con posible interés petrolífero en este sector, condiciones que seguramente prevalecen hacia el norte.

Hacia el sur, la primera zona de interés se presenta en la provincia de Cautín, donde existen las primeras indicaciones importantes del desarrollo de una cuenca sedimentaria con posibilidades petrolíferas. Entre la Cordillera de la Costa, constituida por el basamento cristalino y el cordón volcánico de los cerros de Nielol de Temuco, hay una depresión que ha sido rellenada con sedimentos continentales y marinos con un espesor del orden de 1.000 metros y donde se han perforado una docena de sondajes exploratorios (cuenca de Labranza). Se sabe que la mitad inferior de la serie sedimentaria presenta numerosos estratos de arena permeable con agua salada e indicaciones de gas. Dos de estos sondajes han descubierto arenas gasíferas, siendo el de mayor interés el sondaje Labranza 3, que en las pruebas ha

rendido aproximadamente 30.000 m<sup>3</sup>. de gas, fundamentalmente metano, con 16% de nitrógeno. La escasa extensión de las arenas gasíferas no ha permitido hasta ahora el desarrollo de producción comercial de la cuenca de Labranza, pero el área es aún potencialmente interesante.

Hay indicaciones sobre la extensión de esta cuenca sedimentaria miocénica entre el cordón volcánico de Nielol y la precordillera andina, de modo que el área prospectiva puede extenderse bastante.

El Valle Central se estrecha más al sur, quedando cortada la cuenca sedimentaria en la latitud de Loncoche. Reaparece en la latitud de Valdivia y ya desde La Unión al sur, la depresión del Valle Central adquiere cada vez mayor amplitud y profundidad, dando origen a una importante acumulación de sedimentos que son potencialmente interesantes como posibles productores de hidrocarburos.

Se han efectuado sondajes exploratorios en Huilma, Río Blanco, Colegual y Puerto Montt, encontrándose hasta ahora sólo leves indicaciones de gas y pequeños indicios de petróleo. El sondaje de Puerto Montt alcanzó la profundidad de 4.007 metros, sin lograr atravesar el total de la cuenca sedimentaria. Los estudios geofísicos indican la presencia de más de 4.000 m. de sedimento bajo las aguas del Golfo de Ancud, de modo que esta cuenca es de gran importancia. Falta aún mucho trabajo de exploración geofísica para apoyar un programa de exploraciones con sondajes profundos. En la actualidad se está haciendo un levantamiento gravimétrico detallado en las provincias de Llanquihue y Chiloé, existiendo ya antecedentes que justifican la perforación de sondajes exploratorios en el sector de Maullín-Carelmapu.

En el programa de exploración se contempla el estudio de la estructura geológica del Golfo de Ancud por métodos de exploración sísmica marina. Este trabajo deberá ejecutarse en 1975 como parte del programa elaborado de acuerdo con el convenio de asistencia técnica suscrito con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

## 3. Cuenca del Pacífico

Nos referiremos a las posibilidades petrolíferas en la Cuenca del Pacífico in-

cluyendo en este tema aquellas áreas costeras que contienen rocas sedimentarias originadas en esta cuenca.

Los antecedentes geológicos sobre la existencia de una cuenca sedimentaria en la plataforma continental del Pacífico eran muy fragmentarios antes de los trabajos exploratorios de ENAP. La cordillera de la costa está constituida por rocas graníticas y pizarras metamórficas que afloran a lo largo del litoral. Sólo excepcionalmente afloran en pocos lugares rocas sedimentarias de posible interés petrolífero. En Algarrobo (Eoceno-Cretáceo Superior), Navidad (Mioceno), Chanco (Eoceno a Cretáceo Superior), Arauco (Plioceno a Cretáceo Superior), Isla Mocha (Euceno y Mioceno) y costa occidental de la Isla de Chiloé (Mioceno). En general, estos afloramientos de rocas sedimentarias, aunque discontinuos, sugerían la existencia de una cuenca de sedimentación más o menos continua desde el Cretáceo Superior hasta el presente y desde Algarrobo al sur. Solamente la Península de Arauco y el Golfo de Arauco eran relativamente conocidas desde el punto de vista geológico, debido a las faenas carboníferas y exploraciones petrolíferas.

Los sondajes con fines petrolíferos efectuados por ENAP en Arauco a partir de 1964 han demostrado que la sección sedimentaria del Cretáceo posee abundantes demostraciones de gas de petróleo. Incluso uno de los sondajes pudo alimentar una turbina de gas de 7.000 Kw. de ENDESA, durante varios meses. La falta de permeabilidad de los niveles gasíferos ha sido hasta ahora la principal razón que ha impedido el desarrollo de yacimientos de importancia económica.

Las manifestaciones petrolíferas son menos frecuentes en los sedimentos terciarios. Sin embargo, hay importantes emanaciones de gas de petróleo en torno a Isla Mocha, donde afloran dichas rocas.

Los sondajes efectuados en la zona de Chanco encontraron arenas del Eoceno y especialmente del Cretáceo, de grandes espesores y excelente permeabilidad, con agua salada e indicios de gas. Si estas rocas contienen en alguna parte estructuras geológicas adecuadas, pueden dar origen a yacimientos de gran tamaño.

Todos estos antecedentes llevaron a ENAP al convencimiento de la necesidad

de explorar las posibilidades petrolíferas de la plataforma continental. A lo anterior debemos agregar que en 1967 el barco oceanográfico de la Armada norteamericana, C.H. "Davis", con apoyo de las autoridades chilenas, hizo un estudio de la fosa y plataforma que bordean el litoral chileno desde Arica a Guafo, y que reveló la primera información útil para nuestros fines.

Los perfiles sismográficos del "Davis" indican que tanto la fosa como la plataforma continental están prácticamente desprovistas de sedimentos a lo largo del litoral norte. La serie sedimentaria empieza a presentarse sólo al sur de Valparaíso, y muestra real importancia desde el punto de vista petrolífero, desde la latitud de Constitución al sur.

En 1969 ENAP inició gestiones para obtener asistencia técnica y financiera de Naciones Unidas a través del Programa para el Desarrollo, con el fin de abordar la exploración marina. Para la zona del Pacífico, el apoyo de Naciones Unidas permitió hacer un levantamiento aeromagnético de la plataforma, que cubrió el sector comprendido entre Navidad y Chiloé, y luego un levantamiento sismográfico de cierto detalle entre Constitución y Valdivia. Estos estudios se efectuaron con éxito entre 1970 y 1971, revelándose la existencia de cuencas sedimentarias con hasta algo más de 3.000 metros de espesor y estructuras geológicas complejas a veces, pero adecuadas para fines petrolíferos.

En 1972 ENAP pudo contratar con fondos propios un equipo de perforación adecuado para perforar en aguas de hasta 200 metros de profundidad. Este equipo fue el "Blue Water II", de la Santa Fe Drilling Co., y alcanzó a perforar seis sondajes de exploración en la plataforma continental del Pacífico, entre Constitución y Valdivia.

Estos sondajes se programaron de acuerdo con los resultados del levantamiento sísmico marino efectuado en 1971 por United Geophysical Co. y tenían como objeto reconocer la estratigrafía de la cuenca sedimentaria existente en la plataforma continental, corroborar las principales características estructurales mapeadas con el levantamiento sísmico e investigar las perspectivas de ubicar yacimientos explotables de hidrocarburos.

El primer sondaje perforado fue el "D", ubicado a mitad de distancia entre Isla Mocha y Puerto Saavedra, en 55 metros de profundidad de agua. Su objetivo fue investigar la posible existencia de trampas estratigráficas en los acuíferos de la serie sedimentaria del Terciario contra el basamento de rocas metamórficas que aflora en la costa y que constituye la cordillera de la costa.

Lamentablemente, la sección sedimentaria encontrada fue muy reducida y carente de horizontes permeables. La profundidad alcanzada fue de 624 metros.

A continuación se perforó el sondaje "H" ubicado a 40 kms. al NW de Corral y en 81 m. de agua. Este sondaje, luego de perforar 1.652 m. en sedimentos del Terciario Superior, encontró una arena basal de cuarzo de grano grueso de 13 metros de espesor, con escasa permeabilidad y sin indicaciones de hidrocarburos, pasando luego a las pizarras metamórficas. Alcanzó una profundidad total de 1.717 metros.

Se perforó luego la ubicación "F", frente al valle de Toltén, a 28 kms. de la costa y en 96 m. de agua. Este sondaje encontró una arena de cuarzo de grano grueso, de buenas características de porosidad y permeabilidad, entre las profundidades de 1.473 y 1.497 metros. Tiene 24 metros de espesor útil y resultó productora de gas. La prueba efectuada rindió 240.000 m<sup>3</sup>/día a través de un estrangulamiento de 5/8" y con 1.000 libras de presión de superficie, sin demostraciones de agua o petróleo (gas seco). La composición del gas es aproximadamente de 65% de metano y 35% de nitrógeno. Tiene un poder calorífico de aproximadamente 5.500 k.cal/m<sup>3</sup>.

Este yacimiento de gas puede extenderse mucho de acuerdo con los planos estructurales, por lo que las reservas de gas pueden alcanzar valores importantes. Las reservas recuperables por pozo perforado se han estimado en cifras del orden de 7 a 9 mil millones de metros cúbicos.

Sin embargo, dadas las características de este sondaje marino, los costos de producción pueden ser tan elevados que resulte antieconómica la operación de este yacimiento. Para dilucidar este punto, fue necesario hacer un complejo estudio de factibilidad económica.

Es interesante mencionar aquí que la serie sedimentaria encontrada en el sondaje "F" es de la misma edad de la serie sedimentaria de la cuenca de Labranza (Provincia de Cautín), donde también se ha encontrado gas seco con alto porcentaje de nitrógeno (16%), pero en yacimientos de escasa importancia económica. Posiblemente ambos sectores corresponden a la misma sedimentaria. La profundidad total del pozo "F" fue de 1.693 metros.

Desde la ubicación "F" el "Blue Water N° 2" se trasladó a la ubicación "J", a 40 kms. al NW de Talcahuano, y con 117 m. de agua. Este sondaje fue el más profundo, ya que alcanzó los 3.276 m. Llegó al basamento a los 3.258 m., encontrando sobre éste un cuerpo de arena basal de 12 m. de espesor, con indicios de gas y escasa porosidad. Se intentaron dos pruebas de formación, ninguna de las cuales fue absolutamente satisfactoria, obteniéndose sólo leves demostraciones de gas en el segundo intento. Dadas las pobres características del horizonte gasífero, este sondaje se abandonó como no comercial.

Este sondaje encontró mil metros de sedimentos cretácicos (senoniano) además de los 2.200 m. de sedimentos del Terciario, principalmente Mioceno. La arena basal, aunque de escaso desarrollo y pobre calidad productiva, es similar litológicamente a la arena basal de la zona de Chanco, donde adquiere gran desarrollo y excelente calidad como roca acumuladora. Es probable que esta arena esté presente en gran parte de este sector de la plataforma continental, y que sus características de roca acumuladora mejoren hacia la costa.

El sondaje "A", perforado a continuación, está a 30 km. costa afuera, frente al Faro Carranza, rada de Chanco, y a 134 m. de agua. Llegó al basamento a los 1.795 m. de profundidad sin encontrar arenas permeables. Se observaron, sin embargo, fuertes demostraciones de gas al perforar el contacto entre las lutitas basales del Cretáceo y las pizarras metamórficas del basamento. La profundidad alcanzada fue 1.810,5 metros.

El último sondaje perforado en esta campaña fue el "C-1", ubicado también en la rada de Chanco, a la misma latitud

del sondaje "A", pero a sólo 16 km. de la costa, y en 76 m. de agua. Este sondaje tuvo características interesantes.

En los últimos años, ENAP había efectuado estudios geológicos y geofísicos detallados en el sector de Chanco, perforándose los tres sondajes de exploración denominados Maule 1 a 3; además, se perforaron varios sondajes estratigráficos, los que complementaron los conocimientos geológicos de la zona. Aflora aquí una serie de sedimentos del Cretáceo (senoniano) que empieza con una arena basal de cuarzo de grano grueso de 80-90 m. de espesor porosa permeable, y tan poco cementada, que es fácil confundirla con dunas cuaternarias. Sin embargo, la presencia de una fauna variada de amonitas e *innoceramus* define bien la edad de estas rocas.

Los sondajes Maule 1 a 3 encontraron estas arenas a profundidades de 500-700 metros, con agua salada a la presión hidrostática normal.

El sondaje "C 1" encontró estas arenas a los 1.107 m., con un espesor de sólo 60 m., pero siempre con las excelentes características de clasificación, tamaño, porosidad y permeabilidad de la formación conocida en tierra. Antes de penetrarse la arena con el trépano, se hicieron presentes fuertes demostraciones de gas en el barro de perforación. Al penetrar la arena, el pozo empezó a reaccionar, produciéndose el desplazamiento del barro de perforación. Fue necesario cerrar las válvulas de seguridad para poder controlar el sondaje y continuar la perforación. Durante este proceso se constató que el sondaje producía agua salada con gran cantidad de gas disuelto, y que no existía una napa de gas libre. La presión de la napa de agua fue de un 30 a 35% superior a la presión hidrostática normal, ya que fue necesario preparar un barro de 11,2 lb/galón ( $d=1,35$ ) para poder controlar el sondaje. La presión de la napa desplazó al barro cuando éste tenía una densidad de 10,8 lb/galón ( $d=1,3$ ).

La existencia de agua salada con esta notable sobrepresión en el sondaje "C 1", en una formación de gran espesor y alta permeabilidad, y que en la costa tiene presión normal, indica la presencia de una barrera que impide positivamente el

desplazamiento de los fluidos entre el sondaje C 1 y la costa. Por otro lado, la gran cantidad de gas disuelto en el agua del sondaje C 1, señala la existencia de un yacimiento de gas y/o petróleo en las cercanías de éste.

La zona de Chanco, tanto en tierra como en su extensión submarina, se caracteriza por su gran complejidad tectónica. Se han detectado numerosas fallas de gran desplazamiento vertical, y es posible que el sondaje esté en un bloque aislado por fallas, y que esto permita la existencia de la sobrepresión, que no es normal en arenas de gran espesor y extensión areal. Una cuidadosa revisión de los antecedentes sísmicos, y posiblemente nuevos y más detallados levantamientos sísmicos, permitirían definir mejor la estructura de este sector.

En relación con la alta concentración de gas en las aguas de formación del sondaje "C 1", nos parece pertinente citar el siguiente párrafo de un artículo publicado por dos investigadores de la Continental Oil Co., en "World Oil", octubre de 1972, pág. 79:

"De especial interés es el hecho de que el gas disuelto (en el agua de formación) llega a concentraciones tan altas como 14 pies cúbicos por barril. Sin embargo, esta concentración tan alta de gas en el agua parece restringida a sólo pequeñas distancias laterales de los yacimientos de gas o petróleo. Aparentemente estas observaciones no son fenómenos localizados, sino que se han observado en miles de millas cuadradas de la zona investigada".

Los autores se refieren a investigaciones hechas en el Golfo de México.

La campaña cuya primera etapa se cumplió con el término del sondaje "C 1" y del contrato de perforación con Santa Fe Drilling Co., costó aproximadamente diez millones de dólares. A raíz de esta campaña, el pozo "F" ha descubierto un yacimiento de gas cuya importancia económica puede ser muy significativa. Pero además los sondajes han demostrado la existencia de una extensa cuenca sedimentaria con abundantes demostraciones de hidrocarburos con excelentes posibilidades de contener yacimientos de tamaño suficiente para su explotación comercial.

Se requiere de inmediato más trabajo de exploración sísmica y nuevos sondajes de exploración, ahora mejor orientados, y con más posibilidades de éxito.

Estimamos que una segunda campaña de exploración deberá contemplar por lo menos diez nuevos sondajes de exploración, además de los sondajes de extensión necesarios para determinar los límites del yacimiento de gas descubierto por el sondaje "F".

La zona reconocida por los sondajes del "Blue Water" abarca 512 kms. de costa con una superficie superior a los 22.000 km<sup>2</sup>. de cuencas sedimentarias. Si consideramos que todo el distrito Springhill de Magallanes, incluyendo la superficie cubierta por el Estrecho de Magallanes y abarcando hasta la profundidad de 3.000 m. del horizonte petrolífero, sólo tiene unos 12.000 km<sup>2</sup>. es fácil comprender que seis sondajes de exploración es apenas el principio de una campaña de exploración. Nada sabemos aún sobre las posibilidades petrolíferas de la plataforma continental al sur de Valdivia, excepto que ésta se ensancha y posiblemente contenga mayor espesor de sedimentos que la zona ya reconocida. Indudablemente esta cuenca sedimentaria se extiende hacia el sur hasta el paso de Drake, al sur del Cabo de Hornos.

#### 4. Territorio Antártico Chileno

Antes de tratar sobre las posibilidades petrolíferas de la Antártida chilena es conveniente mencionar los aspectos internacionales relacionados en general con el continente antártico.

En 1939 el Gobierno norteamericano envió un memorándum al Gobierno chileno dando a conocer antecedentes sobre la Expedición Byrd, destinada a explotar riquezas naturales y establecer bases. En este mismo memorándum se insinúa la conveniencia de que los países sudamericanos aclaren sus intenciones de soberanía. Esta nota se repite, en términos semejantes, en 1940.

A raíz de un informe del profesor Julio Escudero, durante el gobierno de don Pedro Aguirre Cerda, se dictó el Decreto N° 1.797, que fijó los límites del Territorio Antártico Chileno entre las longitudes 53° y 90° W. A este decreto hay oposición de Argentina e Inglaterra.

Después de varias reuniones internacionales, con intervención de NU, se acuerda celebrar el "Año Geofísico Internacional", en el que los países interesados en la Antártida convienen en hacer investigaciones científicas, fundar bases e intercambiar información, dejando en statu quo las reclamaciones internacionales (1957-1958).

A raíz del éxito de estas jornadas, el 1° de diciembre de 1959 los doce países que intervienen en la Antártida firman un tratado en el cual se establecen los siguientes principios:

1. La Antártida será usada sólo para fines pacíficos. No se pueden llevar armamentos y, específicamente, se prohíbe el uso de materiales radiactivos.

2. Se establece en forma continuada un grupo de investigación científica, comprometiéndose los signatarios al intercambio de información.

3. Se congelan las reclamaciones de soberanía.

Si bien no perjudica los intereses o pretensiones territoriales de otros países, el tratado prohíbe la acción de cualquier país en contra de los principios del Tratado Antártico. Por ejemplo, no se permitirá a ningún país detonar dispositivos nucleares en el continente antártico.

El tratado ha funcionado bien hasta ahora. Cada dos años hay una conferencia de los países signatarios, donde se estudia y propone el plan de acción para los próximos dos años.

En la VII reunión consultiva, celebrada en noviembre de 1972 en Nueva Zelanda, Estados Unidos propone estudiar la conveniencia y factibilidad de explotar los recursos minerales de la Antártida.

El tratado no tiene ninguna cláusula ni prevé ningún mecanismo que permita la explotación de estos recursos.

A la ponencia de Estados Unidos, Chile se opuso, obteniendo que se postergara cualquiera determinación al respecto hasta la próxima reunión consultiva, programada para comienzos de 1975, en Oslo.

Es evidente que la actual crisis energética mundial incrementará la presión internacional para ir a la brevedad a la exploración y explotación de los recursos petrolíferos potenciales del continente antártico. Esto significa grandes inver-

siones de capital y enormes esfuerzos tecnológicos, lo que seguramente no será impedimento para que en la próxima reunión de Oslo se allanen los caminos para iniciar la exploración y explotación de estos y otros recursos mineros de la Antártida.

### Estudios Geológicos

En la península antártica se han destacado las investigaciones geológicas efectuadas por el Reino Unido y los Estados Unidos, y en forma mucho más limitada, Chile y Argentina. Estados Unidos también se ha destacado por sus estudios sobre la plataforma continental antártica y mares adyacentes, siendo de gran importancia los programas de sondajes del "Deep Sea Drilling Project", en ejecución actualmente por el barco oceanográfico "Glomar Challenger".

## POSIBILIDADES PETROLIFERAS DE LA ANTARTIDA

### Unidades Morfoestructurales

En la parte norte del territorio antártico chileno podemos distinguir tres grandes unidades morfoestructurales desde el oeste al este:

- Plataforma marina del Mar de Bellingshausen;
- Península Antártica o Tierra de O'Higgins e islas adyacentes;
- Plataforma marina del Mar de Weddell.

### Plataforma marina del Mar de Bellingshausen

Se extiende al Oeste de la Península Antártica entre las Islas Shetland del Sur e Isla Thurston con una superficie aproximada de 190.000 km<sup>2</sup>. (hasta la profundidad de 500 metros). De acuerdo a las informaciones de fondo marino al Oeste del Cabo de Hornos, obtenido por los trabajos del Vema y por su situación geográfica y posición geotectónica en relación a la cordillera andina, podemos inferir la existencia de cuencas

terciarias en esta plataforma. La secuencia terciaria yacería sobre una sección sedimentaria marina con intercalaciones de tobas volcánicas que abarcarían el jurásico superior y cretáceo inferior, según se infiere de los afloramientos expuestos en la costa NE de la Isla Alejandro I.

### Península Antártica e islas adyacentes

La Península Antártica es una unidad positiva que forma un cordón montañoso que se extiende a lo largo de toda la Tierra de O'Higgins. El núcleo está constituido por la secuencia intrusiva andina. Este complejo tiene una amplia distribución en toda la península donde atraviesa y metamorfiza las rocas más antiguas. Se presenta como una típica secuencia intrusiva básica a ácida, entre gabros de olivina, pasando por dioritas hasta granitos. En la parte central de la península afloran rocas del basamento (bahía Margarita) y en el extremo norte una espesa sección de rocas sedimentarias Paleozoicas. En las islas adyacentes de la costa occidental de la península predominan rocas volcánicas e intrusivas jurásicas y cretáceas con jirones de rocas sedimentarias terciarias.

En las islas adyacentes situadas al oriente de la península se observan principalmente rocas sedimentarias marinas del cretáceo superior y terciario que han sido correlacionadas con algunas unidades estratigráficas de la sección presente en la cuenca de Magallanes.

### Plataforma marina del Mar de Weddell

Es la unidad más extensa y con mayores atractivos para la exploración de petróleo. Se extiende al E de la península desde el extremo norte hasta el Ronne Ice Shelf. Cubre una superficie de 260.000 km<sup>2</sup> aproximadamente, hasta la profundidad de 500 metros. En el subsuelo de esta unidad se desarrollarían extensas cuencas sedimentarias cretáceo superior-terciario según se infiere de los afloramientos expuestos en las Islas Snow Hill y Seymour y por su correlación con la cuenca de Magallanes y posición geotectónica al E del cordón andino.

En la Tabla 1 se presenta un resumen de la estratigrafía y correlaciones entre la península antártica o Tierra de O'Higgins y las islas adyacentes situadas al E y O de esta península. En ésta se pueden apreciar las secuencias sedimentarias y su relación con las rocas volcánicas y basamento.

### Potencial petrolífero

A pesar de que no se han dado a conocer actividades de exploración petrolí-

fera en la Antártida, ha habido suficientes estudios geológicos y geográficos llevados a cabo por científicos del Reino Unido y Estados Unidos, principalmente, que han permitido determinar ciertas áreas prospectivas. A la luz de los antecedentes actuales podemos adelantar que las regiones de mayor atractivo en la Antártida chilena para la exploración de petróleo corresponden, en primer lugar, a la plataforma marina del Mar de Weddell y, en segundo término, a la plataforma marina del Mar de Bellingshausen.

TABLA 1

	SHETLANDS DEL SUR	TIERRA DE O'HIGGINS	GRUPOS DE ISLAS J. ROSS
Reciente	Conglom. Nivel del mar Volcanismo Isla Decepción	Conglom. nivel del mar	Conglom. nivel del mar
Pleistoceno	Grupo Isla Pingüino Glaciación	Glaciación	Glaciación
Plioceno	Grupo Lions Rump Conglom. Pecten*		Conglom. Pecten*
Mioceno Medio			Volcánicos de J. Ross
Mioceno Inferior	Grupo Punta Hennequin <sup>o</sup>		Serie I. Seymour*
Oligoceno Superior	Grupo Pen. Fildes <sup>o</sup>		
Oligoceno Inf. y Medio	Grupo Bahía Excurra <sup>o</sup>		
Eoceno	Grupo I. Dufayel <sup>o</sup>		
Cret. Sup.—Ter. Inf.		Intrusión Andina	
Cretáceo Superior		Serie Cabo Longing*	Serie Snow Hill*
Jurásico Superior	Grupo Volcánico	Grupo Volcánico	
Jurásico Medio		Capas de Monte Flora	
Carbonífero		Serie Pen.* Trinidad	
Paleozoico Inferior		Volcánicos	
Pre-Cámbrico	Basamentos?	Basamento	

\* Sedimentario Marino

<sup>o</sup> Sedimentos continentales intercalados con volcánicos.

Cierta actividad de líneas sísmicas en la década del 60, efectuada por barcos oceanográficos, ha permitido bosquejar las regiones de interés geológico en la plataforma marina de la península antártica.

Algunos resultados de los trabajos de estos barcos oceanográficos, dados a conocer en forma esporádica, las informaciones geológicas publicadas de la Antártida y Arco Escocés y correlaciones con la cuenca de Magallanes sugieren la existencia de extensas cuencas sedimentarias, con una potente secuencia cretáceo-terciaria en las plataformas de los mares de Weddell y Bellingshausen. Estas serían de interés petrolífero y las reservas pueden ser muy grandes por la gran extensión areal de las áreas prospectivas. Hasta el momento no conocemos nada del contenido orgánico de los estratos

presentes en estas cuencas, su extensión areal, límite de ellas, posibles capas reservorios y tipo de trampas acumuladoras.

### Conclusiones

Podemos concluir que las plataformas marinas adyacentes a la península antártica o Tierra de O'Higgins pueden contener yacimientos grandes de petróleo y gas. La exploración y explotación de éstos es técnicamente factible; dependerán de factores políticos y económicos. La crisis endémica de energía en Chile y en el mundo, hace cada día más urgente la necesidad de conocer las reservas recuperables de estos combustibles fósiles.

(De "Revista Chilena de Ingeniería").

