

COMISION NACIONAL DE INVESTIGACION
CIENTIFICA Y TECNOLOGICA (CONICYT)
Canadá 308, Casilla 297-V
Santiago, Chile.

0012

SEMINARIO SOBRE LOS RECURSOS ENERGETICOS DE CHILE

Santiago de Chile, 16-19 Abril 1974

"ABASTECIMIENTO ECONOMICO DE LA DEMANDA
DE DERIVADOS DEL PETROLEO"

René Olivares Gutiérrez
Empresa Nacional del Petróleo



Santiago de Chile 1974

RESUMEN

El objetivo es dar a conocer en forma breve el - proceso de optimización económica para abastecer la demanda de los combustibles. Se explican los componentes del sistema actual, las variables en juego, el objetivo económico, - el significado de la optimización y su proceso de implemen- tación actual en ENAP. De la explicación se desprende la - complejidad del sistema en el cual intervienen muchas variables aleatorias, y cuya optimización económica con criterio social permite que la demanda de los combustibles que el -- país requiere sea abastecida en forma segura, económica y eficiente.-

La Empresa Nacional del Petróleo (ENAP), creada- por Ley Nº 9618 del 19 de Junio de 1950, es el organismo es- tatal cuya responsabilidad y función básica es el abasteci- miento nacional de los combustibles líquidos y gaseosos. Para cumplir tal función, explora, perfora y hace producir -- los yacimientos de petróleo crudo y de gas dentro de todo - el territorio nacional; construye y opera Plantas Refinado- ras que producen los productos terminados que abastecen la demanda nacional; impulsa y construye terminales de almace- namiento de productos y oleoductos; participa directa e in- directamente en la distribución, transporte y comercializa- ción de estos productos; planifica el desarrollo futuro de

todo este complejo sistema y programa la utilización óptima de todos los recursos con un objeto de beneficio nacional.

El abastecimiento de la demanda de los productos derivados del petróleo y del gas no es una labor aislada, - ya que en ella está implícita el sistema a nivel nacional - comenzando desde la producción local del petróleo crudo o - del gas, el transporte de esta materia prima a las Plantas Refinadoras o de Proceso, la complementación con el petró - leo crudo o materias primas de origen extranjero, las Plan - tas que procesan petróleo o materia prima y elaboran los -- productos terminados que cumpliendo especificaciones inter - nacionales se destinarán al consumo, el transporte por vía marítima, oleoductos y terrestre de los productos a los cen - tros de consumo, la importación de productos para suplir -- los déficits de la producción con respecto a la demanda, la distribución, comercialización y entrega final a los usua - rios y, agregado a todo lo anterior, un subsistema pulmón - formado por estanques de almacenamiento que cumplen funcio - nes operativas y de seguridad en el abastecimiento de la de - manda, de acuerdo a ciertas políticas prefijadas.

Si además se impone como premisa que el abasteci - miento de esta demanda debe realizarse con un objetivo de - optimización económica, el sistema se complica con el agre -

gado de parámetros de orden económico y utilización para su resolución de herramientas y métodos de alta sofisticación-matemática y computacional.

El alto valor absoluto de las cifras económicas-en juego, con un alto porcentaje de moneda extranjera, justifica totalmente esta optimización económica y obliga a -- que ella no sólo sea necesaria sino imprescindible, en la - gestión de abastecimiento de la demanda de combustibles.

1.- SISTEMA ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO NACIONAL

La producción de los combustibles es responsabilidad de ENAP, para lo cual cuenta con Plantas Refinadoras-en Concón y Concepción además de las Plantas de gasolina y de producción de gases licuados en Magallanes.

Las Refinerías de Concón y Concepción tienen en conjunto una capacidad máxima de refinación de petróleo crudo de 6.900 miles de m³ por año, con una producción máxima-en volumen de productos netos para entregar a la demanda, igual a un 95% de la capacidad de refinación.

Las Plantas de gasolina en Magallanes abastecen-su propio consumo zonal (a excepción de la gasolina de alto octanaje y de los productos de aviación). La Planta de gas licuado refrigerado, con una capacidad de producción de 220

mil toneladas de producto final por año, entrega gas licuado para abastecer el consumo del país que no alcanza a ser producido en las Refinerías de Concón y Concepción, destinándose los excedentes a la exportación.

El país produce unos 1.800 miles de m^3 de petróleo crudo anual (1974), cifra que por envejecimiento natural de los yacimientos declinará en los próximos años, y podrá recuperarse al nivel de los 2.000 miles de m^3 en forma estable por unos próximos 10 a 15 años, a partir de la producción adicional de los yacimientos bajo el Estrecho de Magallanes.

La diferencia entre la capacidad máxima instalada operable o programada de las Refinerías y la producción de crudo nacional neto a proceso, es suplementada por crudo importado.

Para 1974 la necesidad de crudo importado es del orden de los 4.600 miles de m^3 . Esta cantidad subirá a -- 5.100 miles de m^3 anuales y se mantendrá estable entre 1975 y 1978 inclusives. En 1979-1980 deberá entrar en operación una ampliación de la actual Refinería de Concón y entonces las cantidades de crudo importado subirán de acuerdo a la programación económica para abastecer la demanda, contando con la utilización de esta mayor capacidad.

Como contrapartida, el Proyecto del Gas Natural-Licuado, con una Planta de Licuefacción en Magallanes y de gasificación y distribución en Tocopilla y Quintero, reemplazará consumos actuales de combustibles líquidos, en especial Petróleo Combustible Nº 6, y hará disminuir las necesidades de petróleo crudo importado en 2.500 miles de m³ por año.

Los productos terminados producidos en las Refinerías son suplementados por importados cuando la producción nacional no alcanza a abastecer la demanda. Excepto casos de fuerza mayor no previsibles, en que el sistema no queda sujeto a control, esta importación de productos terminados es consecuencia de la programación económica del abastecimiento y porcentualmente es pequeña con referencia al volumen total de los combustibles consumidos.

El transporte marítimo del petróleo crudo nacional y del gas licuado, entre Magallanes y los terminales marítimos correspondientes, es realizado por ENAP mediante -- contratos de transporte con terceros.

Los combustibles terminados son entregados al usuario por dos vías: ENAP y las compañías distribuidoras.

ENAP participa en el 25% de la comercialización directa del total de los combustibles a través de la venta-

a pocos consumidores de gran volumen. Este porcentaje está constituido en un 90% por Petróleo Combustible.

Las Compañías distribuidoras comercializan el 75% del mercado total incluida la distribución del gas licuado.

El gran consumo está concentrado en la zona comprendida entre las provincias de Aconcagua, Valparaíso, Santiago, O'Higgins, Curicó y Talca. Esta zona consume aproximadamente el 60% del gas licuado, el 55% de productos limpios (gasolinas, Kerosenes, diesels) y el 35% de los Petróleos Combustibles.

Los terminales de almacenamiento y distribución más importantes, son los que se indican a continuación:

<u>TERMINAL</u>	<u>PRODUCTOS</u>	<u>TIPO</u>	<u>PROPIEDAD</u>
Arica	Limpios y sucios	Marítimo	Cías.Dist.
Iquique	Limpios y sucios	Marítimo	Cías.Dist.
Tocopilla	Diesel y sucios	Marítimo	Cías.Cobre
Antofagasta	Limpios y sucios	Marítimo	Cías.Dist.
Antofagasta	Gas licuado	Marítimo	ENAP
Barquito	Diesel y sucios	Marítimo	Cías.Cobre
Caldera	Limpios	Marítimo	Cías.Dist.
Taltal,			
Calderilla y	Diesel	Marítimo	Cías.Dist.
Guacolda			
Guayacán	Limpios	Marítimo	Cías.Dist.

Salinas	Limpios y sucios	Marítimo	Cías.Dist.
Maipú	Limpios	Interior	Cías.Dist.
Maipú	Limpios y gas lic.	Interior	ENAP
S.Fernando	Limpios	Interior	Cías.Dist.
S.Fernando	Limpios y gas lic.	Interior	ENAP
Linares	Limpios	Interior	Cías.Dist.*
Chillán	Limpios	Interior	Cías.Dist.*
S.Vicente	Limpios y sucios	Marítimo	Cías.Dist.
Puerto Montt	Limpios	Marítimo	Cías.Dist.
Rauco	Limpios	Marítimo	Cías.Dist.
Chacabuco	Limpios	Marítimo	Cías.Dist.
Punta Arenas	Limpios	Marítimo	Cías.Dist.

(*) Copec

Notas: - Existen otros terminales interiores menores en Los Angeles, Lautaro y Temuco. (Cías. Dist.)

- No se mencionan los almacenamientos en las Refinerías ni en Magallanes-ENAP.

Sobre un total aproximado de 900.000 m³ de capacidad útil de almacenamiento de productos terminados, incluído el gas licuado y excluído el almacenamiento interior de las Refinerías y de ENAP-Magallanes, ENAP es dueña y opera el 40% de este total y las compañías distribuidoras y los terceros el 60% restante.

Todos estos terminales son alimentados por :

- a) oleoductos (Salinas, Maipú, S.Fernando, Linares, Chillán, San Vicente)
- b) barcos (los terminales marítimos)
- c) ferrocarril (Los Angeles, Lautaro, Temuco)

En cifras de 1974, los oleoductos transportarán unos 3.000 miles de m^3 de productos; los buques tanques, unos 1.500 miles de m^3 y por ferrocarril, unos 150 mil m^3 .

Los oleoductos son operados por la Sociedad Nacional de Oleoductos (SONACOL), en la cual participa ENAP en un 26%, los terminales marítimos de las compañías distribuidoras son alimentados por barcos contratados por ellas, de acuerdo a pautas del Ministerio de Minería.

2.- COMPONENTES DE LA OPTIMIZACION ECONOMICA DEL ABASTECIMIENTO.

Los componentes fundamentales que intervienen en la optimización económica del abastecimiento de combustibles, son los siguientes:

- 2.1 Proyección de la demanda
- 2.2 Selección y asignación de petróleo crudo a las Refinerías
- 2.3 Costo del transporte
- 2.4 Detección de "cuellos de botella"
- 2.5 Políticas de optimización
- 2.6 Control del Sistema

En síntesis, cada uno de estos componentes consisten en :

2.1 Proyección de la demanda

A corto, mediano y largo plazo se analizan los consumos por productos, zonas y terminales hasta llegar a ci -
fras que toman en consideración:

- a) estadística de los consumos
- b) planes de ampliación de los consumidores importan-
tes y fácilmente individualizados. Planes de sus
estimaciones y de operación para el corto plazo.
- c) correlaciones (distribución y políticas del parque
automotriz en el caso de la gasolina motor)
- d) elasticidad-precio de la demanda de algunos productos
(gasolina motor-kerosene)
- e) otros factores

Para el corto plazo (menos de año) se estima la demanda por meses, y para el mediano y largo plazo, la proyección es anual.

Para este análisis de proyección, se utilizan en -
ENAP diferentes herramientas constituidas por modelos mate-
máticos que se implementan en computador y que son diferen-
tes según el plazo considerado y el producto. Las cifras -
obtenidas de estos modelos son solamente base para el análisis
posterior, en el cual un factor fundamental es la expe-
riencia de los analistas.

La proyección de la demanda pasa a constituir un dato o premisa fundamental para la programación de la producción y por ende, del abastecimiento, y para la planificación de nuevas inversiones que permitan seguir abasteciendo con seguridad y económicamente esta demanda.

2.2 Selección y asignación de petróleo crudo a las Refinerías

Para un cierto período de tiempo, para una capacidad operativa máxima disponible en las Refinerías en ese período de tiempo, para una demanda por satisfacer, la programación de la producción está directamente relacionada con:

- a) cantidad y calidad de los petróleos crudos disponibles
- b) precios de estos petróleos crudos (CIF)
- c) márgenes de operación en las Plantas
- d) stocks disponibles de crudo y de productos terminales
- e) precios equivalentes de importación de los productos (precios de oportunidad) y valores netos unitarios que obtiene ENAP por su venta interna (análisis privado)
- f) objetivo de la optimización.

En nuestro país el petróleo crudo nacional se destina exclusivamente a servir de materia prima en las Refinerías de Concón y Concepción. Solamente por excepción y en cantidades no significativas se ha vendido al exterior, cargamento de este crudo.

Ya hemos explicado que porcentualmente el crudo nacional es minoritario en la necesidad de refinación anual -- (28% en 1974). El mayor porcentaje es crudo importado adquirido por propuestas privadas que dieron origen a Contratos a cinco años plazo y que vencen a fines del presente año.

El crudo importado, de diferentes proveedores, da margen a selección de calidades y de volumen. Cada calidad lleva implícita rendimientos distintos de productos en especificación, y precios también diferentes acorde a esta calidad.

Este margen de elección de calidades, que en definitiva da origen a mezclas distintas de materia prima para satisfacer una demanda, fue previamente analizada de acuerdo a la misma filosofía de optimización económica que se utiliza posteriormente a la programación de la producción.

Las Refinerías no poseen iguales rendimientos en algunos productos, no disponen igualitariamente de medios de recepción de barcos de igual tonelaje, lo cual significa cos

tos distintos en la recepción del crudo, y con mayor importancia en el caso del crudo nacional, su ubicación geográfica es un factor a considerar.

Si el objetivo de la optimización es minimizar el egreso de divisas para nuestro país, como ocurre en definitiva en la selección y asignación del crudo a las Refinerías; de las infinitas soluciones factibles, por el uso de un modelo en Programación lineal, se llega a soluciones económicamente óptimas.

Según sea el análisis a afectar, se utilizan diversas variantes del modelo básico con el objeto de conseguir rapidez en las respuestas que servirán posteriormente en la decisión final.

El modelo básico está expresado en una matriz de alrededor de 800 columnas y 250 filas que contienen matemáticamente todas las restricciones de los recursos y en especial, la simulación del trabajo de las diferentes unidades de proceso, componentes de cada Refinería.

La selección y asignación optimizada económicamente de los crudos, lleva implícita la producción de cada Refinería y la total del país. Como diferencia con la demanda proyectada, resultan las importaciones de los productos.

El modelo en sí mismo una herramienta de análisis muy poderosa, permitiendo resolver los siguientes problemas que en definitiva inciden en el abastecimiento de la demanda:

- a) selección de petróleo crudo
- b) análisis económicos por cambio de asignación de crudos a las Refinerías y por desviaciones del óptimo en la producción
- c) programación de la producción
- d) visión anticipada de acciones a adoptar en un futuro cercano y que requieren de un tiempo mínimo de decisión e implementación, lo que se traduce en seguridad en el abastecimiento
- e) ubicación óptima de los paros de mantención de las Plantas
- f) efecto de la producción y demanda en las variaciones de los stocks de productos

2.3 Costo del Transporte

El costo o valor económico del total de los medios de transporte utilizados, debe también minimizarse a través de herramientas de análisis especiales.

El control del programa óptimo de transporte es fundamental, ya que cualquiera desviación de él puede in-

cidir en los programas de producción de las Refinerías con un efecto económico de pérdida muy alto.

El sistema de transporte puede dividirse en dos sectores:

a) aquel que mueve volúmenes importantes entre estanques de dimensiones o capacidades grandes. En general, este transporte corresponde al movimiento de productos por oleoductos que abastecen terminales de gran capacidad (Maipú, San Fernando, Linares) y el efectuado por vía marítima, por buques tanques o gaseros entre las refinerías y los terminales marítimos existentes.

b) aquel que mueve volúmenes menores, principalmente por camiones y/o ferrocarril sacando productos de estanques más pequeños netamente operativos y entregándolos a muchos usuarios individuales.

Sin que la denominación refleje prioridades ni desigual importancia en el sistema, ENAP denomina al primer sector "Abastecimiento Primario", y al segundo "Distribución Secundaria".

Es el sector del "Abastecimiento Primario" el que exige una mayor optimización económica, por la directa incidencia de él en el trabajo de las Refinerías, por el monto de las inversiones en juego y por la planificación de

su desarrollo globalmente a nivel nacional.

Por tal motivo, la programación de la producción de las Plantas para satisfacer económicamente la demanda de combustibles, es analizada además en conjunto con una programación optimizada de este "Abastecimiento Primario".

2.4 Detección de "Cuello de botella"

El análisis económico del abastecimiento de la demanda no puede ser muchas veces optimizado por problemas que se solucionan con nuevas inversiones.

En este caso, hay que distinguir entre inversiones operativas de menor valor relativo y cuyo período de implementación es a corto plazo, de aquellas inversiones de alto monto que modifican substancialmente el sistema y los recursos disponibles.

Entre estas últimas inversiones destacan las Ampliaciones o construcciones de nuevas Refinerías que aumentan la capacidad de producción de los combustibles.

El análisis es una evaluación económica de proyectos que se encadena en el tiempo con un horizonte previamente fijado. La función objetivo sigue siendo la minimización del egreso de divisas a nivel nacional, incorporando las proyecciones de la demanda, precios de crudo y produc -

tos proyectados a futuro, costos de operación del sistema - ampliado, ubicación de las Plantas (costos de transportes), selección de procesos, etc.

La modificación de la estructura de los medios de transporte, nuevos oleoductos, capacidades distintas de barcos tanques o gaseros, y en especial el análisis de la - ampliación de la capacidad de almacenamiento de productos , son análisis que conducen a decisiones que influyen directamente en el abastecimiento, en su seguridad y en su optimización económica.

Para estos análisis, ENAP ha desarrollado modelos matemáticos que incluyen la metodología de la Programación lineal, Dinámica y Entera.

2.5 Políticas de Optimización

En el fondo, ya se han enunciado con anterioridad; sin embargo, conviene recalcar que ellas no son sino la búsqueda de la optimización del costo social.

Cabe agregar aquellas políticas relacionadas con la mentención de stocks de productos que además de la - componente operativa incluya aspectos de seguridad local, - nacional y de regulación de la variación estacional en la - demanda de algunos productos (gas licuado, kerosene doméstico, gasolinas motor).

2.6 Control del Sistema

La programación de la producción, la selección y asignación de petróleos crudos, el abastecimiento -- primario, deben ser objetos de revisiones y controles periódicos dependiendo del plazo de reacción de las decisiones. En especial debe controlarse las siguientes variables: consumo de los combustibles, precios de crudos y productos, -- disponibilidad de la capacidad operativa de las Plantas, -- modificación en la estructura del transporte, etc. En definitiva, este control se refleja claramente en las variaciones de los stocks de los productos terminados en los almacenamientos de las Refinerías y estanques del sistema de Abas--tecimiento Primario.

El control debe ser efectivo en la medida que permita con anterioridad a los hechos adoptar las medidas -- correctivas que correspondan

3.- SIGNIFICADO ECONOMICO DE LA OPTIMIZACION

En períodos anuales, la optimización económica de la selección de petróleos crudos y su asignación, dando como resultado la programación de la producción de combustibles y las necesidades de importación de productos para abastecer económicamente la demanda, se realiza sobre --

funciones objetivo que en moneda extranjera ascienden en 1974 a sobre los 500 millones de dólares.

La experiencia ha indicado que en esta materia es fácil obtener con la aplicación de métodos de optimización como los empleados en la actualidad, beneficios o ahorros netos equivalentes al 5% de esta suma, es decir, unos 25 millones de dólares anuales. Esta altísima suma en moneda extranjera es aproximadamente equivalente a unos 200 mil m³ de gasolina motor a precio internacional, que a su vez, equivale a cerca del 40% del consumo anual 1974 de todos los automóviles particulares.

La optimización del sistema de transporte que componen el "Abastecimiento Primario conduce en forma directa a ahorros del orden de los 2 a 3 millones de dólares anuales, pero indirectamente su influencia en la desviación del óptimo del programa de producción, puede ser mucho mayor.

Es por este último aspecto que es necesario que la optimización y control del sistema productivo y del Abastecimiento Primario, esté centralizado en un sólo organismo.

Marginalmente, los análisis y programas optimizados anteriores son base para obtener beneficios adicionales.

nales en una planificación de nuevas inversiones relacionadas con el abastecimiento de la demanda de combustibles.

4.- IMPLEMENTACION DE LA OPTIMIZACION DEL ABASTECIMIENTO

La programación de la producción está centralizada y es responsabilidad de ENAP, el análisis de optimización del Abastecimiento Primario es hecho en conjunto con el anterior y se refleja en recomendaciones al Ministerio de Minería. En el caso del gas licuado, la implementación total es realizada por ENAP.

Se programa a corto, mediano y largo plazo. La programación básica es la anual que constituye una meta de la Organización, y es revisada semestralmente.

El programa anual básico, acordado con anticipación de 6 meses al período siguiente de 12, permite a los grupos responsables de la producción, operación y comercialización, adoptar las medidas tendientes a objeto de abastecer la demanda en forma económica y segura.

Los grupos operativos emiten a su vez la programación a corto plazo, mes a mes, con dos meses adicionales a futuro. La meta es siempre la programación básica.

Es necesario una amplia comunicación e información entre los grupos operativos y el responsable de la programación básica, a objeto de controlar su marcha, recti

ficar a futuro las variables y recomendar rectificaciones.

El grupo Asesor, responsable de la programación anual realiza además la programación a mediano y largo plazo (1 a 5 y 10 años), detecta los "Cuellos de botella" del conjunto y aconseja a través de estudios previos, el desarrollo del sistema que en definitiva permita abastecer económicamente la demanda de los combustibles.-