

# Proyecto de Explotación Marina en el Estrecho de Magallanes

Por

Oswaldo GARCIA G.

La Empresa Nacional del Petróleo está impulsando el proyecto de Explotación del Petróleo que existe bajo el Estrecho de Magallanes, entre la desembocadura al Atlántico y la Primera Angostura.

Se pretende demostrar, en la exposición que sigue, que emprender la tarea que nos preocupa es un imperativo ineludible, ya que el país necesita disponer de la riqueza que reposa tranquilamente bajo nuestros pies. Se pretende demostrar que la empresa es perfectamente realizable usando solamente recursos chilenos, y que la tecnología especializada que esta tarea exige es perfectamente asimilable por nuestros técnicos y obreros chilenos.

Se pretende demostrar, además, que la existencia de petróleo bajo el Estrecho de Magallanes no es una posibilidad estadística, sino, como se podrá apreciar, es una realidad concreta.

Para formarse una idea de lo que significa para el país, en términos económicos, un proyecto de esta naturaleza, debemos empezar por señalar que Chile en la actualidad, consume anualmente 6.000.000 de m<sup>3</sup> de petróleo y que produce sólo la tercera parte de ese volumen. Alrededor de US\$ 70.000.000 serán invertidos en este año y mucho más en los venideros.

Presentaremos un cuadro que muestra cuáles serán las necesidades de petróleo crudo en los próximos 20 años.

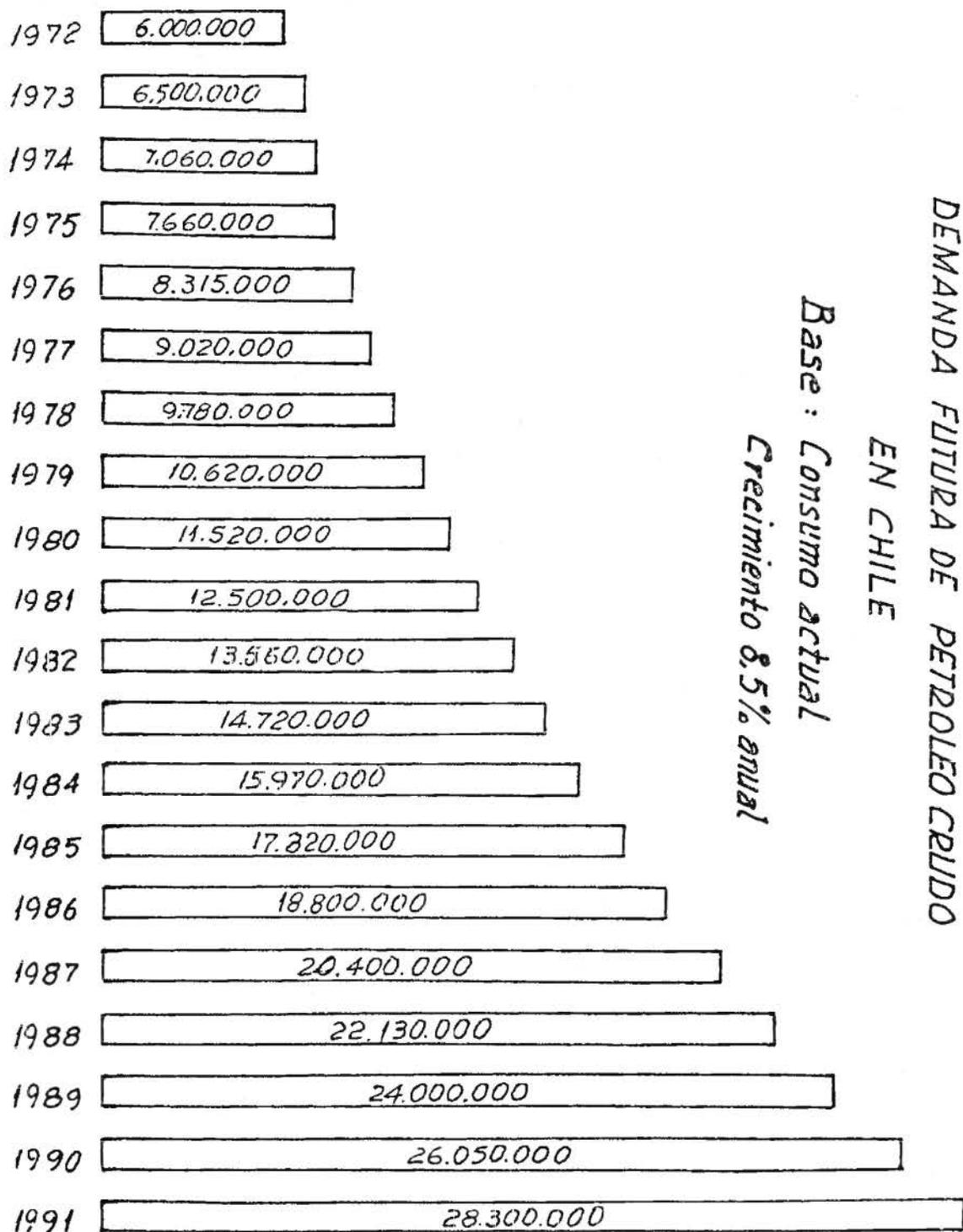
Se ha tomado como base, para su confección, el consumo actual afectado por una tasa de crecimiento del 8,5 % anual, cifra que resulta de analizar el crecimiento experimentado por los años anteriores y adecuarlos a las expectativas de crecimiento en términos de población y en términos de desarrollo industrial.

Este cuadro muestra que, mientras en el año 1972 nuestras necesidades internas bordean los 6.000.000 m<sup>3</sup> anuales, dentro de 5 años esta cifra subirá a 9.000.000 y dentro de 10 años a 11 millones de m<sup>3</sup> anuales. Si la tasa de crecimiento se mantiene constante, en 1990 estaremos consumiendo 26.000.000 de m<sup>3</sup> de petróleo por año.

Antes de señalar en cifras qué significado tendrá este volumen de petróleo a consumir, en nuestra economía, es necesario detenerse a observar qué es lo que pasa con el precio del petróleo crudo en el mercado internacional.

Actualmente se cotiza el barril de crudo en una cifra alrededor de US\$ 2,80, o lo que es lo mismo a US\$ 17,58 por m<sup>3</sup>. Se espera que dentro de 3 años, o sea en 1975, este valor llegará a US\$ 20,77 y se supone que seguirá creciendo, como es natural que así sea, si se advierte el creciente alejamiento que presentan, en el mundo, la curva de consumo con la curva de reservas descubiertas.

Todavía nos queda un paso más que dar antes de mostrar las necesidades de divisas del país en los próximos años en

M<sup>3</sup> AÑO

lo que se refiere a importación de crudo. Es necesario mostrar cuál es la producción interna, y esa producción descontarla de las cifras dadas por la tabla de necesidades.

Presentaremos a continuación una tabla que nos señala las expectativas de producción en Magallanes en los próximos 20 años, si suponemos que la explotación marina no se ejecuta y que se mantiene la tendencia al déficit que muestra nuestra curva de reservas efectivas.

Mostraremos antes, el gráfico que indica el estado de reservas de crudo en Magallanes. En este cuadro se muestra a las reservas originales descubiertas, las reservas probadas y desarrolladas y las reservas efectivas. Estas últimas muestran un balance entre la existencia al año anterior menos la extracción del año y más las reservas incorporadas por nuevos descubrimientos o por reestimaciones de los mismos campos. Si la curva es ascendente mostrará que la incorporación de reservas es superior a la extracción; si se mantiene horizontal habrá equilibrio entre la extracción y la incorporación de nuevas reservas y si la curva es descendente indicará que lo incorporado durante el año no alcanza a cubrir la extracción, es decir, hay tendencia a disminuir las reservas.

Esa es la situación mostrada por nuestra Empresa en estos últimos años, y la tendencia se ve marcadamente descendente.

Si esta situación se mantiene y no hay descubrimientos importantes en tierra, la situación en materia de producción de petróleo en los próximos años no es muy alentadora. Esta situación se muestra en el cuadro siguiente.

Si este año lograremos una extracción de 2.040.000 m<sup>3</sup>, el próximo esa cifra será de sólo 1.795.200 y seguirá decreciendo en forma acentuada. En 1980 solamente seremos capaces de producir 700.000 m<sup>3</sup> y en 1990 solo 270.000 m<sup>3</sup>.

Ahora estamos en condiciones de predecir qué es lo que significará esta situación para el país, en términos de necesidades de divisas por concepto de importación de petróleo crudo.

Usando el cuadro que nos mostraba las necesidades de petróleo para el país en los años venideros, descontando a ello el cuadro presente de producción

interna y basados además en la curva de precio del crudo en el mercado internacional, resulta el cuadro siguiente que muestra en forma dramática cuáles serán las necesidades de divisas para los próximos años.

Si en 1972 estamos importando crudo por valor de US\$ 69.600.000, el próximo año necesitaremos US\$ 88.100.000 y en los siguientes cada vez más. Se calcula que en los diez años que van de 1972 a 1981 el país deberá invertir 1.800.000.000 de dólares en compra de petróleo crudo.

Hasta aquí hemos hecho una rápida revisión al problema que enfrenta el país en materia de necesidades de combustibles líquidos.

Nos corresponde ahora revisar qué probabilidades existen en Chile en materia de yacimientos de petróleo y en qué forma podrían tales yacimientos ponerse en explotación.

## ANTECEDENTES PROYECTO DE EXPLORACION COSTAFUERA EN EL ESTRECHO DE MAGALLANES

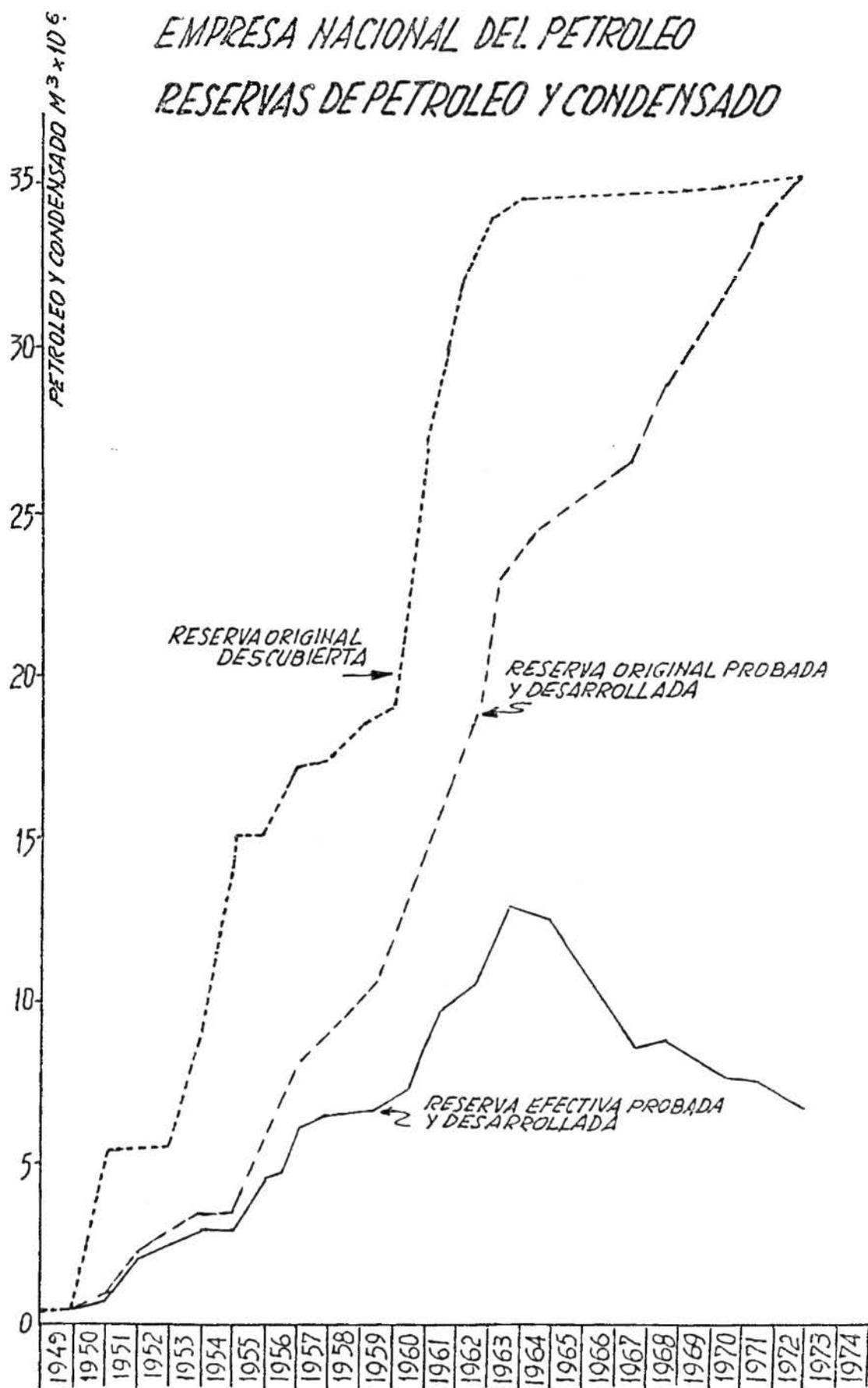
### 1.0 Introducción

El petróleo y gas natural, por la gran importancia que tienen como fuente de energía para el desarrollo industrial de Chile y como medio de calefacción han merecido la atención especial del Estado. La crisis endémica de energía que sufre el país ha impulsado al Gobierno a desarrollar en forma rápida y económica estos recursos naturales de combustibles fósiles a lo largo del país donde las condiciones geológicas sean favorables. Los chilenos necesitamos más gasolina para mover los autos, más kerosene para los aviones a turbina, más petróleo para calderas de barcos o industrias y más gas para calefacción.

El problema básico que se plantea es juzgar a un plazo breve cuál es la cantidad de petróleo y gas natural que hay en el subsuelo en acumulaciones comerciales en todo el territorio nacional.

Para poder apreciar las perspectivas petroleras en el país es necesario considerar su ocurrencia en el subsuelo y cuáles son las condiciones geológicas indispensables para su acumulación en yacimientos. El petróleo es un producto na-

EMPRESA NACIONAL DEL PETROLEO  
RESERVAS DE PETROLEO Y CONDENSADO



*M3 AÑO*

1972	2.040.000
1973	1.795.200
1974	1.561.800
1975	1.358.800
1976	1.175.300
1977	1.022.600
1978	894.700
1979	787.400
1980	704.700
1981	641.300
1982	583.600
1983	531.000
1984	483.200
1985	439.700
1986	400.200
1987	364.200
1988	331.400
1989	300.500
1990	274.400
1991	249.700

*EXPECTATIVAS DE PRODUCCION DE PETROLEO CRUDO  
EN MAGALLANES SOLO EN TIERRA*

PARA IMPORTACION DE PETROLEO

ENCHILE

En U.S.\$.

[REDACTED]	69.600.000
[REDACTED]	88.100.000
[REDACTED]	108.400.000
[REDACTED]	130.900.000
[REDACTED]	156.000.000
[REDACTED]	183.200.000
[REDACTED]	213.100.000
[REDACTED]	246.000.000
[REDACTED]	282.200.000
[REDACTED]	322.000.000
[REDACTED]	366.200.000
[REDACTED]	415.400.000
[REDACTED]	469.800.000
[REDACTED]	530.200.000
[REDACTED]	597.300.000
[REDACTED]	671.700.000
[REDACTED]	754.100.000
[REDACTED]	845.400.000
[REDACTED]	846.900.000
[REDACTED]	1.060.000.

tural que acompaña a las rocas sedimentarias, principalmente marinas, que rellenan grandes cuencas o depresiones en la corteza terrestre. Se forma por transformaciones de la materia orgánica que ha sido sepultada con los sedimentos y que a través de procesos físico-químicos (presión y temperatura principalmente) llega a ser un combustible fósil líquido.

La búsqueda de petróleo se basa en la investigación de estas cuencas sedimentarias de las cuales se han formado a lo largo de la historia geológica de la Tierra. El petróleo se encuentra junto con el gas y agua salada relleno los poros y grietas de las rocas sedimentarias. Es indispensable por esto ubicar las trampas donde se encuentran dentro de las capas porosas y permeables. En esto consisten los trabajos de exploración. La generación y acumulación de petróleo en las trampas es extremadamente irregular y muchas veces imprevisible; por esta razón la industria petrolera es un negocio estadístico, una aventura económica que reviste riesgos calculados.

## 2.0 Exploración petrolífera en el país y desarrollo de la Industria.

Gran parte del territorio continental del país aparece cubierto por rocas ígneas y metamórficas que son desfavorables para la existencia de yacimientos de petróleo. En la mayoría de las áreas donde afloran rocas sedimentarias marinas éstas están muy tectonizadas, mineralizadas e instruidas o con intercalaciones de rocas volcánicas. Solamente en la Provincia de Magallanes existe una cuenca sedimentaria extensa con un ambiente apropiado para la formación de yacimientos de petróleo explotables comercialmente.

Fuera de la cuenca de Magallanes ENAP ha realizado campañas de exploración en la Pampa del Tamarugal y Salar de Pedernales, en la zona norte, entre los años 1956-1962. En la zona Central Sur, en la cuenca de Osorno-Puerto Montt, en la Península de Arauco y en la plataforma marina del Pacífico, en Chile Central, se están haciendo trabajos de exploración desde 1962 hasta la fecha. Estas investigaciones que incluyen estudios geológicos, levantamientos gra-

vimétricos y sísmicos y la perforación de 35 pozos profundos, han llevado al descubrimiento de un pozo con una reserva limitada de gas en la Península de Arauco y un yacimiento importante de gas en la ubicación F de la Cuenca de Valdivia, en la plataforma marina. Los principales problemas han sido la falta de "buenos horizontes acumuladores" y la complejidad tectónica de las trampas.

Los trabajos exploratorios en la Bahía de Chanco han mostrado la existencia de arenisca cuarcífera en afloramientos de estratos del Cretáceo, que se extenderían en la subsuperficie de la zona costafuera al O de Chanco y Concepción. Por esta circunstancia, la zona costafuera en la región mencionada pasa a ser un distrito prospectivo y en ella se está perforando actualmente un sondaje exploratorio.

Desde el descubrimiento de petróleo en Tierra del Fuego en 1945 hasta la fecha, se han descubierto 32 yacimientos significativos en el área Magallanes (179.000 m<sup>3</sup> de petróleo recuperable o su equivalente en gas). De éstos sólo 18 son considerados yacimientos de tamaño explotable, ubicados en Tierra del Fuego y Continente.

Todos los yacimientos explotables se han desarrollado en la parte NE de la Provincia de Magallanes. Solamente se ha conocido un horizonte productivo, la Arenisca Springhill, situada en la base de la secuencia marina Cretácea. Debido a la errática distribución de los depósitos de arenisca permeables se ha tenido una alta proporción de pozos secos en relación a los productores, aún en pozos de desarrollo, lo que ha ocasionado altos costos unitarios de producción. Hasta el momento, todos los yacimientos descubiertos están comprendidos entre las profundidades de 3000 y 1500 metros bajo el nivel del mar. La superficie de este distrito petrolero es de 10.520 Km<sup>2</sup>, de los cuales 2.650 Km<sup>2</sup> están bajo aguas del Estrecho de Magallanes, o sea, aproximadamente 1/4 de la zona prospectiva.

En la parte occidental de la cuenca existe un gran espesor de estratos marinos del Cretáceo y Terciario, pero hasta ahora sólo se ha descubierto un yacimiento de gas importante, comercialmente explotable.

Hasta julio de 1972 se han terminado 1430 pozos en la cuenca de Magallanes de los cuales 561 se clasificaron productores de petróleo, 224 productores de gas y 645 secos. Entre los pozos secos, 222 fueron de exploración y 423 se clasificaron como extensiones y de desarrollo. En los últimos años los costos de búsqueda de nuevos yacimientos de petróleo y gas se están elevando considerablemente. A pesar que los esfuerzos exploratorios en el área de Magallanes han continuado tanto en Tierra del Fuego como en el Continente, no se ha tenido el éxito esperado en descubrimiento de nuevos yacimientos. La evidencia estadística de los resultados de los últimos años muestra la necesidad de buscar nuevos distritos o áreas por explorar que tengan perspectivas, como es la zona de costafuera entre la Primera Angostura y Dungeness.

### 3.0 Producción de Petróleo y Consumo

Hasta este momento toda la producción de petróleo en Chile viene de los yacimientos descubiertos en la parte oriental de la Provincia de Magallanes ubicados en ambos lados del Estrecho de Magallanes. Los del área continental están situados a lo largo de la costa, los yacimientos Faro Este, Delgada Este, Posesión, Cañadón, Daniel, Daniel Este y Dungeness. En éstos se ha podido desarrollar, mediante pozos direccionales, las acumulaciones de petróleo y gas del reservorio Springhill hasta una distancia de 2.5 Kms. costafuera. Este tipo de trabajo ha alcanzado su límite y para continuar la explotación de los yacimientos es indispensable usar las técnicas de perforación costafuera.

En 1971 las refinerías de Concón y Concepción procesaron  $5,722 \times 10^6$  de m<sup>3</sup> de petróleo crudo de los cuales  $3,74 \times 10^6$ , o sea el 65%, corresponde a petróleo importado y  $1,982 \times 10^6$  (35%) a petróleo nacional. Durante 1971 hubo un aumento de 32,3% de refinación de estos elementos para abastecer el creciente consumo de combustibles líquidos en el país. Mientras el consumo de estos combustibles aumenta a pasos agigantados, nuestra producción se mantiene estable o con un aumento insignificante. La producción de crudo en 1971 alcanzó a 2.048.100 m<sup>3</sup>. En el momento actual los únicos productos de los yacimientos de

hidrocarburos que tienen valor económico son el petróleo y los productos licuables de los gases naturales, situación que cambiaría en un futuro próximo con la industrialización del gas. Una pequeña parte del gas es consumido en los campamentos de ENAP y en Punta Arenas, otra parte mínima es quemada en antorchas y el gran resto del gas producido es tratado en plantas para extraer la gasolina natural, propano y butano y posteriormente es comprimido en la formación productora.

El costo de la producción de petróleo es relativamente alto en la cuenca de Magallanes debido a la baja producción individual de los pozos y la alta proporción de pozos secos en los yacimientos.

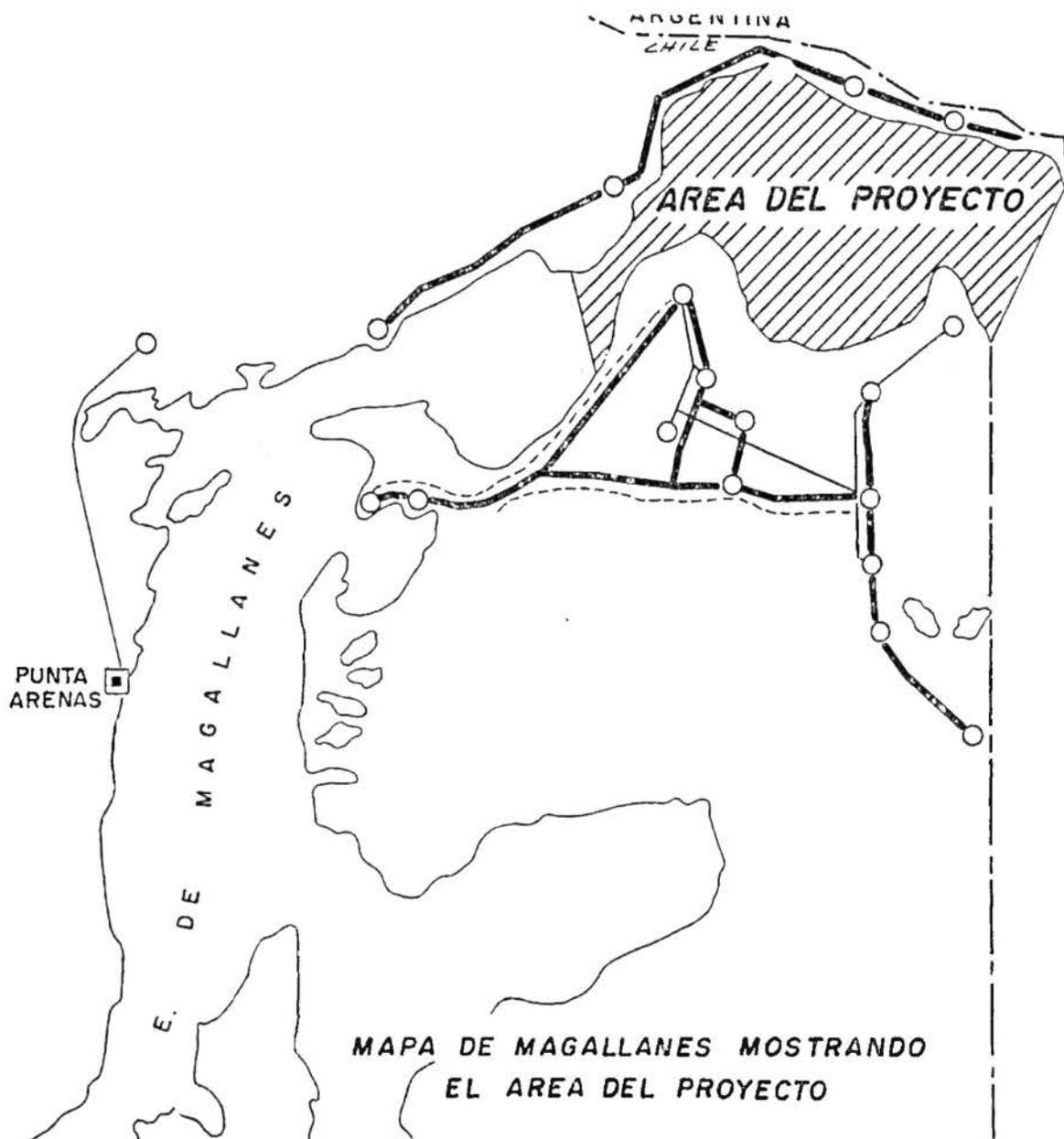
A pesar del alto costo de producción del crudo nacional en los yacimientos de Magallanes hay una considerable economía de divisas en la producción doméstica en comparación con el costo del crudo importado. Esta es una razón poderosa para incrementar la producción nacional, investigando el potencial petrolífero de la plataforma continental a lo largo de la costa de Chile y en el Estrecho de Magallanes. Considerando los resultados estadísticos de las exploraciones en el continente a lo largo de todo el territorio nacional, la plataforma continental representa la última área de mayor extensión que podría tener una reserva potencial de petróleo y gas.

### 4.0 Potencial Petrolífero de áreas costafuera

En el estudio del potencial petrolífero costafuera de Chile se han considerado dos áreas: a) la zona del Estrecho de Magallanes, en la cual se tiene establecida producción en ambas costas; (Fig. 1) y b) la plataforma continental de la costa Pacífico, donde se descubrió últimamente un yacimiento de gas cuya explotación puede llegar a ser comercial. Nos limitaremos a la zona de Magallanes.

#### 4.1 El Estrecho de Magallanes

La parte más atractiva para la explotación costafuera en el Estrecho de Magallanes se extiende entre la Primera Angostura y Dungeness y cubre aproximadamente 2.450 Km<sup>2</sup>. Aquí se ha establecido producción de petróleo y gas ba-



MAPA DE MAGALLANES MOSTRANDO  
EL AREA DEL PROYECTO

jo aguas del Estrecho, en la orla norte, mediante pozos direccionales y hay yacimientos cerca de la costa sur en Tierra del Fuego. Se ha comprobado la extensión costafuera de los yacimientos del Continente, por lo cual es razonable suponer que yacimientos de petróleo y gas similares a los del área Posesión-Dungeness existen en la subsuperficie del área anegada por el Estrecho. De acuerdo a la Fig. 2 podemos ver que en la mayor parte del Estrecho la profundidad del agua es inferior a 60 metros, excepto en la ruta de navegación donde se tiene sobre 80 metros. Según esto es factible explorar estos recursos de hidrocarburos

empleando equipos modernos, actualmente en uso en otros puntos del globo, a pesar de las condiciones meteorológicas adversas frecuentes en el Estrecho.

Desde el punto de vista exploratorio no hay problemas serios para realizar la investigación. A mediados de 1971 se hizo el levantamiento sísmico que cubrió en detalle la mayor parte del área marina entre Dungeness y la Primera Angostura. Este trabajo fue realizado por la firma francesa Compagnie Générale de Geophysique. Los resultados del estudio fueron entregados en los primeros meses del presente año y son bastante optimistas. Un bosquejo del cuadro estructural

sísmico aparece en la Fig. 3. Sin embargo, debido a la relativamente baja productividad de los pozos individuales en esta área y los altos costos de los trabajos de perforación y producción costafuera, se hizo un estudio de factibilidad económica de desarrollo de las reservas costafuera. Este estudio fue realizado por la firma J. C. Sproule & Associates Ltd. de Canadá, a fines de 1970 y sus conclusiones son muy alentadoras.

#### 5.0 Reservas estimadas en la zona costafuera del Estrecho de Magallanes

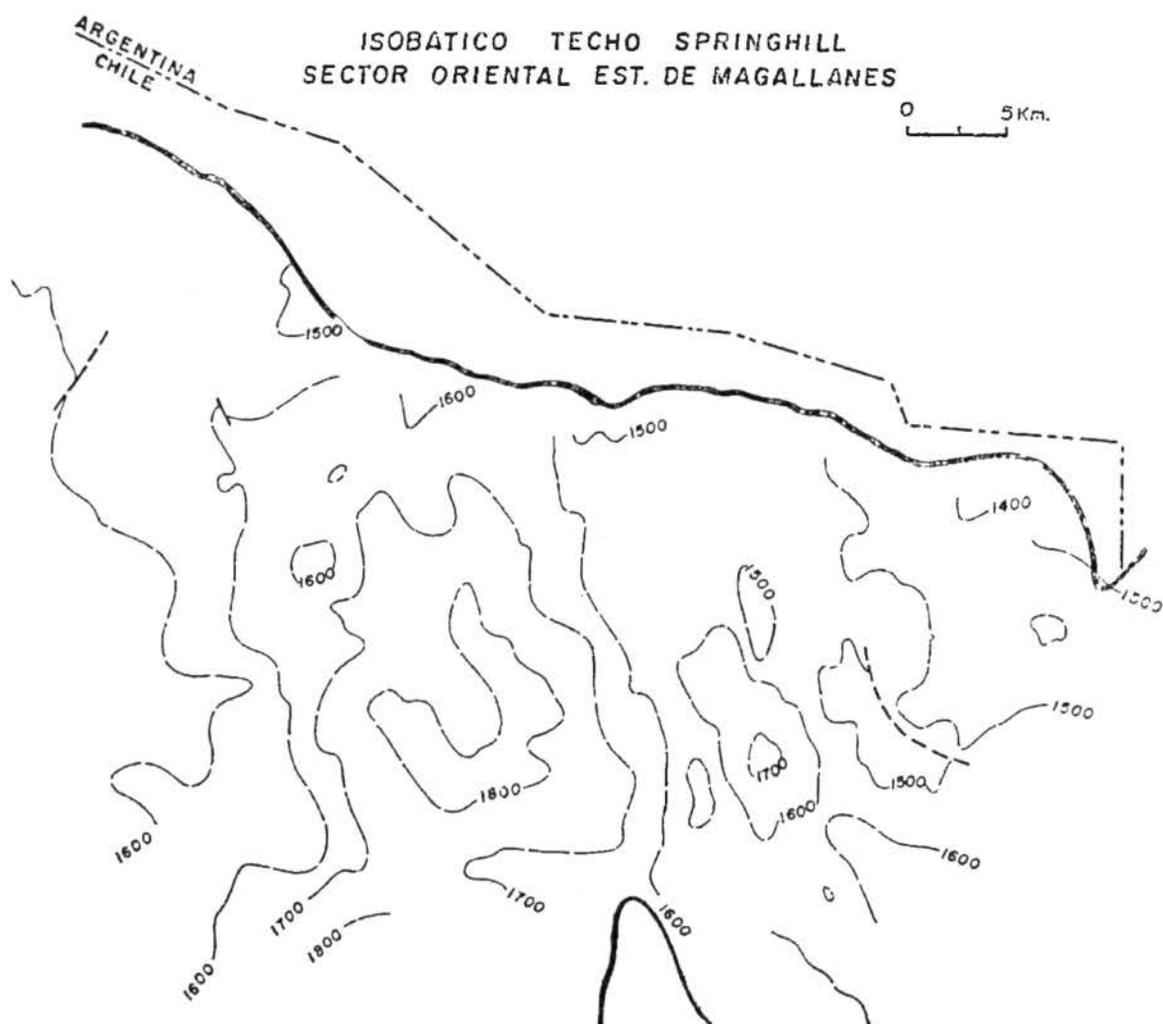
La reserva estimada por Sproule & Associates para ser descubierta costafuera es de:

Petróleo:	$22,3 \times 10^6$ m <sup>3</sup>
Condensado:	$11,5 \times 10^6$ m <sup>3</sup>
Gas natural:	$78,5 \times 10^9$ m <sup>3</sup>

El método usado para estimar esta reserva se ha basado en la distribución o densidad de la reserva de petróleo y gas por unidad de área de los yacimientos costadentro. Estos datos se extrapolaron en la zona costafuera considerando que las condiciones geológicas y características de producción sean similares.

El total de la reserva recuperable de petróleo y condensado es de  $33,8 \times 10^6$  m<sup>3</sup> en la zona costafuera entre la Primera Angostura y Dungeness. Si comparamos esta cifra con la producción acumulada de Magallanes desde 1946 hasta el 30 de junio de 1972, que es de  $28,470,330 \times 10^6$  m<sup>3</sup>, vemos que la reserva estimada en la zona costafuera es superior a ésta. Podemos apreciar entonces el interés en desarrollar lo antes posible esta reserva.





Con la visión del panorama a nivel nacional mostrada, tendremos que concluir forzosamente que: lo concreto que tenemos entre manos está aquí, en Magallanes y bajo las aguas del Estrecho de Magallanes.

¿Cómo atacar la tarea de sacar ese petróleo?

Presentaremos, en lo que sigue, un programa inmediato y a largo plazo que nos permitirá atacar esta gran tarea.

Mostraremos en primer lugar, qué se espera como resultado de esta tarea en m<sup>3</sup> de petróleo y qué se espera en términos económicos.

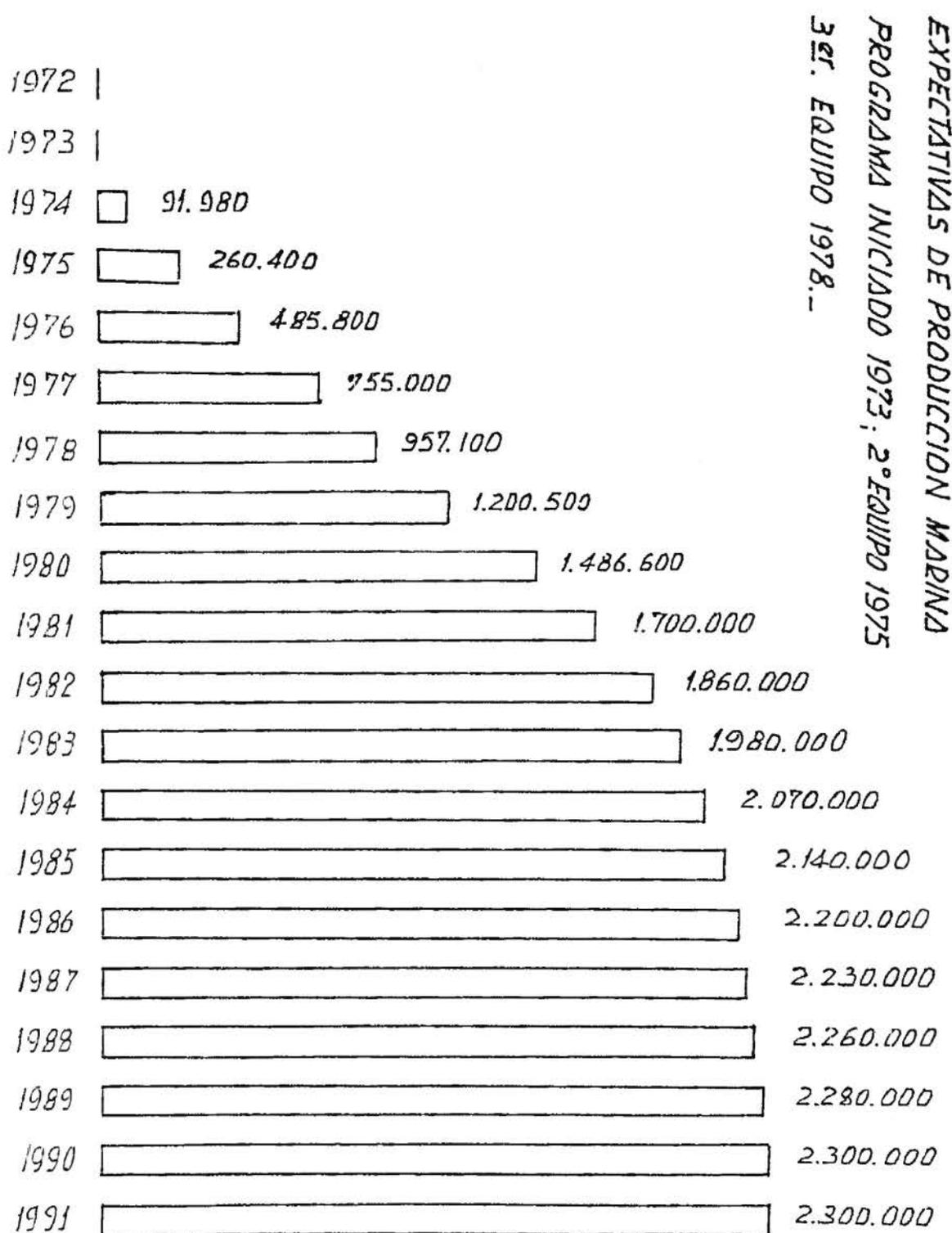
El cuadro que adelantamos permite ver que, si se cumple el programa que estamos impulsando, podremos obtener 91.980 m<sup>3</sup> de producción en 1974 y de allí en adelante una producción creciente "hasta alcanzar un máximo de 2.300.000 m<sup>3</sup> de petróleo extraídos desde el mar", hasta agotar totalmente las reservas existentes.

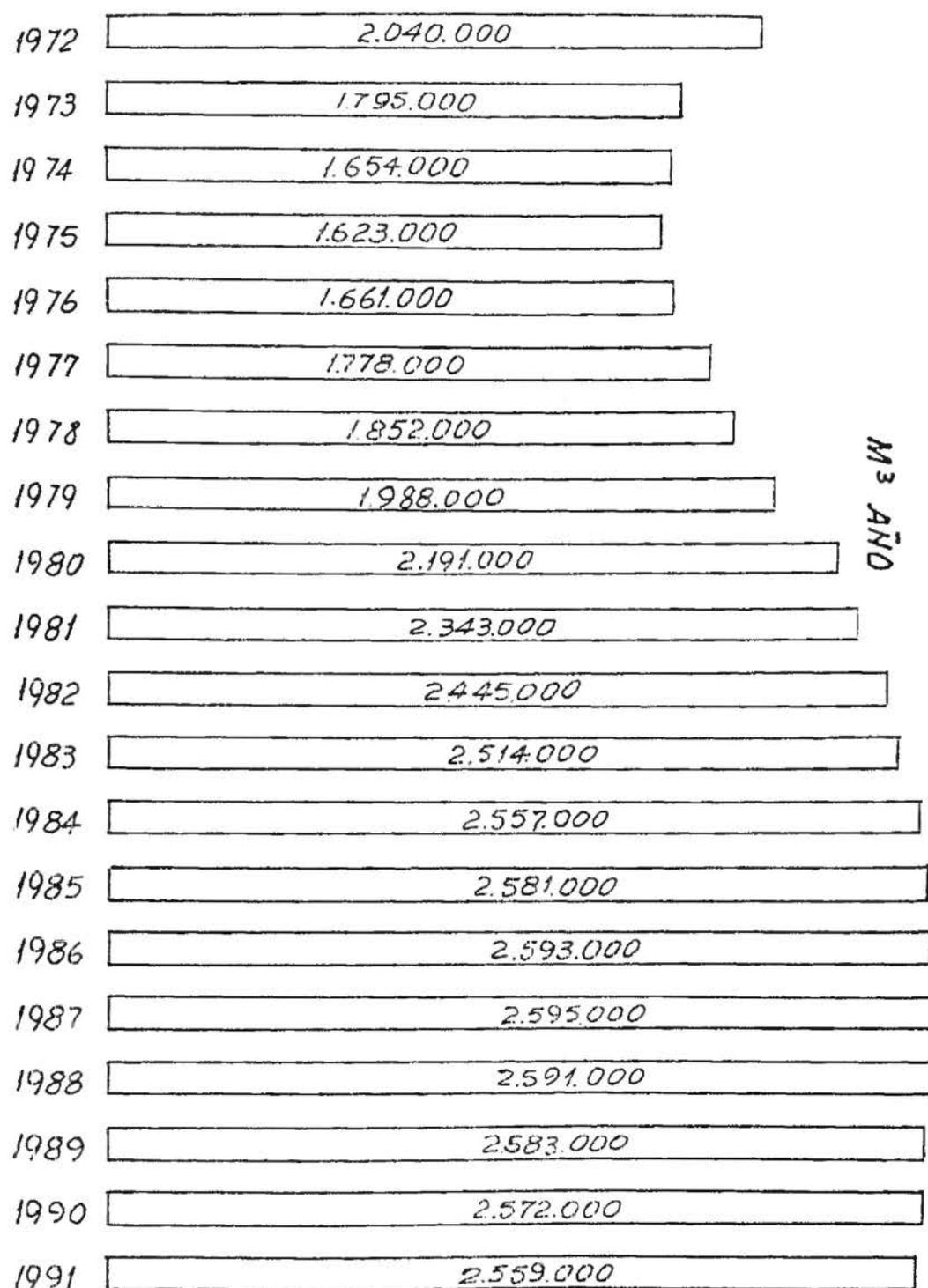
Este cuadro podrá mejorar sustancialmente el panorama de producción de petróleo de ENAP, tal como puede verse en el gráfico que se presenta a continuación.

Este gráfico muestra que debido a que estamos atrasados en unos 4 años en el inicio de este proyecto, la producción de crudo de los próximos 4 años irá decreciendo hasta alcanzar un mínimo en 1975 de 1.623.000 m<sup>3</sup> y de allí en adelante volverá a ascender hasta levantarse por sobre los niveles actuales.

Más de 30.000.000 de m<sup>3</sup> entre petróleo y condensado, se podrán extraer bajo las aguas y la riqueza de gas que se espera prácticamente doblará la reserva actual, lo que significa doblar la vida útil de nuestro próximo proyecto de metano líquido y abrirá expectativas insospechadas a una industria petroquímica.

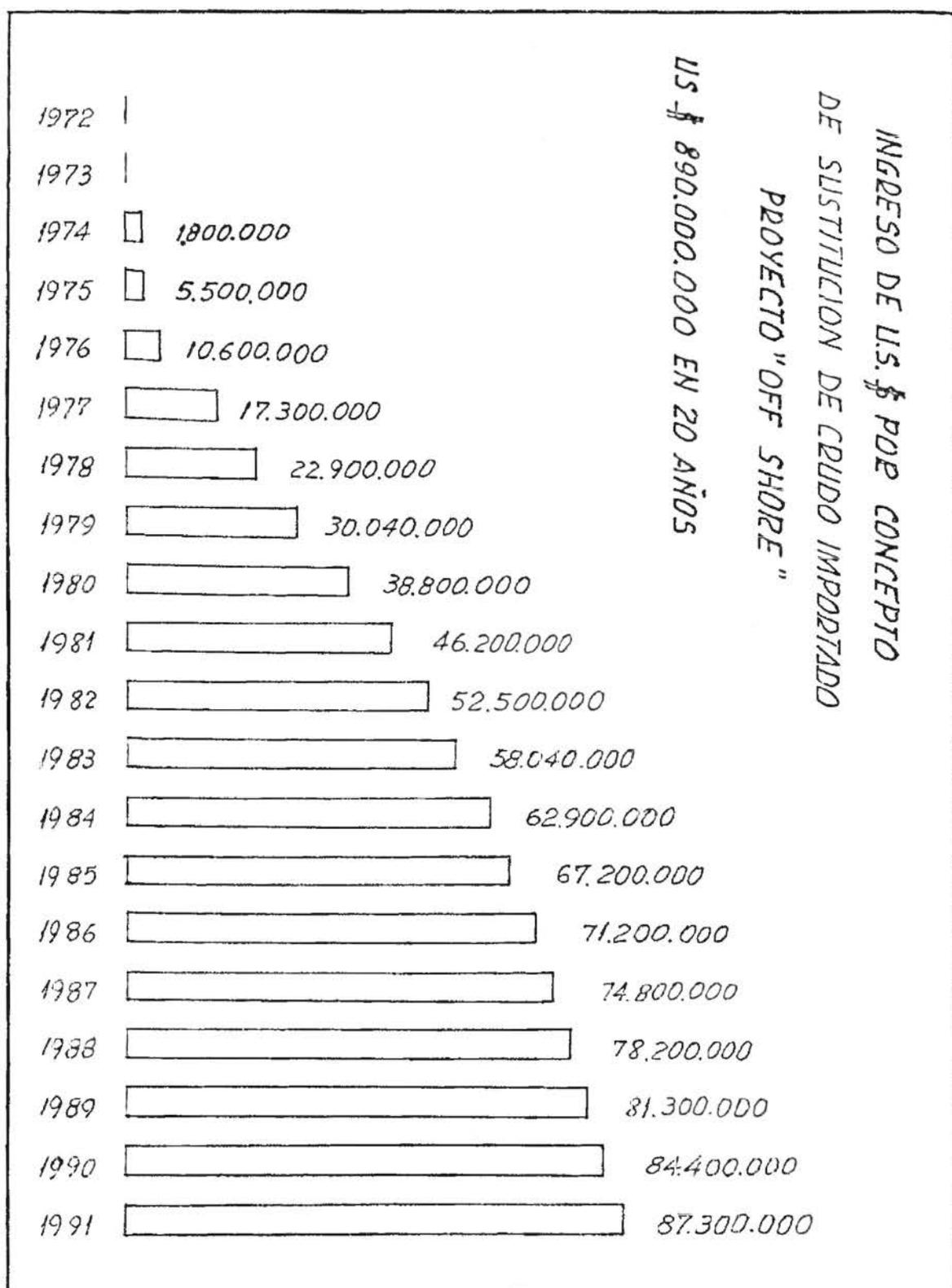
Lo que significa en términos de divisas sustituibles para nuestro país, se





TIERRA + MARINA

EXPECTATIVAS DE PRODUCCION TOTAL MAGALLANES



muestra en el siguiente cuadro, en el que hemos traducido la producción marina en m<sup>3</sup> al precio por metro cúbico del correspondiente año.

Casi 900.000.000 de dólares en petróleo crudo y unos 400.000.000 de dólares en gas natural (considerados a 15 centavos de dólar los mil pies<sup>3</sup>) son los que esperan ser extraídos.

Nos referiremos ahora brevemente a las técnicas de explotación marina en uso.

En materia de equipos de perforación marina se conocen los siguientes:

### 1.—Plataforma fija:

Consiste en la fabricación, en el mar, de una isla artificial, sobre la cual se monta el equipo de perforación. Barcas flotantes apoyan al equipo.

Una vez terminada la perforación se retira el equipo y la plataforma servirá de base para la instalación del equipo de producción.

Ductos submarinos permiten alcanzar con el petróleo a tierra.

El método es practicable en aguas poco profundas y relativamente tranquilas.

### 2.—Plataforma sumergible:

Consiste en pontones inundables que se trasladan flotando hasta la ubicación y se inundan para que descansen sobre el fondo. Estos pontones soportan la estructura que a su vez soporta el equipo de perforación. También son aptos sólo para aguas poco profundas y tranquilas.

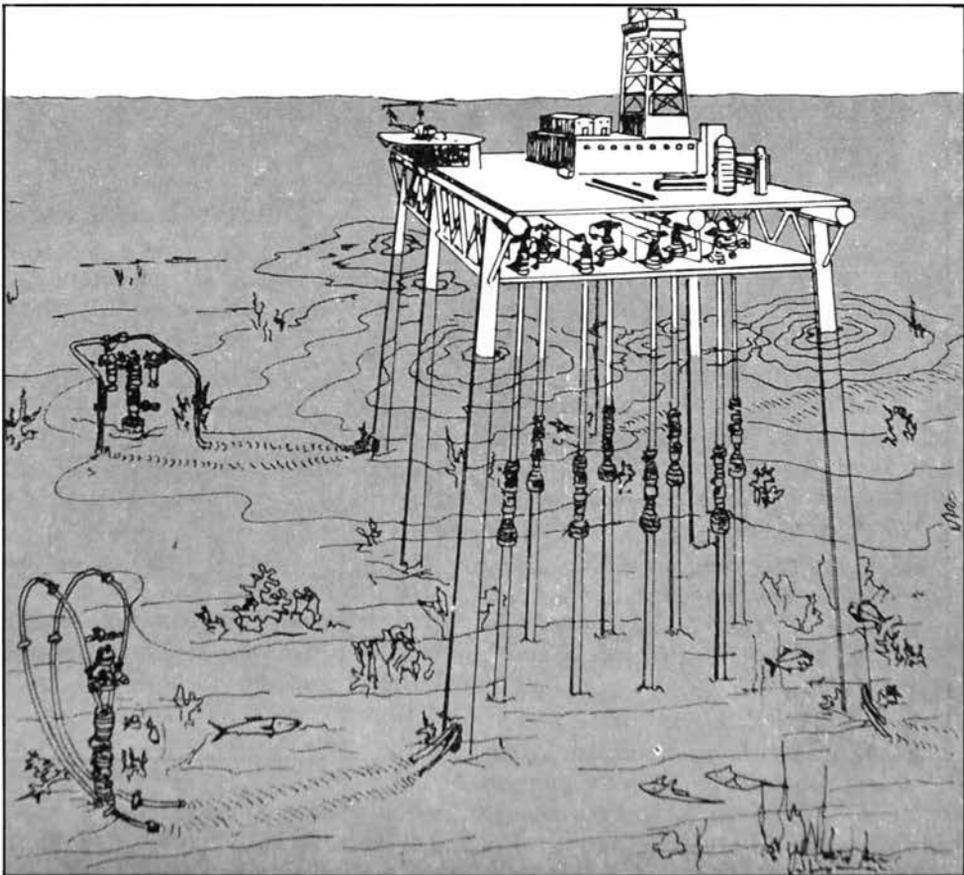
### 3.—Plataforma semi-sumergible:

Consiste en una plataforma que descansa en una estructura formada por grandes pilares huecos que se apoyan en enormes pontones sumergidos.

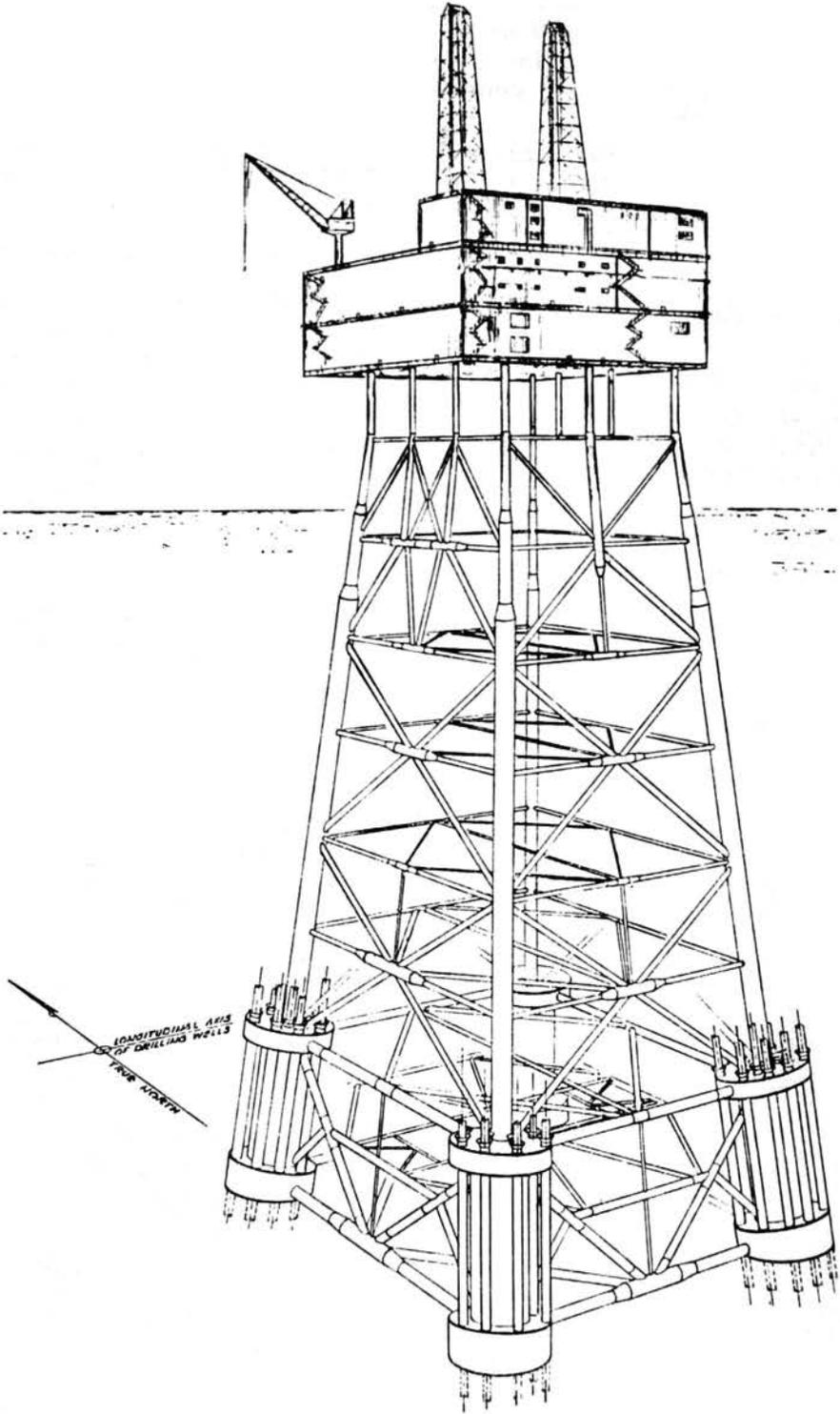
La flotabilidad se obtiene controlando las cámaras de los pontones y pilares.

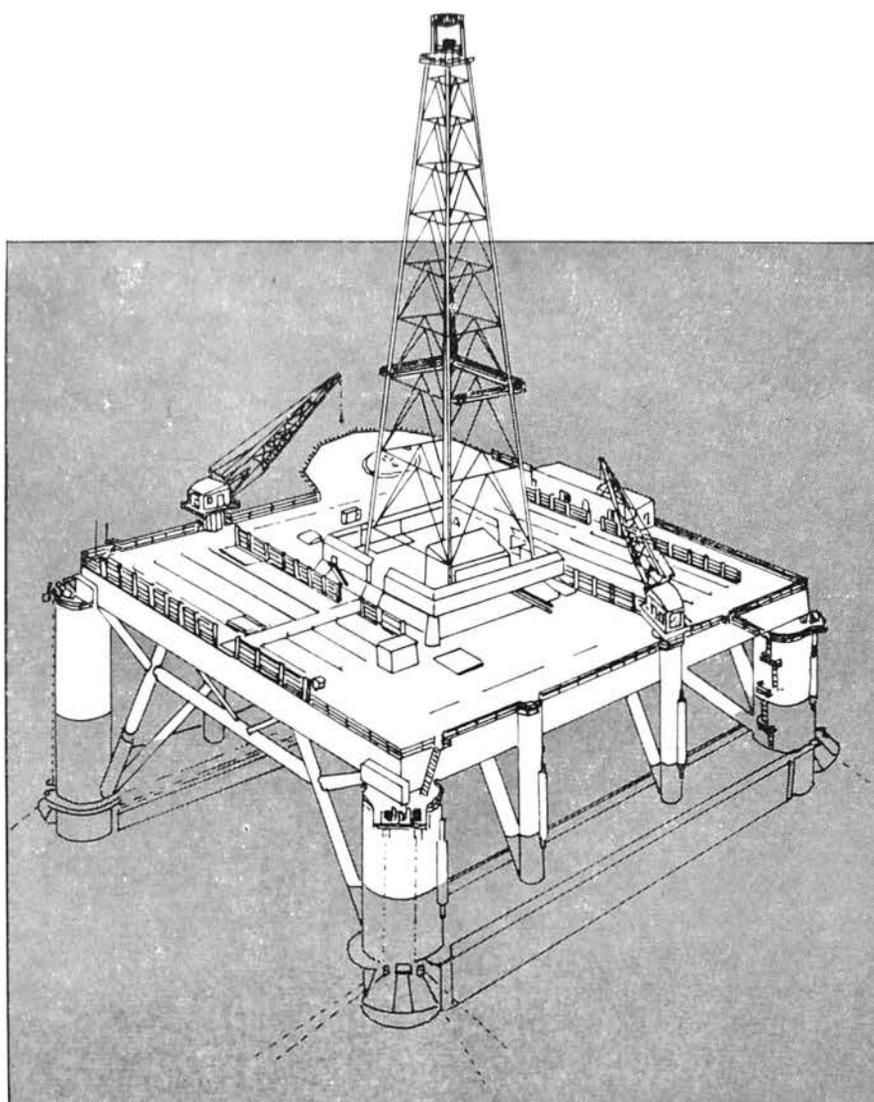
Esta estructura permite perforar desde la superficie sin apoyo de estructura rígida.

La plataforma es anclada al fondo mediante un sistema de anclas corrientes y las pequeñas variaciones en altura y cabeceo son absorbidas por la columna



# Platform design for heavy seas





de cañerías y barras de perforación, las que cuentan con elementos telescópicos y rotulantes especialmente diseñados.

Estos equipos son caros. La operación del Blue Water N° 2 que está actualmente trabajando para ENAP en las costas de la zona Central Sur, le cuesta al país US\$ 30.000 diarios.

#### 4.—Equipo Jack-Up

Este equipo consiste en una plataforma que posee patas en número de 3, 4 ó 5 ó más, en algunos casos, que pueden bajar hasta el fondo del mar, apoyarse allí y levantar la plataforma por sobre el nivel de las aguas.

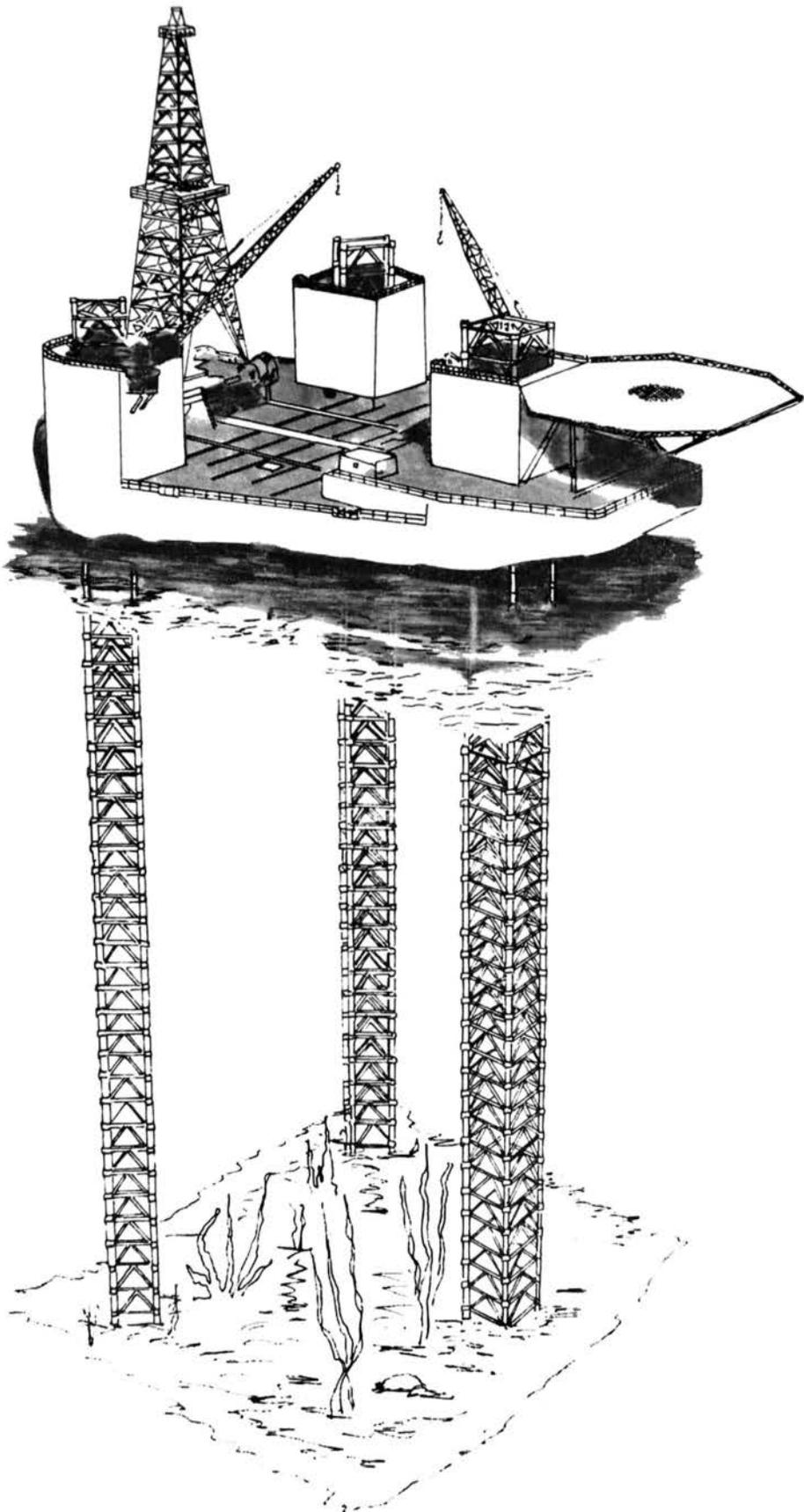
Sobre esta plataforma se instala un equipo de perforaciones con todos sus accesorios; grúas adecuadas para mane-

jar el material necesario y acomodaciones para el personal de operación y mantenimiento.

El equipo trabaja sobre una plataforma auxiliar que se instala bajo la ventana que queda bajo la torre de perforación y sobre esa estructura se instalarán los elementos del pozo y posteriormente el equipo de producción.

El costo de estos equipos fluctúa entre 5 a 10 millones de dólares y la operación significa unos 15.000 a 20.000 dólares diarios.

Este tipo es el que se ha seleccionado para operar en el Estrecho porque permitirá encubrir un 80% del área sin problemas y porque tanto sus costos de operación como la inversión inicial son relativamente bajos si se compara con otros.



### 5.—Drilling Ship: o barco perforador

Como lo indica su nombre es un barco con un equipo de perforación en él. De largo alcance, ha sido diseñado como equipo de Exploraciones.

Su costo es elevadísimo y no se justifica en desarrollo de áreas como la nuestra.

Mostraremos brevemente en qué consiste la técnica de perforación que permitirá barrer el área a explorar desde las plataformas de perforación, sin necesidad de instalar el equipo en cada punto a perforar.

Una vez descubierto un yacimiento no podremos obtener el total de petróleo de la formación petrolífera, aunque aquel haya atravesado todo su espesor, sino en un tiempo muy largo y solamente en casos de condiciones de continuidad de espesores y permeabilidad favorables de la formación productiva.

Además, con el pozo descubridor, en general sólo conocemos antecedentes de ese pozo en particular. Para obtener buenos datos sobre la potencialidad del nuevo yacimiento se necesitan pozos estratégicos a distancias variables del pozo descubridor en forma de que en un lapso relativamente corto se cubra la superficie total de la estructura. Estos pozos nos permitirán hacer un cálculo muy aproximado del total del petróleo y gas confinado en el nuevo yacimiento.

El distanciamiento dependerá de las características propias de la formación productora y su contenido.

En lo que respecta a distribución de pozos, la malla triangular es la más común en la actualidad, pues las áreas de superposición se reducen a un mínimo.

Para producción de petróleo trabajamos generalmente con espaciamientos del orden de 350 a 500 m. y para producción de gas entre 1.000 y 2.000 m.

Cuando los objetivos no son accesibles mediante perforación vertical se recurre a la perforación direccional y es ésta la que tendrá uso preferencial en la campaña de desarrollo mediante plataforma marina, ya que el transporte y posicionamiento son faenas lentas y debe aprovecharse cada ubicación para hacer el máximo de pozos que permita la plataforma (del orden de 6).

El método de desviación utilizado desde 1959 a 1967 se basaba en el uso de un guía trépano o "wipstock".

Con él se perforaron alrededor de 116 pozos con riesgo de pérdida de pozos del orden de 15% (Fig. 1).

En 1968 se cambió este sistema de cuña por uno de motor hidráulico (Dyna-Drill) actualmente utilizado.

Este motor acciona al trépano sin rotación de la columna de perforación. El cambio de dirección producido depende principalmente de los siguientes factores: diámetro externo del Dyna Drill, ángulo del sustituto desviador y diámetro del pozo (Fig. 2).

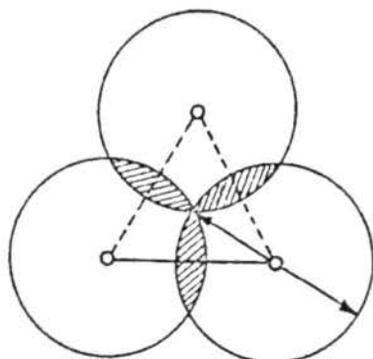
La figura N° 3 detalla el instrumento de control de dirección y ángulo de la desviación.

Con este sistema de perforación direccional ya se han sobrepasado los 70 pozos.

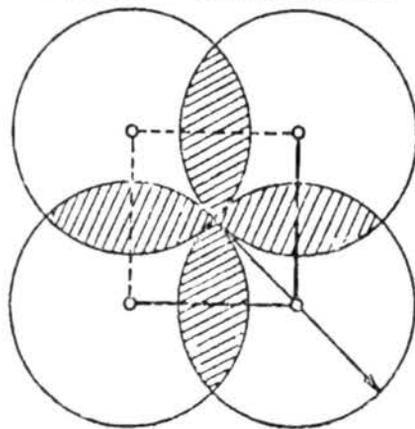
La máxima desviación de la vertical con que se ha trabajado hasta la fecha alcanza a 72° (Pozo Daniel Este 60-A).

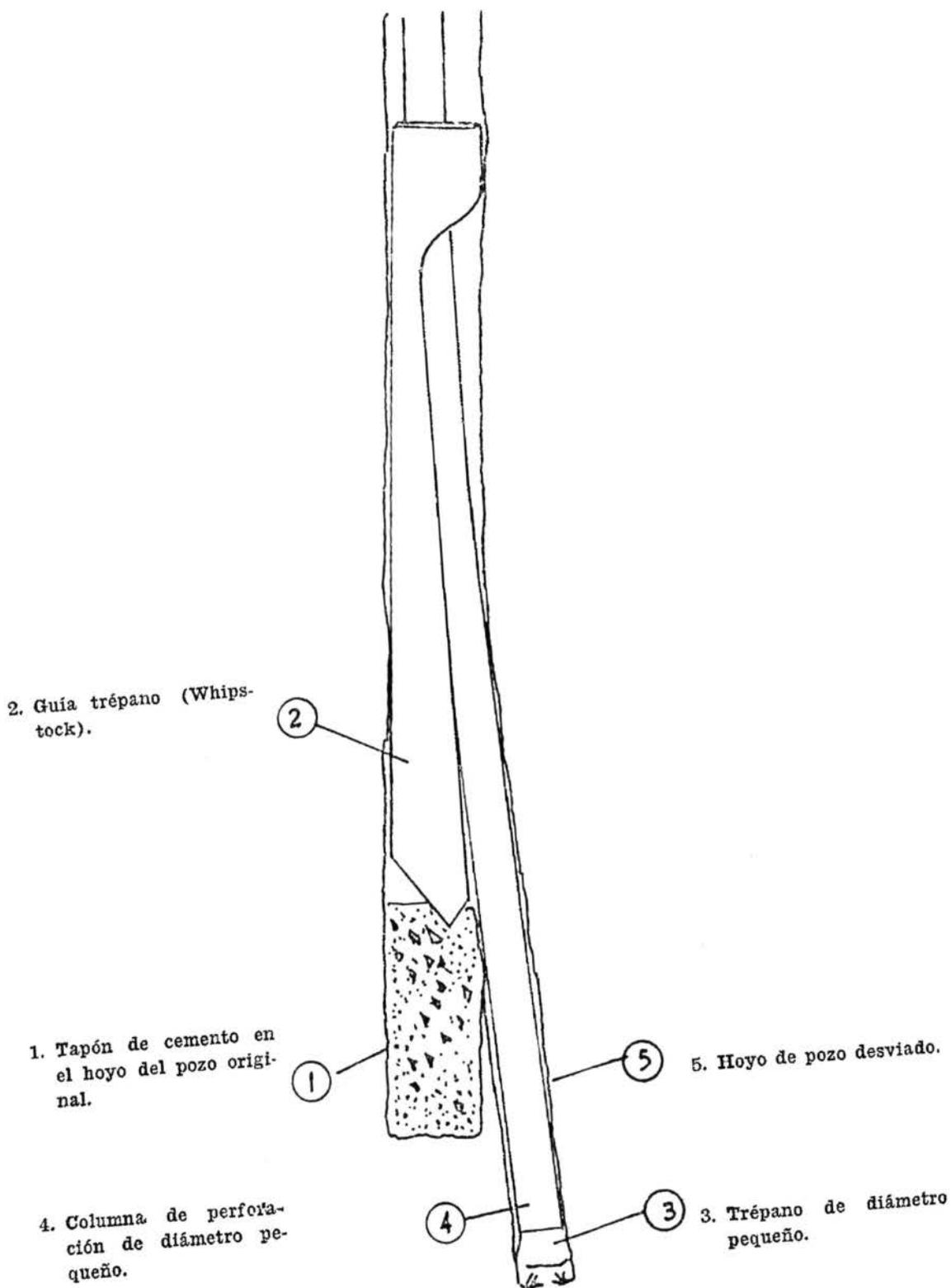
Conviene hacer resaltar que ENAP posee un equipo de muy buen nivel téc-

MALLA TRIANGULAR



MALLA RECTANGULAR





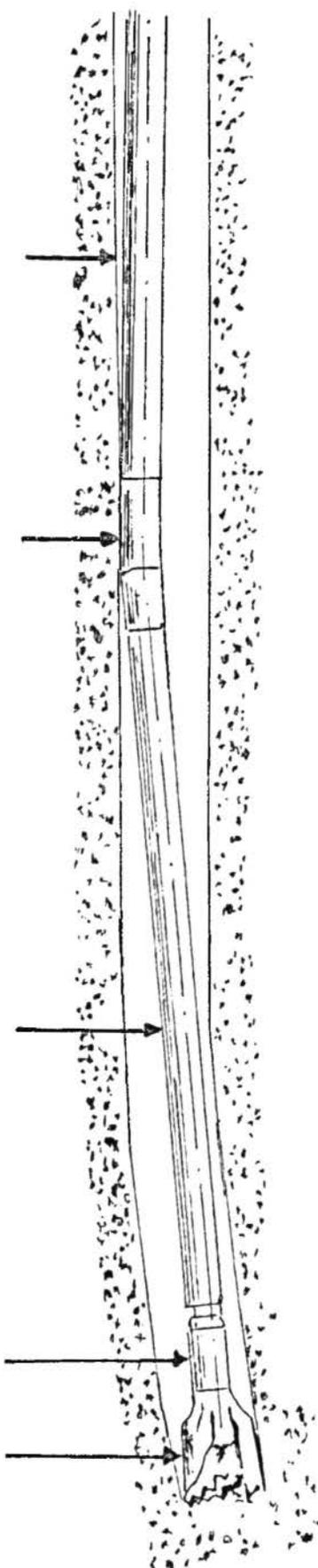
Moneles  
antimagnéticos

Sustituto  
desviador

Dyna Drill

Sustituto  
rotatorio

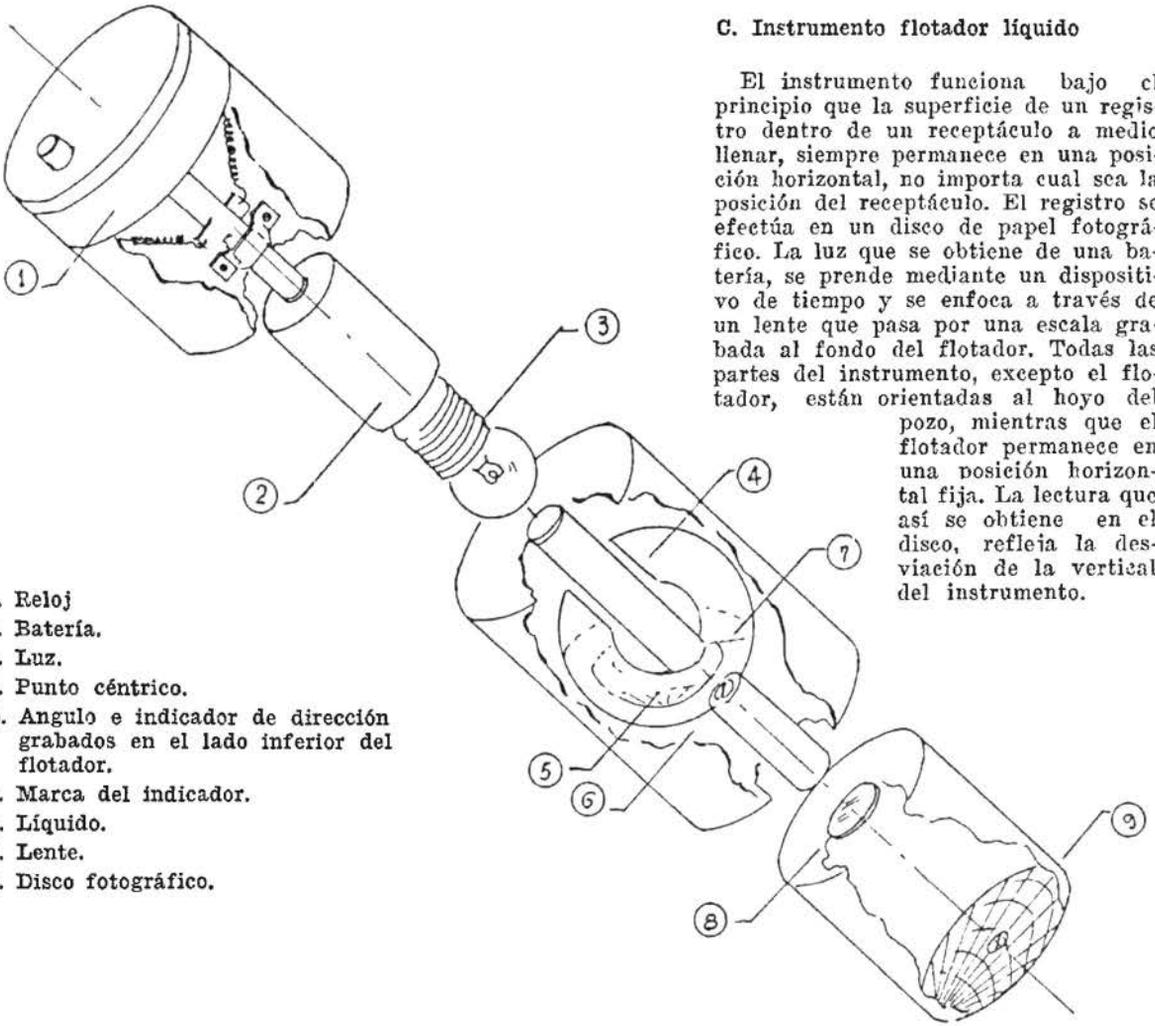
Trépano de  
diámetro completo



C. Instrumento flotador líquido

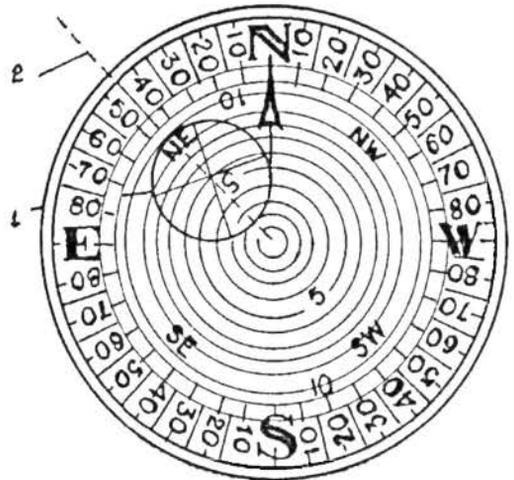
El instrumento funciona bajo el principio que la superficie de un registro dentro de un receptáculo a medio llenar, siempre permanece en una posición horizontal, no importa cual sea la posición del receptáculo. El registro se efectúa en un disco de papel fotográfico. La luz que se obtiene de una batería, se prende mediante un dispositivo de tiempo y se enfoca a través de un lente que pasa por una escala grabada al fondo del flotador. Todas las partes del instrumento, excepto el flotador, están orientadas al hoyo del

pozo, mientras que el flotador permanece en una posición horizontal fija. La lectura que así se obtiene en el disco, refleja la desviación de la vertical del instrumento.



- 1. Reloj
- 2. Batería.
- 3. Luz.
- 4. Punto céntrico.
- 5. Angulo e indicador de dirección grabados en el lado inferior del flotador.
- 6. Marca del indicador.
- 7. Líquido.
- 8. Lente.
- 9. Disco fotográfico.

- 1. Imagen del anillo de retículo apoyado en forma de péndulo en el instrumento.
- 2. La dirección de la desviación se evidencia dibujando la línea desde el centro a través del retículo a la escala de lectura, en el margen del disco.



nico para afrontar estas tareas y que son frecuentes las visitas de profesionales argentinos, de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) para adquirir experiencia en la materia.

Hemos indicado las razones que influyen en la elección del equipo de perforación marina adecuado al Estrecho de Magallanes.

Mostraremos ahora cuáles son las etapas que contempla este proyecto.

#### 1.—Compra Equipo Jack-up:

ENAP mantiene conversaciones con una firma francesa para adquirir un equipo tipo Jack-up llamado Ile de France que estaría disponible a principios del próximo año. La inversión total entre equipo y transporte a Magallanes significa 9.000.000 de dólares.

2.—Si tal compra se concreta de inmediato habrá que adquirir las primeras plataformas de producción y rentar los barcos de apoyo necesarios.

Con esto podrá iniciarse el programa.

#### 3.—Construcción de 2º Equipo Jack-up.

Existen ofertas de las firmas OFF-SHORE de Norteamérica y Technipgaz de Francia por Ingeniería de diseño y Construcción de un equipo Jack-up. Este equipo sería construido en Chile y debería empezarse la construcción en 1973.

Se estima en 24 meses la construcción y su costo sería de unos 6 millones de dólares. Gran parte de esta inversión será en escudos, como lo muestra el cuadro Calendario de Inversiones.

4.—Inmediatamente de iniciada la perforación deberá empezar la construcción de las plataformas de producción ya que en cada plataforma se podrán perforar unos 6 pozos y un equipo podría perforar hasta 24 por año.

Cada plataforma, dependiendo de la profundidad, representará una inversión promedio de 150.000 dólares de los cuales una buena parte es en escudos.

Se estima que se necesitarán unas 6 plataformas anuales a la partida y el doble número cuando entre el 2º equipo a perforar.

#### 5.—Construcción de barcos de apoyo

La operación de una plataforma de perforación necesita suministros: materiales, agua y movimientos de personal. Para ello es necesario contar con los barcos de apoyo. Por lo menos serán necesarios 2, de 200 a 500 tons. de carga y 1 de transporte de personal.

Inicialmente serán arrendados; pero en un programa a largo plazo convendrá construirlos en el país.

Se estima en 1.500.000 dólares la construcción de estos barcos de los cuales un 70% podrá ser en moneda nacional.

#### 6.—Construcción de un equipo de servicio de pozos.

Un pozo productor necesita periódicamente de intervención para corregir problemas o poner nuevas zonas en producción. Para lograrlo será necesario contar con un equipo tipo Jack-up similar a la plataforma de perforación, pero de menor capacidad.

Se estima en unos US\$ 4.000.000 el costo de tal equipo, con un 80% de la inversión en moneda nacional.

#### 7.—Construcción de un 3er. equipo Jack-up.

Para poder cumplir con el programa señalado anteriormente, en términos de obtención de crudo, será necesario perforar un total de 500 pozos. Sólo podría lograrse esto en un plazo razonable si se incorpora un tercer equipo a construir inmediatamente después de finalizado el primero y que empiece a operar en 1978.

Las cifras dadas anteriormente son igualmente válidas para este 3er. equipo.

#### 8.—Construcción de instalaciones de producción y ductos submarinos.

Se hará necesaria para la obtención y transporte del petróleo obtenido hasta tierra, la construcción

de instalaciones de producción y ductos submarinos que representará un gran volumen de trabajo de calderería, soldadura y acero.

De 3 a 4 millones de dólares equivalentes será necesario invertir anualmente en estas instalaciones, inversión que representará trabajo permanente para gran cantidad de personas para toda la vida de este proyecto.

Para terminar deseamos manifestar que un proyecto de esta naturaleza, atractivo desde el punto de vista económico y apasionante desde el punto de vista técnico, necesita de la participación de la expe-

riencia y capacidad que posee en alguna medida la Armada de Chile y que ENAP se honrará enormemente de poder formar equipo con ella, para el ataque conjunto de esta empresa.

Saldo resultante de esta tarea será: una infraestructura básica de nivel naval que será necesario construir; maestranza, patio de construcciones; plataforma de lanzamiento, muelles, etc. y una experiencia tecnológica de extraordinario valor. En suma, el proyecto en global representa una oportunidad extraordinariamente importante que no debemos ni podemos desperdiciar.

---

★