



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

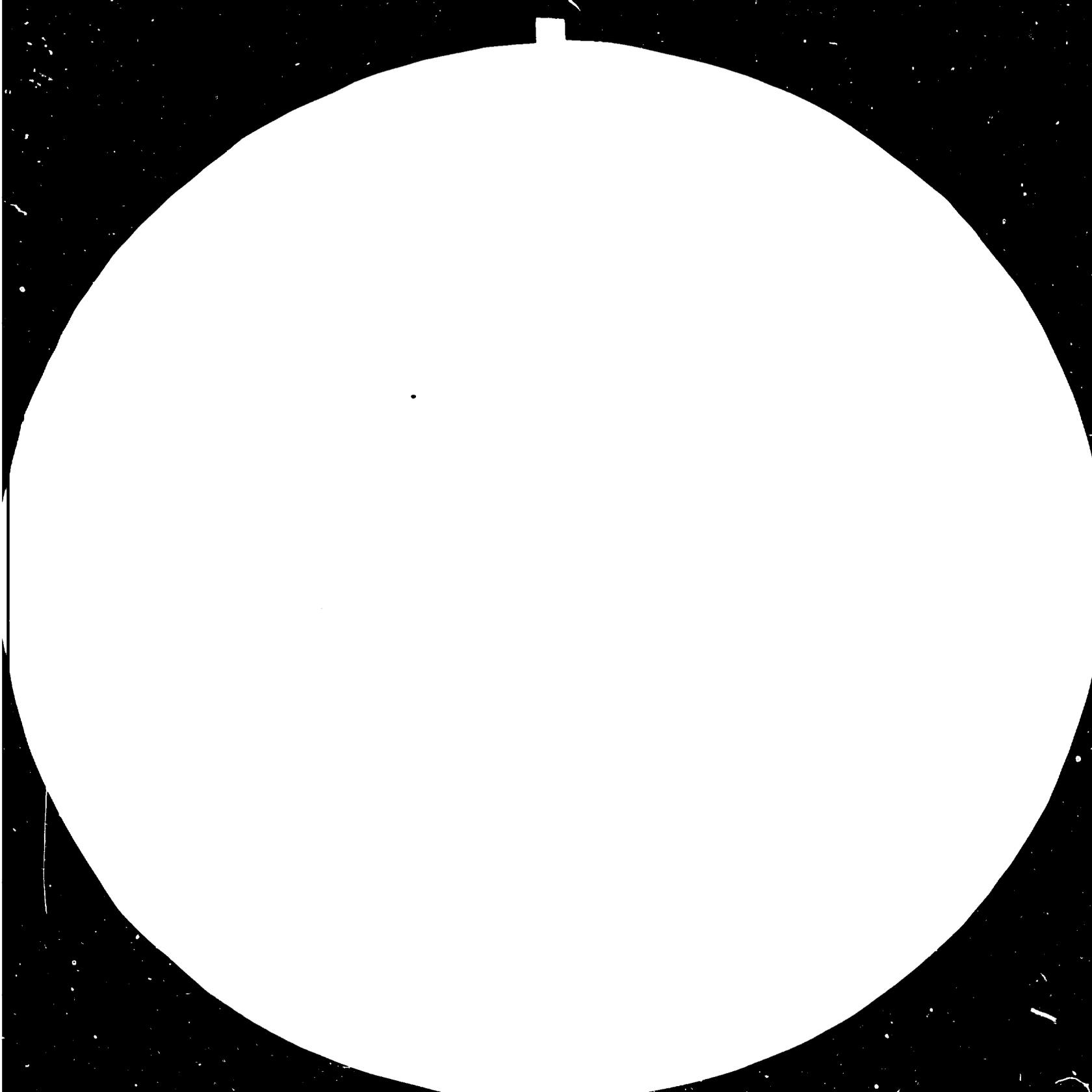
## FAIR USE POLICY

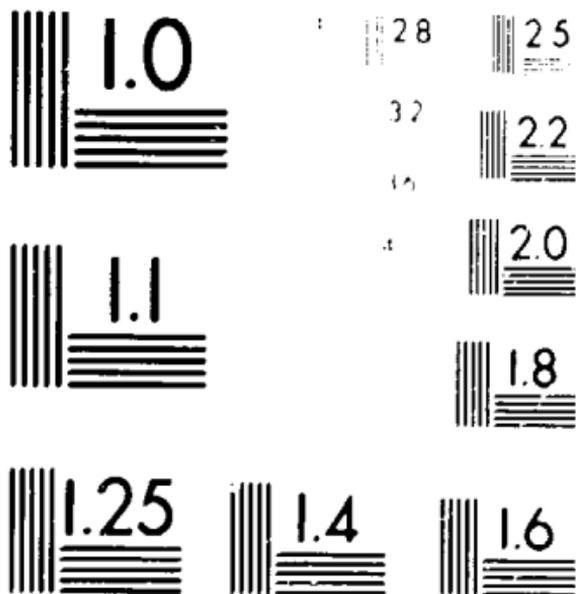
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART  
 NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-  
 STANDARD REFERENCE MATERIAL NUMBER  
 1963-A-10 (USG TEST CHART NO. 1010)



12987 - S



Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Distr. LIMITADA

ID/WG.406/1

17 octubre 1983

ESPAÑOL

Original: INGLÉS

Cuarta Consulta sobre la Industria  
de los Fertilizantes  
Nueva Delhi, India, 23 - 27 enero 1984

COSTOS DE INVERSION Y PRODUCCION  
DE LOS FERTILIZANTES\*

preparado por

William F. Sheldrick  
Asesor de Fertilizantes del Departamento  
de Industrias del Banco Mundial

1300

\* Este documento fue presentado a la Comisión de Fertilizantes de la FAO en su octavo período de sesiones, Roma - enero de 1983.

Las opiniones que el autor expresa en este documento no reflejan necesariamente las de la secretaría de la ONUDI.

El presente documento no ha pasado por los servicios de edición de la secretaría de la ONUDI.

2- FRAS!  
INDIC

	<u>Páginas</u>
I. RESUMEN Y CONCLUSIONES	1
II. INTRODUCCION Y BASE PARA LA ESTIMACION DE LOS COSTOS	4
III. FABRICACION DE UREA	8
Cuadro 1: Estimación de los costos de inversión y producción de urea	13
IV. EXTRACCION Y BENEFICIO DE LOS FOSFATOS MINERALES	14
Cuadro 2: Estimación de los costos de inversión y producción de fosfatos minerales	19
V. FABRICACION DE FERTILIZANTES FOSFATADOS	20
A. <u>Fertilizantes a base de ácido fosfórico</u>	20
Cuadro 3: Estimación de los costos de inversión y producción de ácido fosfórico	28
Cuadro 4: Estimación de los costos de inversión y producción de superfosfato triple granulado	29
Cuadro 5: Estimación de los costos de inversión y producción de fosfato diamónico	30
B. <u>Fertilizantes de Nitrofosfato</u>	32
Cuadro 6: Estimación de los costos de inversión y producción de nitrofosfato y nitrato amónico	36
VI. EXTRACCION Y BENEFICIO DE POTASA	38
Cuadro 7: Estimación de los costos de inversión y producción de potasa	42

## COSTOS DE INVERSIÓN Y PRODUCCIÓN DE LOS FERTILIZANTES

### I. RESUMEN Y CONCLUSIONES

1. Este estudio es el cuarto de una serie sobre costos de los fertilizantes que prepara el Banco Mundial para la Comisión de Fertilizantes de la FAO. Los anteriores ponían al día los datos sobre costos de inversión de los principales fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos, particularmente los que constituyen la base del mercado de exportación, y examinaban el caso especial de la fabricación de superfosfatos. En este cuarto estudio se ha ampliado la gama, incluyendo los nitrofosfatos. Se han revisado y puesto al día los costos de inversión y producción de las principales materias fertilizantes, tomando en cuenta la inflación existente en los diferentes países y la variación de las equivalencias internacionales de moneda hasta mediados de 1982. También se han tomado en cuenta con mayor detalle los efectos y costos de la energía usada.

2. Los dos factores que en mayor medida determinan el costo de los fertilizantes, el costo de la materia prima y el del capital invertido, varían mucho de un sitio a otro, por lo que es importante tener en cuenta el emplazamiento al hacer las proyecciones de costos y precios de los fertilizantes. En algunos la materia prima es barata, ventaja que puede quedar contrarrestada por un elevado costo del capital y por un bajo índice de explotación si la fábrica se construye en algún lugar apartado.

3. Se han calculado los costos para toda una serie de condiciones y para diferentes materias primas, con el fin de apreciar mejor cómo influye cada factor sobre el costo de los fertilizantes y poder hacer proyecciones más realistas del precio futuro de los fertilizantes. Dado que el precio de las materias primas y el de los fertilizantes suelen fluctuar considerablemente, el objeto perseguido fue "delimitar los costos" de forma que sea fácil evaluar cuáles serían los costos de inversión y de producción en cualquier situación. Para las comparaciones se ha utilizado el "precio de realización", es decir, el que justificaría nuevas inversiones en una hipotética situación, y se han hecho los cálculos correspondientes a tres variables (costo de la materia prima, índice de explotación y cargo de capital). No obstante, el "precio de realización" tal como se ha usado en este estudio es esencialmente un costo total que no siempre refleja los futuros precios de exportación de los fertilizantes, los cuales dependen de otras muchas variables que no se toman en cuenta en este estudio.

#### El emplazamiento y el costo de la inversión

4. Se han hecho tres hipótesis diferentes en este estudio para representar una amplia gama de emplazamientos posibles. La primera, un lugar en que exista toda la infraestructura necesaria. Normalmente estaría en un país adelantado, pero también podría estar en un país en desarrollo que cuente ya con una industria avanzada de fertilizantes. La segunda hipótesis sería un lugar que disponga de algunas instalaciones, pero en que habría que proveer cierta infraestructura; la tercera hipótesis es un lugar apartado sin infraestructura de ningún género. Estas dos últimas se presentarían probablemente en un país en desarrollo. En relación con la potasa sólo se ha estudiado el Canadá, ya que son escasas las probabilidades de tener que instalar fábricas nuevas fuera del Canadá o de la U.R.S.S.

#### Cargos de capital e índices de explotación

5. Con el fin de evaluar y comparar las distintas hipótesis se ha hecho un cargo por concepto de capital que cubre el rendimiento de la inversión, pago de intereses, etc. Una serie de cuadros muestra cómo varía el precio de realización en función del cargo de capital y del índice de explotación.

#### Costo de la materia prima

6. En el caso de los fertilizantes y, sobre todo de los fosfatos, el costo de la materia prima a su entrada a la fábrica varía considerablemente de acuerdo con su naturaleza, con los fletes, etc. Aunque se han tomado algunas cifras como típicas, ha sido más que nada para exponer la metodología; será preciso reajustar los datos en cada caso concreto. Este reajuste se hace mediante los cuadros correspondientes que, en el caso de los fertilizantes nitrogenados, ponen en relación el precio de realización con el del gas y, en el caso de los fosfatados, con los precios del azufre y del fosfato natural.

#### Fertilizantes nitrogenados

7. El estudio muestra que, en la producción de urea, el costo de la energía y los relacionados con el capital son igualmente importantes, y que todos los demás son relativamente pequeños. Hasta hace poco los países desarrollados gozaban de las ventajas representadas por energía barata y bajo costo del capital, pero esa ventaja está desapareciendo al elevarse en ellos el precio del gas natural, acercándose al de la energía equivalente en petróleo combustible y al abaratare la construcción y facilitarse la explotación de fábricas en países en desarrollo. No cabe la menor duda de que la subida del precio de la energía favorecerá finalmente a los países en que el gas natural sea barato.

#### Fertilizantes fosfatados

8. El costo de la materia prima es mucho más importante que el del capital, al contrario de lo que ocurre con los fertilizantes nitrogenados, y puede llegar a veces al 70 por ciento del precio de realización. Dado que la materia prima se encuentra mucho más concentrada en determinados lugares que en el caso del gas y los fertilizantes nitrogenados, tienen ventaja los productos de fosfatos naturales tanto por lo que hace a su venta como materia prima, como para la producción local de fertilizantes fosfatados. Por consiguiente las nuevas fábricas de fertilizantes fosfatados y, sobre todo las destinadas a la exportación, se construirán probablemente cerca de los yacimientos que es donde el fosfato cuesta menos, o bien cerca de alguna fuente barata de azufre o de ácido sulfúrico.

#### Fertilizantes nitrofosfatados

9. La fabricación de fertilizantes nitrofosfatados no requiere azufre, lo cual es cada día más conveniente. A esta gran ventaja hay que oponer un mayor costo de la inversión y, cuando se importa el fosfato natural, fletes más elevados. La superioridad del nitrofosfato dependerá mucho en cada caso concreto del costo del azufre y de los fletes, así como del tipo de fertilizantes y del abono compuesto que haga falta. El estudio contiene datos comparados del costo del nitrofosfato y de los procedimientos que pueden usarse en su lugar.

Fosfatos minerales

10. La elevada cuantía del capital y de los gastos conexos, especialmente para instalaciones de infraestructura son el principal elemento componente del costo de producción del fosfato natural, sobre todo en los países en desarrollo. El precio de realización del fosfato natural varía mucho de un lugar a otro. De todos modos, el precio de éste ha bajado menos que el de los fertilizantes fosfatados y, en algunos sitios, el precio de exportación es todavía suficientemente alto como para atraer nuevos capitales. Así ocurre particularmente donde el costo de los fletes a los principales mercados en expansión es relativamente bajo.

Potasa

11. Los precios futuros dependerán del costo de producción de la potasa en el Canadá y la U.R.S.S., el cual depende sobre todo de la inversión y del transporte y, en el caso del Canadá, también de los impuestos. No parece que haya dificultades para adquirir mineral potásico, sobre todo en el Canadá.

12. Teniendo en cuenta la relación existente entre el costo de la materia prima y del capital y el emplazamiento más probable de nuevas fábricas, opinamos que la erección de fábricas en nuevos emplazamientos sólo estará justificada si los precios de realización están comprendidos entre los siguientes límites:

Escala de precios de realización\*  
dólares de mediados de 1982 por  
tonelada métrica

Urea (ensacada)	260-290
Acido fosfórico (como 100% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	425-450
Superfosfato triple (a granel) <sup>5</sup>	200-220
Fosfato diamónico (a granel)	300-320
Fosfato mineral (70 BPL)**	38-48
Potasa (FOB Vancouver)	120-130

\* Sin que aumente el costo real de la energía; todo aumento afectaría los costos futuros de producción.

\*\* Bone Phosphate Lime. N. del T.

Básicamente esos precios de realización representan el nivel de los precios de exportación que bastarían para atraer capital, restándose a productores situados más favorablemente, que en general serán los que puedan ampliar fábricas existentes o los que gocen de ventajas significativas en el costo de la materia prima.

13. Esta situación prevalecerá mientras no haya dificultades para satisfacer la creciente demanda de fertilizantes de esas fuentes baratas. No obstante, en el caso de que la demanda sobrepase a la capacidad de fabricación de estos lugares, los precios subirán, con lo que podrán entrar en el mercado quienes tengan costos de producción más elevados. En esta situación los precios de exportación quedarían determinados por el costo total o el precio de realización de los productores marginales. Así ocurriría en particular en el caso de los fertilizantes fosfatados, en que es limitado el número de emplazamientos explotados que tienen ventaja por lo que hace a materia prima y en que la demanda pudiera exigir la entrada en el mercado de otros productores más caros.

14. En términos generales, el precio de los fertilizantes ha bajado considerablemente este último par de años, de modo que la mayoría de los precios reales se encuentra muy por debajo del promedio de los precios vigentes en los últimos veinte o más años. Para que se justifiquen nuevas inversiones tendrán que subir mucho en la mayoría de los casos.

## II. INTRODUCCION Y BASE PARA LA ESTIMACION DE LOS COSTOS

15. Los costos de inversión y producción de fertilizantes varían mucho en función del emplazamiento, del costo de la materia prima, de la carga financiera, etc. por lo que es sumamente difícil representarlos de una manera sencilla y generalizada, que podría inducir a error. Además, muchos estudios del costo de los fertilizantes no toman en cuenta la medida en que la necesidad de infraestructura, y su costo, influyen sobre el costo de los fertilizantes, sobre todo en los países en desarrollo. En el pasado algunos importantes estudios calcularon los costos de producción de los fertilizantes únicamente sobre la base de la estimación proporcionada por empresas constructoras del costo de la sola unidad de producción. Cabe decir que, si bien ese procedimiento puede ser preferible desde el punto de vista del productor que desea evaluar un programa de expansión en emplazamientos que ya se encuentren en explotación, conviene darse cuenta de que a la larga y cumulativamente, el costo de producción de los fertilizantes tiene que incluir el costo de la infraestructura conexas y el del capital de explotación.

16. Otro factor que ejerce considerable influencia en los costos de inversión y producción de fertilizantes, es el volumen de la operación. La mayor parte de las veces el costo de producción disminuye a medida que aumenta la escala, pero a condición de no limitar los cálculos solamente al costo de la fábrica; hay que incluir la totalidad de la inversión, comprendida la infraestructura. A veces el costo del equipo es del 40 por ciento, o menos, del total invertido; ocasionalmente, para mayor flexibilidad y seguridad es preferible hacer dos fábricas grandes en lugar de una sola muy grande, aunque sean mayores en aquel caso tanto la inversión como los costos de explotación.

17. El índice de explotación es otro importantísimo factor -tal vez el más importante- en el cálculo de los costos de producción. En muchos grandes complejos de fabricación de fertilizantes la partida de gastos fijos es la de mayor consideración, de modo que cuando aumenta por ineficiencias en la explotación, en seguida contrarresta las ventajas que pudiera haber en el costo de la materia prima. Aunque casi todos los análisis de proyectos de fabricación de fertilizantes parten del supuesto de que la fábrica sea utilizada en un 90 por ciento, la experiencia indica que en muchos países en desarrollo es difícil lograr porcentajes tan elevados de aprovechamiento, sobre todo en los primeros años de funcionamiento. Los cálculos del costo de la inversión deben tomar en cuenta la necesidad de suficiente ayuda técnica y administrativa para que la fábrica pueda empezar a trabajar eficazmente, alcanzando el porcentaje de aprovechamiento proyectado en un plazo aceptable.

18. Al comparar los costos de producción en diferentes emplazamientos, es preciso tener en cuenta que muchos de los factores de que depende el costo son dinámicos, por lo que los valores usados en la comparación tal vez cambien durante el período de explotación. Por ejemplo, aunque una fábrica situada en un país en desarrollo tenga un bajo porcentaje de aprovechamiento durante sus primeros años por inexperiencia del personal y falta de servicios auxiliares, lo normal es que estas circunstancias mejoren con el tiempo; la experiencia reciente es que muchas fábricas

de países en desarrollo que tuvieron malos comienzos, están ahora alcanzando índices de explotación comparables a los logrados en países desarrollados. Parece también probable que, en el curso del período de explotación, cambie el valor relativo de alguna materia prima o fuente de energía. Por ejemplo, estos últimos años el cambio considerable que ha experimentado el costo de la energía ha afectado mucho el costo de producción de los fertilizantes nitrogenados.

19. Por consiguiente, es importante que, en la presentación de los datos referentes al costo de los fertilizantes, se vea con facilidad tanto el efecto de los principales factores como el de su variación. El objeto de este informe es calcular tanto los costos de capital, como los de explotación de una manufactura de fertilizantes en condiciones diversas. A pesar de que se ha hecho uso de los mejores datos disponibles sobre costos absolutos, dado que éstos cambian continuamente por culpa de la inflación y por otras causas, se ha puesto especial cuidado en mantener la debida relación de costos. Además, se proporciona información adicional sobre el efecto de los distintos parámetros, con el fin de que sea posible interpolar los datos correspondiente a situaciones concretas.

20. Las cifras referentes a costos de inversión que se presentaron a la Comisión de Fertilizantes en los estudios que precedieron a éste, se basaron en análisis detallados de proyectos del Banco Mundial y en los precios y costos que prevalecían a mediados de 1980. A mediados de 1982 el Departamento de Industria del Banco Mundial hizo una nueva determinación de datos básicos, motivada por lo mucho que había variado internacionalmente el valor relativo de las diferentes monedas y por la necesidad de poner al día los datos referentes a costos de producción de los fertilizantes. Se discutieron el nivel y la tendencia de los costos con varias grandes empresas constructoras de diferentes países. Además, se revisaron los costos de inversión y explotación de varios importantes proyectos de nuevas fábricas de fertilizantes nitrogenados y fosfatados. Se consiguió nueva información sobre el procedimiento de fabricación de nitrofosfatos y, por primera vez en esta serie, se presentan ahora costos de inversión y explotación referentes al mismo.

21. Los costos del equipo varían mucho, por supuesto, según su origen, el deseo de conseguir el pedido y, a veces, la ayuda oficial, de modo que es difícil determinar con precisión lo que cuesta una fábrica basándose en unas cuantas listas detalladas de equipo, sobre todo teniendo en cuenta que los datos no siempre aparecen en forma fácil de comparar. Se meditó cuidadosamente la mejor manera de llegar al monto total de la inversión que, en ocasiones anteriores se había alcanzado agregando el costo de los principales elementos componentes, calculados para emplazamientos de diferentes tipos. En este estudio se han determinado los costos sumando los de la unidad de producción a los de todo lo que se necesite de fuera y a los de la infraestructura, todo ello en emplazamientos diversos.

22. Al comparar los costos de muchos proyectos, se observa que incluso en los referentes a fábricas análogas, e iguales índices de producción, puede ser muy diferente el monto de la inversión según el emplazamiento, el alcance del proyecto, etc. Con el fin de agrupar los proyectos en tres categorías principales supondremos que en general todos se realizarán en uno de los siguientes tipos de emplazamiento:

- a) Un lugar con infraestructura. En estos casos, existirán la mayoría de las instalaciones permanentes, como carreteras, puertos, ferrocarriles, las propias de una población civil capaces de aportar obreros para construir y trabajar en la fábrica, escuelas, hospitales, etc. En muchos casos se podrá obtener la maquinaria en el propio país y algunas veces será posible proceder a su manutención con medios locales. En este estudio aludimos a estas condiciones como propias de un país desarrollado.
- b) Un lugar con alguna infraestructura. En estos casos existirán algunas instalaciones civiles y afines a los fertilizantes que faciliten la realización del proyecto, aunque no en la misma medida que en el caso (a). Habrá en el propio país mano de obra para construir la fábrica, así como parte del material. Serán limitados los servicios especializados. Países típicos de esta categoría son Indonesia, Brasil, India, Pakistán, etc. En lo sucesivo se alude a estas condiciones como propias de un país en desarrollo.
- c) Un lugar apartado sin infraestructura. Los hay así en algunos países del Medio Oriente o Africa. En este caso no habrá ninguna instalación útil y el costo del proyecto deberá incluir el de construcción de carreteras, puertos, ferrocarriles, edificaciones civiles, etc. Habrá que importar todo el equipo. También será preciso traer de fuera la mayoría del personal necesario para construir y hacer funcionar la fábrica. Tampoco habrá infraestructura técnica auxiliar. Lo denominaremos: país en desarrollo, lugar apartado.

23. Se especifican estas categorías con el fin de que sean usadas básicamente como guía. Por ejemplo algunos proyectos que se llevan a cabo en países en desarrollo que dispongan de buena infraestructura por lo que hace a fertilizantes encajarían en la categoría (a), como India y Brasil. Análogamente pudieran haber fábricas situadas en lugares apartados de países desarrollados que exijan abundante y costosa nueva infraestructura, como por ejemplo Australia. En otros casos se pensará que una determinada situación queda entre dos categorías.

24. En el caso (c) es importante recordar que, si bien el costo de una primera fábrica será elevado por incluir el de la infraestructura inicial, el costo de instalaciones sucesivas será muy inferior. En casos como el de la Arabia Saudita, la existencia de complejos industriales que reparten el costo de la infraestructura entre varias fábricas diferentes, algunas de ellas de fertilizantes, permite reducir el costo de la inversión. Algunos emplazamientos que anteriormente hubieran sido clasificados como "apartados", en la categoría (c) tal vez encajen ahora mejor en la categoría (b) por tener ya cierta infraestructura.

25. Todos los costos de inversión se refieren a fábricas en emplazamientos nuevos y están calculados sobre la base de los precios que prevalecían a mediados de 1982. Hemos calculado los precios medios de realización que darían utilidades aceptables para una fábrica cuya construcción se contratara en 1982 y empezara a funcionar tres o cuatro años más tarde. Incluyen como elemento componente del costo un cargo por concepto de gastos de inversión que abarca partidas como pago del interés de los préstamos y rendimiento de la inversión, el cual permite, además, simplificar los cálculos. En vista de que este estudio no se extiende al plan de financiación, ni al flujo de fondos, no hemos incluido los intereses durante el período de construcción en la cifra total del dinero que se necesita.

Necesidades energéticas de la producción de fertilizantes químicos

26. Se han estudiado detalladamente las necesidades energéticas de fábricas nuevas con el fin de evaluar con precisión el efecto que el costo de la energía ejerce sobre el futuro costo de producción del fertilizante. Gran parte de la información publicada a este respecto tiene su origen en datos comunicados por empresas constructoras, calculados a partir de las necesidades de la sola unidad de producción cuando la explotación se hace en condiciones de equilibrio, las cuales suelen ser muy inferiores a las reales, ya que en estos casos hay que tomar en cuenta el costo de la infraestructura de explotación, así como el de condiciones transitorias de explotación, como las existentes al empezar o al dejar de funcionar o durante los períodos de avería.

27. The Fertilizer Institute (T.F.I.) de los Estados Unidos llevó a cabo en 1980 una utilísima encuesta entre sus miembros 1/ que proporcionó la siguiente información sobre necesidades energéticas de la fabricación de fertilizantes. Con el fin de hacerlos comparables con otros datos que figuran en el estudio, hemos convertido los referentes a la mencionada encuesta a toneladas métricas del producto.

Necesidades Medias por Tonelada Métrica del Producto - Miles de BTU 2/

	Nitrógeno (Urea con 46% de N) <u>a/</u>	Fosfato (Superfosfato triple con 46% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) <u>b/</u>	Potasa (Cloruro potásico con 60% de K <sub>2</sub> O) <u>c/</u>
Gas natural	30 552	920	1 356
Electricidad	2 334	2 600	1 063
Aceite Pesado	26	730	1
Vapor, importación	6 152	360	-
<b>Total</b>	<u>39 064</u> -----	<u>4 610</u> -----	<u>2 420</u> -----

a/ Fábricas a base de amoníaco con compresores centrífugos.

b/ Energía total calculada incluyendo la necesaria para tratar el fosfato natural y la recuperada al fabricar ácido sulfúrico.

c/ Extracción mediante pozo.

28. Todos los resultados se han expresado por su equivalente en combustible; la energía eléctrica, la mecánica y la del vapor de agua se expresan mediante la cantidad de combustible necesaria para su generación. Se ha dado por supuesto que todo proyecto nuevo de cierta importancia empleará un sistema integral de energía que, en la medida económicamente factible, incorpore todos los artificios válidos para ahorrar energía. Los consumos de energía que se citan para cada fertilizante son los considerados razonablemente factibles y no los teóricos. En la mayoría de los casos se ha supuesto que una fábrica nueva operará mucho mejor que las fuentes de la encuesta de T.F.I., pero cuando no se dispuso de ninguna otra información se tomaron las cifras de consumo de T.F.I.

1/ Energy Use Surveys CY 1978, The Fertilizer Institute, Estados Unidos, 1980.

2/ B.T.U. British Thermal Unit.

### Precios de realización

29. Hemos calculado el precio de realización correspondiente a varios cargos de capital en la inteligencia de que en situaciones diferentes será distinto el orden del rendimiento de la inversión considerado satisfactorio. Por ejemplo, en la actualidad los países en que hay abundante energía y que poseen fondos excedentes disponibles para su inversión, tal vez acepten un rendimiento menor que el exigido por compañías comerciales de Estados Unidos o Europa. El sistema consistente en hacer una sola vez al año el cargo de gastos de capital debe ser usado con cierta prudencia ya que así no es posible tomar en cuenta los efectos de factores como las exenciones financieras, desgravaciones fiscales, plazo de ejecución del proyecto, etc. Evidentemente, para apreciar mejor la viabilidad de un proyecto es imprescindible hacer un análisis financiero más detallado por el método de actualización de flujos de fondos. De todos modos con el fin de confirmar la validez del sistema de un solo cargo de capital y compararlo con otros métodos financieros, hicimos algunos cálculos partiendo de los costos ya determinados de producción de urea en emplazamientos de los tres tipos.

30. Se han comparado los cargos de capital y las tasas de rentabilidad interna correspondientes a precios análogos de realización en la hipótesis de que, en los tres emplazamientos, se seguiría un ritmo parecido de inversión del capital, es decir, que se tardaría tres años en construir la fábrica y otros tres en llegar a un aprovechamiento del 90 por ciento. Al décimosexto año se recuperaría el capital de explotación y un 10 por ciento de la inversión inicial. La diferencia entre los respectivos cargos de capital y rentabilidades internas resultó ser relativamente pequeña, lo cual confirma que el método del cargo único de capital es una manera sencilla pero suficiente de evaluar y comparar las distintas hipótesis. En este estudio se ha dado por supuesto que, en general, el 15 por ciento es una rentabilidad satisfactoria de la inversión.

### III. FABRICACION DE UREA

#### General

31. Hasta 1979 más del 70 por ciento de la capacidad mundial de producción de amoníaco partía de gas natural, alrededor del 15 por ciento de nafta y el resto de petróleo y otras materias. La crisis energética de 1979, con sus desproporcionados aumentos de precio de la nafta dio lugar a que muchas fábricas, particularmente de Europa y el Japón, que usaban la nafta como materia prima, dejaran de ser competitivas y tuvieran que cerrar o ser adaptadas para usar gas natural. A pesar de que se piensa seriamente en utilizar carbón como materia prima para la producción de fertilizantes nitrogenados, y de que se construirán algunas fábricas basadas en técnicas perfeccionadas de gasificación del carbón, es casi seguro, sobre todo en el caso de los fertilizantes nitrogenados para el mercado de exportación, que el gas natural seguirá siendo la principal materia prima durante los próximos diez años o más. Por consiguiente, el precio de exportación de los fertilizantes nitrogenados dependerá sobre todo de lo que cueste producir amoníaco y urea en diferentes partes del mundo, partiendo de gas natural; así lo hemos dado por seguro al hacer todos los cálculos de costos de inversión y producción. Dimos también por seguro que la urea seguirá siendo el fertilizante nitrogenado "acabado" dominante en el comercio internacional y que el aumento porcentual de la capacidad mundial de producción de urea será más del triple que el de otros tipos de fertilizante nitrogenado acabado.

32. Otro factor que influye poderosamente en los costos de inversión y producción de urea es la dimensión de la fábrica. Si bien se ha construido fábricas capaces de producir hasta 2000 tpd 1/, como también fábricas de amoníaco de 1500 tpd, la combinación más frecuente sigue siendo el complejo de fábricas capaces para 1000 toneladas diarias de amoníaco y 1700 de urea, aunque cuando se precisa una cantidad más elevada de amoníaco se hace la fábrica correspondiente proporcionalmente mayor. Por ahora parece que la economía de escala lograda con fábricas mucho más grandes de amoníaco y urea, es más bien limitada; en cambio, sí conviene construir varias fábricas grandes en un mismo lugar, pues así comparten el costo de la infraestructura.

#### Emplazamiento de las fábricas

33. Se han adoptado las tres hipótesis previamente descritas, a saber, primero, un lugar con infraestructura (país desarrollado); segundo, un lugar con cierta infraestructura (país en desarrollo); y, tercero, un lugar apartado sin infraestructura (país en desarrollo - lugar apartado).

#### Monto de la inversión

34. He aquí, según nuestros cálculos el costo de un complejo de amoníaco/urea en millones de dólares de mediados de 1982:

- 1000 tpd de amoníaco y 1700 tpd de urea -

	<u>millones de dólares</u>
<u>Costo de la sola unidad de producción</u> - lugar desarrollado	140
<u>Monto total de la inversión</u>	
Lugar desarrollado	231
Límites aproximados de la inversión	200-250
Lugar en desarrollo (algunas infraestructuras)	323
Límites aproximados de la inversión	250-350
País en desarrollo (lugar apartado)	405
Límites aproximados de la inversión	350-450*

\*Este límite será más elevado si hace falta construir algún puerto o ferrocarril.

#### Costo del combustible y de la materia prima

35. El costo del gas natural, usado como combustible y como materia prima en la producción de amoníaco y urea, asume creciente importancia para determinar la economía y el emplazamiento de las futuras fábricas de fertilizantes nitrogenados. Por ejemplo, hasta hace poco el gas había sido relativamente barato en algunos países desarrollados, como los Estados Unidos y también, aunque en menor medida, en Europa, y ambas partes exportaban gran cantidad de fertilizantes nitrogenados. Según The Fertilizer Institute, en 1981 los productores estadounidenses de amoníaco pagaban todavía por término medio sólo 2,33 dólares por millón de BTU.

1/ toneladas por día.

36. Al examinar la hipótesis del emplazamiento en países desarrollados hemos partido del supuesto de que el precio del gas aumentará significativamente en los años próximos, pero que, en general, seguirá siendo inferior al precio en 1985 de la energía equivalente en petróleo. Se ha tomado como típico del límite inferior de los precios del gas un precio en 1982 de 3,0 dólares por millón de BTU. Supuestos, sin embargo, que finalmente y en particular en los emplazamientos desarrollados que importan o tendrán que importar la energía en forma de gas o de petróleo, las fábricas de fertilizante nitrogenado habrán de pagar por el gas un precio creciente hasta igualar el nivel de la energía equivalente en forma de petróleo. Por ese motivo hemos utilizado también para el gas un precio de 5,0 dólares por millón de BTU.

37. El costo de oportunidad del gas para la fabricación de amoníaco fluctuará en muchas zonas en desarrollo entre 1,0 y 2,0 dólares por millón de BTU. En algunos casos, como en particular cuando se deja arder el gas y no hay perspectivas inmediatas de aprovecharlo, el costo de oportunidad es el de canalizarlo y purificarlo, casi siempre inferior a 1,0 dólar por millón de BTU. En los sitios en que el gas se licúa para venderlo embotellado, el valor neto del producto de nuevo gasificado oscila alrededor de los 2,0 dólares por millón de BTU, según donde se encuentren el depósito y el mercado. Con ayuda del Anexo 2 es posible determinar el costo de producción de la urea según el precio del gas.

38. En una fábrica de amoníaco y urea con energía unificada se hace uso del gas como fuente única de energía en todas sus formas -eléctrica, vapor y combustible- y también como materia prima para la producción de urea. Un análisis de las fábricas existentes en 1980, a la vez que ciertas consideraciones teóricas, indica que, para las fábricas que se estaban construyendo por aquel entonces, una cifra razonable es 35 millones de BTU de gas por tonelada de urea producida.

39. La encuesta de The Fertilizer Institute indica que el promedio de la energía consumida por todas las fábricas para producir una tonelada métrica de urea es de 39 millones de BTU, el cual se acerca al de 35 millones de BTU adoptado para una fábrica nueva en 1980. En vista de que según se afirma desde entonces se han conseguido considerables ahorros de energía, en este estudio hemos dado por supuesto un consumo de energía de 32 millones de BTU por tonelada métrica de urea ensacada. Si, a pesar de eso, se considerara más apropiada la cifra de 35 millones de BTU por tonelada métrica de urea ensacada, sería necesario agregar tres dólares al costo de realización de cada tonelada de urea por cada dólar del precio del gas por millón de BTU.

#### Otros costos variables

40. El análisis de varios proyectos en países tanto desarrollados como en desarrollo, muestra que el costo total de explotación depende poco, de un emplazamiento a otro, de variables otras que el precio de la materia prima y del combustible. Los principales costos variables son el de los sacos, comprendido entre 10 y 15 dólares por tonelada de urea, según el tamaño y las especificaciones del saco. El catalizador y las sustancias químicas cuestan por término medio de dos a tres dólares

por tonelada del producto y el agua para calefacción y refrigeración suele costar menos de un dólar por tonelada. En el estudio comparativo de los costos hemos tomado siempre para "otros costos" el de 18 dólares por tonelada de urea, aun a conciencia de que en los países en desarrollo pueden ser algo más elevados que en los países desarrollados; la diferencia es insignificante. En el costo de la urea no se ha separado el de la energía eléctrica, dando por supuesto que siempre se generará sobre el terreno a base de gas; en cambio, se incluyó en el costo de la inversión el de un generador de 20 MW <sup>1/</sup>, y el del gas, en el total de gas necesario.

#### Costos fijos

##### a) Mano de obra y gastos generales

41. Tampoco estos varían mucho de un lugar a otro. El bajo costo de la mano de obra en los países en desarrollo queda en cierta medida contrarrestado por el mayor número de obreros empleados y, a veces, por el personal extranjero, que cuesta muy caro. En países como la India, el Pakistán, etc. en que hay mano de obra especializada y no especializada, su costo es bajo, pero lo es más alto en ciertos países del Medio Oriente en que la mayoría de la mano de obra procede del extranjero. En cualquier caso, la diferencia es de pocos dólares, razón por la cual se ha supuesto que los costos de mano de obra y generales son iguales en todos los casos. El costo de la mano de obra se basa en una encuesta de los costos de explotación de varias plantas que se encuentran en funcionamiento en países tanto desarrollados como en desarrollo. Hemos fijado los gastos generales -que abarcan también a los de administración y supervisión- en el 150 por ciento del costo de la mano de obra.

##### Cargos relacionados con la inversión

42. Se han tomado 12 años como vida activa de la fábrica, con depreciación del 8-1/3 por ciento. El costo anual de manutención del material se ha supuesto que es el 3 por ciento de la inversión total en la fábrica y el del seguro de 2/3 por ciento del total invertido. En algunos casos pudiera ser posible depreciar la infraestructura en períodos más largos que la propia fábrica, en particular por lo que hace a puertos e instalaciones ferroviarias. Cuando así ocurre baja hasta en 10 dólares por tonelada el costo de producir urea en un país en desarrollo y hasta en 20 dólares por tonelada el de un lugar apartado.

##### Cargos de capital

43. Se ha incluido un cargo de inversión basado en el valor total de ésta, para cubrir salidas como el interés de los préstamos, rendimiento del paquete accionario, etc.

##### Índice de explotación

44. La mayor parte de los complejos actuales de fábricas de amoníaco/urea han sido proyectados para funcionar 330 días al año. Cuando estas fábricas no trabajan a toda la capacidad proyectada los costos de producción suben muy rápidamente. Los costos fijos por unidad producida varían en proporción inversa a la tasa de producción. Por ese motivo el costo de producción de urea en fábricas situadas en los países en desarrollo, en los que es más elevado el costo del capital, resulta afectado más adversamente al reducirse el índice de explotación.

<sup>1/</sup> Megawatt.

### Costo de producción y precio de realización

45. El Cuadro 1 compara los costos de inversión y de producción de urea en las cuatro hipótesis adoptadas y en condiciones determinadas. El Anexo 1 muestra cómo influyen los gastos fijos y los índices de explotación sobre el precio de realización. En fin, el Anexo 2 ilustra cómo influye el precio del gas.

### Discusión de los resultados

46. El Cuadro 1 y los Anexos 1 y 2 muestran la importancia del efecto que ejercen las tres principales variables -costo de la materia prima, costo de inversión e índice de explotación- sobre el costo de producción y el precio de realización de la urea. Muestran también que el costo de producción de urea y el precio de realización pueden variar mucho de un lugar a otro e incluso dentro de un mismo emplazamiento, según los parámetros que se adopten, y dar un rendimiento aceptable para la inversión. Al comparar los emplazamientos se observa que la ventaja de disponer de gas natural barato en un lugar apartado queda muy pronto contrarrestada por costos más elevados de inversión y más bajos índices de explotación.

47. Hemos calculado el precio de realización correspondiente a distintos cargos por concepto de capital. En términos generales supusimos que un proyecto tendría que tener por lo menos un rendimiento interno del 15 por ciento que, como se ha visto antes, equivale muy aproximadamente a un cargo de capital del 15 por ciento en los casos estudiados.

48. Partiendo de ese supuesto, para que rinda lo suficiente un proyecto contratado en 1982 que empiece a funcionar tres o cuatro años más tarde, con un índice de explotación del 90 por ciento, el precio de realización de la urea tendría que ser de entre 260 y 290 dólares (1982). Hay que saber discernir entre los precios de realización así calculados y los futuros precios probables del fertilizante, dado que los costos de producción pueden cambiar de muchas maneras. Por ejemplo, en un emplazamiento desarrollado que tenga contratada muy ventajosamente la compra del gas -a 2,5 dólares por millón de BTU, por ejemplo- debería todavía ser posible vender urea con beneficio a 245 dólares por tonelada. En algunos países en desarrollo en que el gas es muy barato y en que se puede erigir una fábrica donde haya alguna infraestructura, un precio de realización de la urea no superior a 220 dólares por tonelada reporta utilidades. No obstante, estas situaciones tienden a ser más bien excepcionales por lo que conviene esperar en la mayor parte de los emplazamientos y, con seguridad, en los más importantes, que no estará justificada una nueva inversión más que si el precio de la urea quedara entre los 260 y los 290 dólares por tonelada. Pero para esto haría falta que el precio de la energía siguiera siendo el mismo que ahora para una fábrica que empiece a funcionar en 1985. Son precios basados en el costo de la energía en 1982. Por dos razones esa escala de precios se desplazará hacia arriba. La primera es que el precio de venta del gas a las fábricas de amoníaco tiende a acercarse al de la energía equivalente en forma de petróleo, sobre todo en los emplazamientos desarrollados que tienen que importar energía. La segunda razón es que la propia energía costará más en términos reales. Ciertamente, en alguna medida esos aumentos serán contrarrestados por una mayor eficacia en el uso que hagan de la energía las fábricas de amoníaco y urea.

**ESTIMACION DE LOS COSTOS DE INVERSION Y PRODUCCION DE UREA**  
(dólares de 1982 por tonelada métrica)

Base: : 1 650 tpd del producto ensacado  
 Capacidad aprovechada: 90%  
 Capacidad : 330 días al año  
 : 544 500 toneladas de urea al año  
 Producción : 490 050 toneladas al año

Emplazamiento	En país desarrollado	En país desarrollado	En país en desarrollo (con alguna infraestructura)	En país en desarrollo (lugar apartado)
Inversión en la fábrica (millones de dólares)	231	231	323	405
Capital de explotación (millones de dólares)	18	24	32	38
Total invertido (millones de dólares)	249	255	355	443
<u>Materia prima</u>	Gas a \$3,0/ millón BTU	Gas a \$5,0/ millón BTU	Gas a \$2,0/ millón BTU	Gas a \$1,0/ millón BTU
Gas natural (incluido el combustible y el usado para producir vapor y electricidad)	96,0	160,0	64,0	32,0
<u>Otros costos variables</u> (dólares/tonelada)	18,0	18,0	18,0	18,0
<u>Costos fijos</u> (dólares/tonelada)	<u>70,9</u>	<u>70,9</u>	<u>93,3</u>	<u>113,2</u>
<u>Costos de producción</u> (dólares por tonelada)	184,9	248,9	175,3	163,2
<u>Cargo de capital (15%)</u> (dólares por tonelada)	76,2	78,0	108,6	135,6
<u>Precio de realización</u> (dólares por tonelada) (en la fábrica)	261,1 -----	326,9 -----	283,9 -----	298,8 -----

#### IV. EXTRACCION Y BENEFICIO DE LOS FOSFATOS MINERALES

##### Generalidades

49. Hasta hace poco apenas se había publicado información alguna que analizara los costos de extracción y beneficio de los fosfatos naturales. Ahora, al cambiar las corrientes comerciales, se ha acentuado el interés y se están llevando a cabo varios estudios por cuenta de clientes importantes. Los costos de extracción son, sin embargo, muy específicos y es difícil publicar datos al respecto sin revelar información confidencial.

50. Con el fin de vencer esta dificultad hemos tenido que presentar los datos en forma de modelo general que permita al lector interpolar, según sus necesidades, los costos aproximados de inversión y producción que correspondan a situaciones particulares.

51. Para poder elaborar ese modelo de los costos fue preciso llevar a cabo un examen de la minería de fosfatos naturales en los Estados Unidos, Marruecos, Túnez, Togo, Jordania y Senegal, que son los principales proveedores de fosfatos. No se pudo disponer de datos suficientes sobre la extracción de fosfatos en la U.R.S.S., que por consiguiente, no aparece aquí como fuente de información.

##### Minería de los Fosfatos Naturales

52. El método de extracción depende de la naturaleza del depósito; aproximadamente el 80 por ciento de la producción mundial procede de yacimientos a cielo abierto y el 20 por ciento de minas subterráneas. La extracción a cielo abierto, que suele ser más económica, es la única que se practica en la Florida y se utiliza también para extraer la mitad de la producción de Marruecos, Senegal y Togo. En Marruecos, oeste de los Estados Unidos, Túnez, Jordania, Egipto y en algunos yacimientos de la U.R.S.S., las minas son subterráneas. La extracción a cielo abierto exige la preparación previa del terreno, por lo general con maquinaria pesada y el movimiento de tierras. Las operaciones de escombro y extracción se llevan a cabo conjuntamente con grandes excavadoras eléctricas. El bombeo para transporte general en forma de fango hasta la planta en que se beneficia es, a veces, una operación muy costosa.

53. En algunas minas nuevas en que es necesario mover grandes cantidades de escombros y de mena para producir cada tonelada de fosfato es preciso emplear maquinaria mayor y más cara, por lo que el costo de producción resulta más elevado.

##### Beneficio

54. Si la mena es buena y no exige decantación, el beneficio consistirá solamente en secarla y triturarla. No obstante, lo más frecuente es que haga falta decantarla para eliminar las impurezas. En algunos casos en que no es posible separar las impurezas por medios puramente físicos es preciso tratar toda o parte de la mena con reactivos y someterla a un proceso de flotación. Algunas menas tienen que ser calcinadas para reducir el carbón orgánico o romper la estructura de la apatita de modo que resulte más fácil tratarlas químicamente. La calcinación es costosa y, en general, no se recurre a ella más que si no hay otra manera de concentrar el mineral. La separación magnética es muy usada para eliminar materias que contengan hierro.

55. Los procedimientos de beneficio se vuelven más complejos y caros a medida que baja la calidad de la mena y se hace más difícil su tratamiento. No suele ser posible la separación en seco y cada vez es más frecuente tener que recurrir a la flotación. Los procesos de lavado plantean problemas de traida de aguas, de evacuación de las residuales o de recuperación, con lo que sube el monto de la inversión. Si el mineral contiene ciertas impurezas, como óxido de magnesio (MgO), se plantean graves problemas en la fabricación del ácido fosfórico, por lo que es preciso eliminarlas durante el beneficio siempre que sea posible.

#### Monto de la inversión

56. La inversión necesaria para producir fosfato natural varía entre límites muy anchos. En el caso de mena de buena calidad, fácil de beneficiar y elevada tasa de recuperación, no será preciso invertir ni siquiera 50 dólares por cada tonelada anual de producto. En cambio para una mina nueva en un lugar apartado en que haya que construir toda la infraestructura, habrá que invertir tal vez más de 200 dólares por cada tonelada anual de producto. Es frecuente que los yacimientos de fosfatos naturales se encuentren en lugares muy apartados y difíciles, que exijan construir poblados, plantas energéticas, traídas de aguas, accesos, etc.

#### Emplazamiento

57. Este suele ser el factor que en mayor medida determina la cuantía de la inversión necesaria para la extracción de fosfatos naturales, ya que la infraestructura minera en lugares apartados puede resultar muy cara. Al calcular la inversión hemos supuesto que la mina produciría tres millones de toneladas anuales y que todo el fosfato se exportaría, lo cual exigiría construir instalaciones portuarias y ferroviarias, a menos que ya existieran. Se han examinado dos tipos de mineral; uno de mena de alta calidad que requiera un mínimo de beneficio y el otro, una mena de baja calidad que haga indispensables extensas actividades de beneficio, con lo que será mayor la inversión necesaria y la producción será más costosa.

#### a) País desarrollado

58. La Florida se encuentra en esta categoría; cuenta con una minería de fosfatos naturales muy desarrollada. Con base en varios estudios recientes para proyectar nuevas fábricas, puede decirse que la inversión necesaria queda comprendida entre 50 y 65 dólares por cada tonelada anual de capacidad de producción, correspondiendo las cifras más elevadas a la parte sur de Florida y las más bajas a nuevas minas en el centro de la península. Se ha calculado que en Carolina del Norte una mina nueva con capacidad para producir tres millones de toneladas anuales costaría alrededor de 80 dólares por cada tonelada anual.

59. Marruecos también encaja en esta categoría por tener una industria muy desarrollada. Se ha calculado que, en el curso del actual programa de expansión de Marruecos, construir nuevas fábricas cuesta, en términos generales, entre 50 y 55 dólares por tonelada anual de capacidad de producción. Hemos, por consiguiente, tomado como inversión media en un emplazamiento desarrollado, una del orden de 58 dólares por cada tonelada anual de capacidad de producción, donde el mineral es de elevada calidad, y de alrededor de 62 dólares en los lugares en que el mineral sea más pobre.

b) País en desarrollo

60. En este caso será preciso construir alguna infraestructura; tal vez ampliar las instalaciones portuarias y ferroviarias. Los costos de construcción serán bastante elevados y hemos supuesto que el costo de ampliar infraestructura hasta hacerla comparable a la del emplazamiento desarrollado será de unos cien millones de dólares para una mina de tres millones de toneladas anuales. Partiendo de esas hipótesis hemos calculado que, en un lugar en desarrollo, una mina de tres millones de toneladas anuales costaría alrededor de 300 millones de dólares, es decir, cien dólares por cada tonelada anual de capacidad de producción. Para minerales de calidad inferior se supone que el costo de inversión es de 105 dólares por tonelada anual de capacidad.

c) País en desarrollo, lugar apartado

61. En este caso particular se da por supuesto que es necesario construir toda la infraestructura, incluyendo la traida de aguas. Según los proyectos que ha estudiado el Banco Mundial, el costo de la infraestructura indicada puede ser sumamente alto, sobre todo cuando la mina está muy alejada del puerto. Por ejemplo, un ferrocarril de 200 millas (322 kms) costaría 150 millones de dólares o más. Hemos adoptado la hipótesis de una infraestructura que cueste 250 millones de dólares y una mina cuyo costo total sea de 480 millones de dólares, es decir, 160 dólares por tonelada anual de capacidad de producción, que es un caso típico.

62. Las cifras resultantes como inversión necesaria son un poco más bajas que las adoptadas en estudios anteriores porque han mejorado las instalaciones de infraestructura.

Costos de extracción

63. La composición de los costos de extracción varía mucho de una mina a otra según el tipo de explotación y el procedimiento usado y también según el costo de la mano de obra en los distintos países. Por ejemplo, los costos de producción de los fosfatos de Florida y Marruecos parecen ser análogos, aunque difieren la naturaleza del mineral y los procedimientos de beneficio usados. Al construir el modelo de costos hemos procurado distribuir realísticamente los diferentes elementos del costo de producción que tendría una nueva mina.

Mano de obra y gastos generales

64. Se calcula que el costo de la mano de obra utilizada en explotación y mantenimiento, sumado a los gastos generales, será de cinco dólares por tonelada de producto.

Energía

65. Según la encuesta de The Fertilizer Institute las necesidades medias de energía de las operaciones de minería de fosfatos naturales en los Estados Unidos son las siguientes:

<u>Operación</u>	<u>Energía necesaria, en millones de BTU por tonelada métrica</u>
Extracción y saneamiento	0,29
Beneficio (decantado)	0,39
Secado del mineral	0,44

66. Florida tiene que consumir en proporción mucha más energía que otros grandes productores porque la mena es relativamente pobre y exige mucho beneficio. En los Estados Unidos el consumo medio de energía en la producción de una tonelada métrica de fosfato está comprendido entre 0,8 millones de BTU y 1,6 millones de BTU, con un promedio de 1,1 millones de BTU. En Florida la mayor parte de esa energía es eléctrica, y en Marruecos más de la mitad es aceite pesado. Puede calcularse que el costo de la energía necesaria está comprendido entre cuatro dólares por tonelada cuando la mena es rica y ocho dólares por tonelada cuando la mena es pobre.

#### Material

67. Incluye el material necesario para la explotación y la manutención, y en particular los productos químicos. Los costos oscilarán entre dos y tres dólares por tonelada. Por ejemplo las substancias para la flotación pueden constar entre uno y dos dólares por tonelada de fosfato.

#### Otros costos

68. Corresponden a manipulación y almacenamiento, laboratorio, comerciales y administración. En todos los casos se ha tomado la cifra de 3,50 dólares por tonelada de producto.

#### Transporte

69. Los precios del fosfato se cotizan y comparan siempre FOB <sup>1/</sup> por lo que el transporte de la mina al barco es a veces un elemento importante del costo. Los costos de carga y transporte citados en el modelo corresponden a los que prevalecen actualmente en los países productores.

#### Discusión de los resultados

70. Los resultados del modelo de costos figuran en el Cuadro 2, en el que se han separado los costos de producción y los cargos por concepto de capital aplicables a una serie de minas de fosfato con mineral de distintas calidades y emplazamientos diversos. En todos los cálculos hemos supuesto que el costo del fosfato enterrado forma parte de la inversión inicial. Al igual que en otros análisis de costos de fertilizantes, queda claro en este lo mucho que influye el monto de la inversión sobre el precio mínimo de realización. Incluso en el caso de mineral de alta calidad en un lugar bien desarrollado el total de la inversión puede representar un 40 por ciento del precio de realización; en un lugar apartado con mineral de gran calidad los cargos de inversión tal vez pasen del 60 por ciento del precio de realización.

71. Es, por consiguiente, cada vez más difícil que se justifique la extracción en lugares apartados que exijan costosas instalaciones de infraestructura, incluso aunque haya grandes yacimientos de mineral de gran calidad. En el futuro el costo de producción de fosfato dependerá sobre todo de la cantidad que sea necesario invertir por cada tonelada anual de capacidad de producción, de modo que los productores que ya cuentan con infraestructura, como los de Florida, Marruecos y otros países del Africa occidental y septentrional que amplíen su capacidad de producción, tendrán siempre ventaja sobre los que hagan instalaciones nuevas. Si además se toman en cuenta que en el futuro probablemente bajará la calidad del mineral disponible para su explotación por estarse agotando las reservas, todo tenderá al caso B, como indica el modelo de costos.

<sup>1/</sup> FOB - libre a bordo.

72. La mayor parte de las reservas conocidas de fosfatos se encuentran en países que ya los explotan, los cuales tienen la infraestructura y los conocimientos técnicos necesarios. Aun así, indican los cálculos que la gama de precios de realización que será preciso obtener para que se justifique hacer una nueva inversión es muy ancha, entre 30 y 50 dólares por tonelada, por ejemplo. Dado que el extremo inferior de esa gama corresponde a una situación óptima, en la que hay pocas posibilidades de incrementar la capacidad de producción, lo más probable es que sólo convenga invertir en una fábrica nueva en lugares desarrollados si el precio del mineral está comprendido entre 38 y 48 dólares por tonelada.

**ESTIMACION DE LOS COSTOS DE INVERSION Y PRODUCCION DE FOSFATOS MINERALES**  
(dólares de 1982 por tonelada métrica)

Base - 3 millones de toneladas (en seco) de producción anual  
 Mineral A - Alta calidad. Elevado rendimiento y beneficio económico  
 Mineral B - Baja calidad. Escaso rendimiento y beneficio costoso

Emplazamiento	En país desarrollado		En país en desarrollo		En país en desarrollo	
	Emplazamiento nuevo		Emplazamiento nuevo con alguna infraestructura		Emplazamiento nuevo, lugar apartado	
	A	B	A	B	A	B
Inversión en la mina (dólares/ton.añual)	58,0	62,0	100,0	105,0	160,0	167,0
Capital de explotación (dólares/ton.añual)	<u>3,0</u>	<u>4,0</u>	<u>3,0</u>	<u>4,0</u>	<u>3,0</u>	<u>4,0</u>
Total invertido (dólares/ton.añual)	61,0	66,0	103,0	109,0	163,0	171,0
<b>Gastos de explotación:</b>						
Mano de obra y gastos generales	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0
Energía (Eléctrica y combustible)	4,0	8,0	4,0	8,0	4,0	8,0
Material y productos químicos	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0
Otros gastos	<u>3,5</u>	<u>3,5</u>	<u>3,5</u>	<u>3,5</u>	<u>3,5</u>	<u>3,5</u>
Total parcial	14,5	21,5	14,5	21,5	14,5	21,5
Depreciación (5%)	<u>2,9</u>	<u>3,1</u>	<u>5,0</u>	<u>5,2</u>	<u>8,0</u>	<u>8,1</u>
Costo total de producción	17,4	24,6	19,5	26,7	22,5	29,8
Transporte y carga	<u>4,0</u>	<u>4,0</u>	<u>5,5</u>	<u>5,5</u>	<u>7,0</u>	<u>7,0</u>
Total	21,4	28,6	25,0	32,2	29,5	36,8
Cargo por capital (15%)	9,1	9,9	15,4	16,3	24,4	25,6
<b>Precio de realización:</b>						
Cargando el 15% por capital	30,5	38,5	40,4	48,5	53,9	62,4

## V. FABRICACION DE FERTILIZANTES FOSFATADOS

### A. FERTILIZANTES A BASE DE ACIDO FOSFORICO

#### Generalidades

73. El costo de producción de materias intermedias y de fertilizantes fosfatados depende sobre todo del costo de las materias primas, a saber, fosfato natural y azufre. Intervienen también significativamente en la determinación del costo de producción el capital invertido en la fábrica y el índice de aprovechamiento de ésta, sobre todo en lugares apartados de países en desarrollo en que sea indispensable incurrir en grandes gastos de infraestructura.

74. El cálculo de los costos de inversión y explotación de los fertilizantes fosfatados es más complicado que el de los nitrogenados porque, tanto el costo como la calidad del fosfato natural varía entre márgenes muy anchos y ambas variables influyen sobre el monto de la inversión y los gastos de explotación. No obstante, hemos puesto los costos de producción en forma de parámetros, lo que permite ver cómo influye cada una de las principales variables. Además, hemos examinado varios casos diferentes de producción de fertilizantes fosfatados con el fin de ilustrar cómo influye el emplazamiento sobre el costo de producción.

#### Base para comparar los costos

75. Se fabrican ácido fosfórico, superfosfato triple y fosfato amónico en muchas partes del mundo, pero últimamente se dibuja una fuerte tendencia a fabricar los productos intermedios en la mina de fosfatos o cerca de ella. Esto presenta dos ventajas principales. En primer lugar, el considerable ahorro que puede conseguirse en los fletes si se transporta un producto intermedio concentrado, en vez del fosfato natural. En segundo lugar, así se puede aprovechar mineral de menor calidad. En muchos casos se facilita también, y se abarata, la evacuación de los residuos. Un mineral relativamente mal pagado en el mercado de exportación, puede ser transformado al pie de la mina en una materia de elevado contenido, si se dispone de grandes instalaciones proyectadas especialmente para tratar una sola mena de escaso contenido. También baja el costo de operación en las fábricas de ácido fosfórico situadas cerca de las minas que usan el procedimiento de trituración húmeda. Al análisis de las fábricas recién construidas, o que se planean para los cinco años siguientes, indica que en su mayoría se encuentran junto a los yacimientos de fosfato y que promedian de 500 a 1200 toneladas por día de  $P_2O_5$ .

76. Hemos partido, por consiguiente, de las hipótesis de que el emplazamiento más probable para una nueva fábrica de ácido fosfórico será junto a un yacimiento de fosfato natural y de que, tanto por razones económicas como técnicas, su capacidad de producción será de mil toneladas por día de  $P_2O_5$ , tal vez en forma de dos líneas capaces cada una de sacar 500 toneladas diarias.<sup>2</sup> Habría que exceptuar el caso de la fábrica que importe el fosfato, pero que se encuentre en un lugar en que se disponga de ácido sulfúrico barato como subproducto de alguna fundición, o en el que haya pirita a bajo precio.

77. Hemos examinado tres casos posibles:

a) Fábrica de fertilizante fosfatado en un lugar desarrollado: Este sería el caso de las fábricas de ácido fosfórico que se construyan en Estados Unidos (Florida), Europa o Norte de África (Marruecos y Túnez), en lugares en que exista infraestructura aprovechable para la producción, almacenamiento y transporte de fertilizantes fosfatados. Se dan por supuestas la existencia de instalaciones portuarias y ferroviarias, la disponibilidad de agua dulce para los procesos de transformación y refrigeración, así como una fuente activa de energía.

b) Fábrica de fertilizante fosfatado en un lugar que cuente con alguna infraestructura: Se presupone que habrá mano de obra disponible para construir la fábrica y que existirán algunas instalaciones portuarias y ferroviarias que, sin embargo, deberán ser ampliadas para la nueva fábrica. Se da, también, por supuesto que habrá agua dulce, pero se tiene en cuenta la necesidad de más energía de la disponible.

c) Fábrica de fertilizante fosfatado en lugar apartado sin infraestructura: El caso más probable es el de una zona desértica en que habría que crear todos los medios de transporte, como ferrocarril, carretera, transbordador, puerto (o muelle). No habrá mano de obra para la construcción y también será preciso erigir todas las edificaciones civiles como viviendas, etc. El abastecimiento de agua y de energía costará bastante.

#### Inversión

78. Hemos hecho el cálculo de la inversión necesaria para una fábrica de mil toneladas diarias de ácido fosfórico y de la correspondiente fábrica de ácido sulfúrico, partiendo de los mismos supuestos que hicimos para los fertilizantes nitrogenados en países desarrollados y en desarrollo. También en este caso hemos aprovechado los cálculos de costos hechos para evaluar varios proyectos del Banco Mundial, así como información recibida de empresas industriales y constructoras. Todos estos datos fueron recibidos y puestos al día en 1982. En el caso de las fábricas de superfosfato triple, hemos supuesto que junto a la planta productora de ácido fosfórico se erige una instalación de granulación capaz para 50 toneladas por hora, de modo que la inversión necesaria para el superfosfato triple (SPT) consiste mayormente en los costos de fábrica y de algún equipo anexo y los almacenes.

79. La hipótesis incluye también una fábrica de fosfato diamónico (FDA) de 50 toneladas por hora. En general, las instalaciones de granulación de SPT pueden tratar también FDA, pero sigue siendo necesario hacer instalaciones para la reacción con el amoníaco, para el lavado y para el almacenamiento. En este caso se da por supuesto que se importará amoníaco anhidro, el cual se conservará a presión atmosférica y baja temperatura en un tanque de 15 000 toneladas.

#### Capital de explotación

80. En el caso del ácido fosfórico hemos calculado el capital de explotación suponiendo que la fábrica está cerca de la mina y tiene existencias de mineral para cuatro días, de azufre para 40 días y ácido fosfórico equivalente a las ventas de 40 días al costo. Para calcular el capital de explotación necesario para fabricar SPT se tomaron existencias de mineral para cuatro días, diez días de ácido fosfórico y SPT equivalente a las ventas de 40 días al precio de costo. Para el FDA se supuso que el capital necesario consta de existencias de ácido fosfórico para diez días, de amoníaco para 30 días y FDA equivalente a las ventas de 40 días al costo.

### Costo de la materia prima

81. Las principales materias primas usadas en la fabricación de ácido fosfórico y fertilizantes fosfatados son fosfato natural y azufre, aunque en vez del azufre es posible utilizar ácido sulfúrico obtenido aprovechando los gases residuales de fundición, o bien pirita. El costo de la materia prima representa normalmente de un 60 a un 70 por ciento del costo de producción.

### Fosfatos naturales

82. Para la mayor parte de los productores, el fosfato natural es la partida de gastos más considerable. No obstante, la calidad del fosfato es muy variada según su origen, y esas diferencias de calidad repercuten en muy gran medida sobre los costos de producción y sobre el monto del capital que será necesario invertir. Todos los fosfatos naturales contienen impurezas que estorban su aprovechamiento por la industria de los fosfatos. Por ejemplo, el hierro, el aluminio y el magnesio ocasionan una molesta formación de fangos; el fluor crea problemas en los residuos líquidos y gaseosos, el cloro provoca corrosión; los carbonatos, excesivo consumo de ácido sulfúrico y, en conjunción con materias orgánicas, formación de espuma. No sólo la composición química del mineral, sino también su estado físico, -dureza, porosidad, etc.- hacen que sea más o menos apropiado para la fabricación de ácido fosfórico.

83. Aunque los fosfatos minerales se venden en general según su contenido en  $P_2O_5$ , al evaluar el costo total del fosfato conviene tomar en cuenta también los demás factores citados. No obstante, en general sólo se exporta mineral de la más alta calidad con destino a la fabricación de ácido fosfórico y superfosfato triple y se tiene a transformar las calidades más bajas cerca de la mina. En estos casos se le atribuye menos valor, aunque por causa de la inferior calidad suele ser necesaria una mayor inversión. En el Cuadro 3 se ha supuesto que el fosfato cuesta 35 dólares por tonelada. Aunque el costo del fosfato variará mucho en las minas nuevas, hemos considerado que es un precio medio de realización típico de una mina nueva que tenga fosfato de calidad razonable y se encuentre en un emplazamiento en desarrollo, como indica el Cuadro 2. En este caso se da por supuesto que la fábrica de ácido fosfórico estará junto a la mina.

### Azufre

84. El azufre se transporta a granel fundido ó sólido, en forma de polvo o de escamas. Es una materia relativamente pura, de calidad uniforme, que no plantea grandes problemas de fabricación. Se quema para producir ácido sulfúrico, el cual se hace reaccionar después con el fosfato para obtener ácido fosfórico. Al producir ácido sulfúrico se genera calor aprovechable en la producción de vapor de agua y electricidad y su costo puede ser tomado en cuenta como crédito.

85. Al calcular los costos hemos tomado 160 dólares como precio de la tonelada de azufre en la fábrica. Ese era el precio CIF  $\frac{1}{2}$  en 1980/81 pero en 1982 bajó considerablemente por estar muy bajos los fletes y muy deprimido el mercado de los fosfatos. Puede predecirse, no obstante, que, al restablecerse el mercado, el precio del azufre se estabilizará al nivel de 1980. De todos modos, es posible reajustar los precios de realización de acuerdo con cualquier precio del azufre, usando el factor indicado en la parte inferior de los Cuadros 3, 4 y 5. La cantidad de ácido sulfúrico necesaria para tratar el fosfato varía según su composición y según la eficacia  $\frac{1}{2}$  CIF: costo, seguro y flete.

del procedimiento. En lo que sigue se ha tomado un índice de aprovechamiento del 98 por ciento para la fábrica de ácido sulfúrico y del 95 por ciento para la fábrica de ácido fosfórico a base de fosfato. El consumo exacto de ácido sulfúrico por tonelada de  $P_2O_5$  queda comprendido entre 2,4 y 3,0, según la calidad del fosfato. En este caso se ha tomado un mineral de 68/69 BPL 1/ y un consumo de 2,9 toneladas de ácido sulfúrico por tonelada de  $P_2O_5$ .

#### Amoníaco

86. El fosfato diamónico suele ser uno de los principales productos de los complejos dedicados a la fabricación de fertilizantes fosfatados, pero como no hay muchos sitios en que haya a la vez las materias primas indispensables para fabricar amoníaco y ácido fosfórico, lo más frecuente es llevar el amoníaco al emplazamiento de la fábrica de ácido fosfórico. El amoníaco se transporta como líquido anhidro y, cuando es preciso conservar más de 2 000 toneladas, se almacena en tanques refrigerados a presión atmosférica.

87. El precio del amoníaco anhidro ha variado mucho en estos últimos años; actualmente el precio medio FOB es muy bajo -muy inferior al que justificaría una nueva inversión. Probablemente aumentará hasta alcanzar un nivel duradero de equilibrio a medida que suba en términos reales el precio de la energía. Dicho nivel será mucho más alto que el actual, que no refleja el costo verdadero de la energía; ocasionalmente pasará de los 200 dólares por tonelada. El factor que aparece en la parte inferior del Cuadro 4 permite calcular el precio de realización del FDA en función de los precios del amoníaco. Al calcular los costos hemos partido de un precio del amoníaco de 200 dólares por tonelada.

88. Se ha supuesto que el índice de eficiencia del proceso de obtención del amoníaco es de 97 por ciento. Al tratar el ácido fosfórico con amoníaco una parte de  $P_2O_5$  soluble en agua se vuelve insoluble; con el fin de tomar en cuenta esta pérdida<sup>5</sup> -y otras- hemos supuesto que en el proceso de fabricación del FDA la eficiencia del  $P_2O_5$  es del 98 por ciento.

#### Otros costos variables

89. Los demás costos variables no son de consideración, ni su variación de un emplazamiento a otro, en conjunto o separadamente, -exceptuando la eliminación del yeso, de la que nos ocuparemos más adelante- afecta significativamente el costo total de producción. Las demás variables son principalmente agua, electricidad, vapor de agua y sustancias químicas.

#### Costo de la energía

#### Acido fosfórico

90. Aunque la energía necesaria en promedio por tonelada de  $P_2O_5$  en los Estados Unidos era en 1980, según la encuesta de The Fertilizer Institute, 9 millones de BTU, algunas fábricas de dicho país logran resultados mucho mejores, como demuestran las siguientes cifras del Instituto correspondientes al intercuartil inferior;

1/ BPL Bone Phosphate of Lime, denominación de una calidad de fosfato natural. N. del T.

Operación	Energía necesaria en millones de BTU por tonelada métrica de $P_2O_5$
Acido, calidad Filter	2,5
Concentración a la calidad Merchant	4,4
Energía recuperada	-5,7
Energía neta	1,2

En el cálculo de los costos se ha supuesto que el consumo de energía de una fábrica nueva no pasará de 2,0 millones de BTU, que al actual precio, en equivalente en petróleo, de 5,0 dólares por millón de BTU, da como costo de la energía 10 dólares por tonelada de  $P_2O_5$  partiendo de fosfato húmedo y azufre.

#### Superfosfato triple

91. En la producción de SPT se consume energía principalmente en forma de electricidad en las instalaciones de granulación y secado y, en forma de gas o aceite pesado para secar el producto. Según The Fertilizer Institute se necesitan alrededor de 1,6 millones de BTU por tonelada métrica de SPT con un intervalo intercuartil de 1,2 a 3,0 millones de BTU. Hemos adoptado la hipótesis de que una fábrica nueva debería poder arreglarse con 1,2 millones de BTU, equivalente a un costo energético de 6,0 dólares, un tercio de los cuales para la electricidad y el resto para el gas o el aceite pesado utilizado en el secado.

#### Fosfato diamónico

92. La fabricación de fosfato diamónico (FDA) granulado exige una cantidad de energía análoga a la necesaria para el superfosfato triple granulado (SPT), salvo que en el proceso de secado el costo de la energía es menor, dado que se puede aprovechar parte del calor generado en la reacción con el amoníaco. En la encuesta de TFI la cantidad media de energía usada para producir una tonelada métrica de FDA es 1,1 millones de BTU, la mitad en forma de electricidad y el resto como gas o aceite pesado para el secado. Hemos supuesto que el costo de la energía consumida es cinco dólares.

#### Eliminación del yeso

93. No hemos previsto ningún gasto para la eliminación del subproducto yeso (5 toneladas de  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  por tonelada de  $P_2O_5$ ). Hemos dado por supuesto que las instalaciones necesarias para deshacerse del yeso (tuberías, etc.) se pagan con cargo a la inversión. No obstante, la evacuación del yeso de las fábricas de ácido fosfórico es un problema que se está agudizando, sobre todo en los países más desarrollados, en los que ya a veces no se consigue permiso para verter yeso en los estuarios; en estos casos el costo de evacuar el yeso llega a los 20 dólares por tonelada de  $P_2O_5$ .

#### Eliminación del Flúor

94. Los efluvios de flúor están reglamentados de manera cada vez más severa en los Estados Unidos y en Europa (dos grandes zonas productoras de  $P_2O_5$ ) por lo que puede esperarse que en el porvenir afecten la economía de la producción de ácido fosfórico. En este estudio hemos supuesto que la eliminación del flúor no será causa de ningún gasto significativo adicional en la producción de ácido fosfórico.

#### Eliminación del uranio

95. En algunas fábricas de ácido fosfórico se separa una "torta amarilla" de uranio del ácido diluido antes de concentrarlo. El contenido de uranio de los fosfatos naturales varía mucho según el yacimiento y, como todavía apenas se acostumbra a recuperarlo, y no suele tener importancia económica en la producción de ácido fosfórico, no lo hemos tomado en cuenta en este cálculo de costos.

#### Costos fijos

96. Mano de obra y gastos generales: Los gastos generales y el costo de la mano de obra en la producción de ácido sulfúrico y fosfórico varían poco de un lugar a otro y también en función de la capacidad de producción de ácido fosfórico de la fábrica. En cierta medida el menor costo de la mano de obra en países en desarrollo queda compensado por el mayor número de personas empleadas y, a veces, por lo mucho que cuesta el personal extranjero. De todos modos estos costos son algo inferiores en los países en desarrollo, aunque poco.

97. Costos relacionados con la inversión: Hemos supuesto que la depreciación es lineal en 12 años. Para seguro hemos previsto 2/3 por ciento anual del capital invertido en la fábrica. Se ha previsto un 3 por ciento anual para cubrir el costo de los materiales necesarios en la manutención.

#### Cargo de capital

98. Hemos calculado los precios de realización que corresponden a distintos cargos por concepto de capital. Cubren el interés de los préstamos y un rendimiento adecuado para el capital invertido.

#### Índice de explotación

99. Las fábricas de ácido fosfórico son mucho más flexibles por lo que hace a producción que las de fertilizantes nitrogenados y, en general, toleran mayores bajadas del índice de explotación. También pueden, en general, trabajar satisfactoriamente a capacidad mayor que la proyectada, aunque sea a costa de algún sacrificio de eficiencia en el uso de la materia prima. La capacidad de producción de las fábricas de ácido fosfórico puede también variar mucho según la calidad del fosfato natural, de modo que los fabricantes tienen la posibilidad de compensar en cierta medida la debilidad del mercado utilizando mineral de peor calidad, pero más barato, y reduciendo la producción.

Comparación de los costos de inversión y producción con los precios de realización

100. El Cuadro 3 contiene datos sobre los costos del ácido fosfórico en varios emplazamientos. El Cuadro 4 resume los costos del SFT y el Cuadro 5 del FDA. Al hacer los cálculos correspondientes al SFT y al FDA supusimos en un caso que el ácido fosfórico se traslada dentro del mismo emplazamiento a una fábrica del SFT o de FDA. Al calcular el precio del ácido trasladado cargamos un 10 por ciento de la inversión en la fábrica de ácidos fosfórico y supusimos que ésta trabaja con un índice de explotación del 90 por ciento. Esto presupone que el traslado de una fábrica a otra se hace en condiciones más ventajosas que una venta de exportación. En el otro caso se partió del supuesto que el cargo por concepto de capital es del 15 por ciento. También se hizo la hipótesis en estos cálculos de que el fosfato cuesta 35 dólares por tonelada y el azufre 160 dólares por tonelada, pero como ya se indicó antes, es fácil determinar los costos de producción y los precios de realización correspondientes a otros precios del fosfato y del azufre.

Discusión de los resultados

101. El costo de producir fertilizantes fosfatados varía considerablemente de un lugar a otro en función del capital invertido y de la magnitud de la operación. El elemento de mayor y creciente consideración en el costo, es el costo de la materia prima. Hay casos en que alcanzó el 80 por ciento de los costos directos de producción y de un 60 a un 70 por ciento del precio de realización. Los fletes son también una partida de importancia, sobre todo cuando se hace necesario importar tanto el fosfato como el azufre.

102. Por todas esas razones hay una marcada tendencia a producir los fertilizantes fosfatados en complejos integrales situados cerca de la mina, con lo que bajan los costos del flete y de la explotación.

103. Con el fin de demostrar estas ventajas hemos calculado los costos totales de producción del fertilizante entregado, en un caso suponiendo la producción integrada verticalmente y, en el otro caso, suponiendo que se importa el fosfato mineral. Los resultados aparecen en la Figura 1.

104. En el caso de producción integral hemos supuesto que el mineral no necesita ser secado, lo cual unido a lo que se ahorra en gastos de carga, equivale a cinco dólares por tonelada de mineral. En números redondos puede decirse que se ahorra un 60 por ciento del total del flete importando el producto acabado en vez del mineral (en el supuesto de que en ambos casos haya que contar con el flete del azufre).

105. En la práctica es posible que se ahorre aún más de lo indicado, si se recuerda la estructura doble del precio del fosfato mineral para las fábricas nacionales y para la exportación y, también, que en la producción integral suele aprovecharse mineral de inferior calidad.

106. Si se presupone todo lo dicho para el cálculo de los costos de producción, la gama de precios de realización que más probablemente justificará inversiones futuras es la siguiente:

Acido fosfórico	425 a 450 dólares por tonelada
Superfosfato triple	200 a 220 dólares por tonelada
Fosfato diamónico	300 a 320 dólares por tonelada

107. Estos cálculos no dejan lugar para aumento alguno del costo real de la energía. Sin embargo, conviene notar, al comparar los precios de realización de los fertilizantes fosfatados en distintos lugares, que la diferencia entre ellos es relativamente grande. La gama de precios arriba indicada se refiere a los emplazamientos más favorables -emplazamientos ya desarrollados- puesto que, como es obvio, serán éstos los que más probablemente hayan de atraer nuevos capitales, pero al mismo tiempo reconocemos que en el futuro pudiera haber dificultades en suministrar todo lo requerido con lo que produzcan esos emplazamientos. En esta eventualidad lo más probable es que los precios de exportación sean decididos por los precios de realización necesarios para atraer al mercado a los productores marginales. Ciertamente de manera inmediata el exceso de oferta de fertilizantes fosfatados tiende a deprimir los precios y desalentar las inversiones, pero puede esperarse que la situación cambie después de 1985/86.

ESTIMACION DE LOS COSTOS DE INVERSION Y PRODUCCION DE ACIDO FOSFORICO  
(dólares de 1982 por tonelada métrica)

Base : 1 000 toneladas por día (100% de  $P_2O_5$ )  
 Capacidad aprovechada : 90 por ciento  
 Capacidad : 330 días al año  
 : 330 000 toneladas al año de  $P_2O_5$   
 Producción : 297 000 toneladas al año

Emplazamiento	En país desarrollado	En país en desarrollo (con alguna infra-estructura)	En país en desarrollo (lugar apartado)
Inversión en la fábrica (millones de dólares)	132	210	282
Capital de Explotación (millones de dólares)	21	23	25
Total invertido (millones de dólares)	153	233	307
<u>Materia prima</u> (dólares por tonelada)			
Fosfato mineal (3,4 toneladas a 35 dólares/ton)	119,0	119,0	119,0
Azufre (0,976 tons a 160 dólares/ton)	156,8	156,8	156,8
<u>Otros costos variables</u> (dólares/ton)	15,0	15,0	15,0
<u>Costos fijos</u> (dólares/ton)	<u>66,8</u>	<u>98,3</u>	<u>127,4</u>
<u>Costo de producción</u> (dólares/ton)	357,6	389,1	418,2
<u>Cargo de capital</u> (15%)(dólares/ton)	<u>77,4</u>	<u>117,6</u>	<u>155,1</u>
<u>Precio de realización</u> (dólares/ton en la fábrica)	<u>435,0</u>	<u>506,7</u>	<u>573,3</u>

Al aumentar en un dólar por tonelada el costo de fosfato, el costo de producción aumenta en 3,4 dólares por tonelada de  $P_2O_5$ .

Al aumentar en un dólar por tonelada el costo del azufre, aumenta el costo de producción en 0,98 por tonelada de  $P_2O_5$ .

CUADRO 3

**ESTIMACION DE LOS COSTOS DE INVERSION Y PRODUCCION DE SUPERFOSFATO TRIPLE GRANULADO (SFTG)**  
(dólares de 1982 por tonelada)

Base : 1 200 toneladas por día del producto a granel (46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)  
 Capacidad aprovechada: 90 por ciento  
 Capacidad : 330 días al año  
 : 396 000 toneladas al año de SFTG  
 Producción : 356 400 toneladas al año de SFTG

Emplazamiento	País desarrollado		País en desarrollo (con alguna infraestructura)		País en desarrollo (Lugar apartado)	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
Inversión en la fábrica (millones de dólares)	39		45		48	
Capital de explotación (millones de dólares)	11		12		14	
Total invertido (millones de dólares)	50		57		62	
<u>Materia prima</u> (dólares por tonelada)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
Fosfato mineral (0,44 tons a 35 dólares/ton)	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4
Acido fosfórico - 0,34 toneladas	139,1	147,9	159,0	172,3	177,3	194,9
<u>Otros costos variables</u> (dólares por ton)	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
<u>Costos fijos</u> (dólares/ton)	<u>15,8</u>	<u>15,8</u>	<u>18,0</u>	<u>18,0</u>	<u>19,0</u>	<u>19,0</u>
<u>Costo de producción</u> (dólares por ton)	177,3	186,1	199,4	212,7	218,7	236,3
<u>Cargo de capital</u> (15%)(dólares por ton)	<u>21,0</u>	<u>21,0</u>	<u>24,0</u>	<u>24,0</u>	<u>26,1</u>	<u>26,1</u>
<u>Precio de realización</u> (dólares por ton)	<u>198,3</u>	<u>207,1</u>	<u>223,4</u>	<u>236,7</u>	<u>244,8</u>	<u>262,4</u>

- a) Usando fosfato de 35 dólares/ton y azufre a 160 dólares/ton, con un cargo de capital del 10 por ciento.  
 b) Usando fosfato de 35 dólares/ton y azufre a 160 dólares/ton, con un cargo de capital del 15 por ciento.

Al aumentar en un dólar el costo del fosfato, el costo de producción aumenta en 1,60 dólares/ton de SFT.  
 Al aumentar en un dólar el costo del azufre, el costo de producción aumenta en 0,33 dólares/ton de SFT.

**ESTIMACION DE LOS COSTOS DE INVERSION Y PRODUCCION DEL FOSFATO DIAMONICO**  
(dólares de 1982 por tonelada métrica)

Base 1 200 toneladas por día del producto a granel (18-46-0)  
 Capacidad aprovechada: 90 por ciento  
 Capacidad : 330 días al año  
 : 396 000 toneladas al año de FDA  
 Producción : 356 400 toneladas al año de FDA

Emplazamiento	País desarrollado		País en desarrollo (con alguna infraestructura)		País en desarrollo (Lugar apartado)	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
Inversión en la fábrica (millones de dólares)	47		53		56	
Capital de explotación (millones de dólares)	15		17		19	
Total invertido (millones de dólares)	62		70		75	
<u>Materia prima</u> (dólares por tonelada)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
Acido fosfórico -0,47 tons de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	192,3	204,4	219,7	238,1	245,1	269,5
Amoníaco - 0,225 de NH <sub>3</sub>	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
<u>Otros costos variables</u> (dólares por ton)	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
<u>Costos fijos</u> (dólares por ton)	<u>18,7</u>	<u>18,7</u>	<u>20,7</u>	<u>20,7</u>	<u>21,7</u>	<u>21,7</u>
<u>Costo de producción</u> (dólares por ton)	263,0	275,1	292,4	310,8	318,8	343,2
<u>Cargo de capital</u> (15%) (dólares por ton)	<u>26,1</u>	<u>26,1</u>	<u>29,4</u>	<u>29,4</u>	<u>31,8</u>	<u>31,8</u>
<u>Precio de realización</u> (dólares por ton)	<u>289,1</u>	<u>301,2</u>	<u>321,8</u>	<u>340,2</u>	<u>350,6</u>	<u>375,0</u>

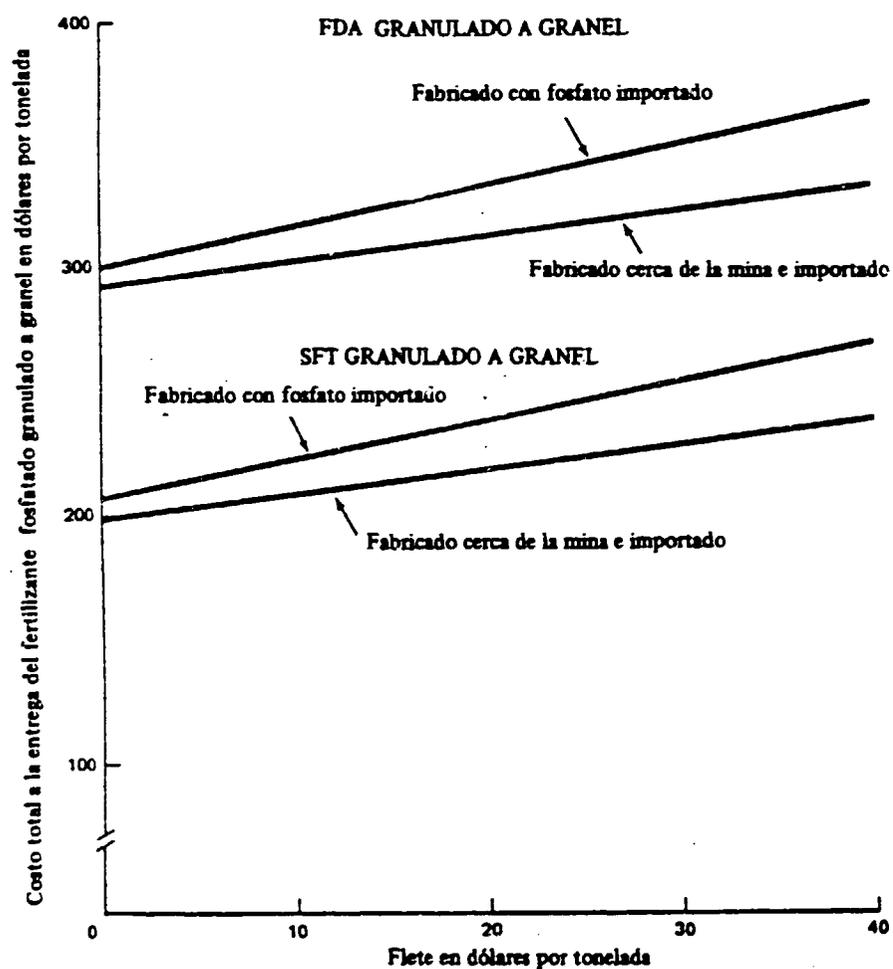
a/Usando fosfato de 35 dólares por ton y azufre a 160 dólares por ton, con un cargo de capital del 10 por ciento.  
 b/Usando fosfato de 35 dólares por ton y azufre a 160 dólares por ton, con un cargo de capital del 15 por ciento.

Al aumentar en un dólar el costo del fosfato, el costo de producción aumenta en 1,60 dólares/ton de FDA.  
 Al aumentar en un dólar el costo del azufre, aumenta el costo de producción en 0,46 dólares/ton de FDA.  
 Al aumentar en un dólar el costo del amoníaco, aumenta el costo de producción en 0,225 dólares/ton de FDA.

CUADRO 5

FIGURA 1

COMPARACION DEL COSTO TOTAL DE LOS FERTILIZANTES FOSFATADOS  
PRODUCIDOS EN COMPLEJOS INTEGRALES Y EN FABRICAS SEPARADAS



## B. FERTILIZANTES DE NITROFOSFATO

### Generalidades

108. Se usa el término "nitrofosfato" para describir los procedimientos y los productos obtenidos tratando el fosfato natural con ácido nítrico. La mayor parte de los procedimientos actuales de fabricación se valen del ácido sulfúrico para producir el fertilizante fosfatado; los procedimientos del nitrofosfato se usan sobre todo en Europa Oriental y Occidental y, en menor medida, en la India, Pakistán y la China. Una de las principales ventajas del procedimiento del nitrofosfato es que no requiere azufre, por lo que cuando, como ahora, el precio del azufre es relativamente elevado, crece el interés por el mismo.

109. Aunque este procedimiento se usa desde hace ya muchos años, sobre todo en Europa, donde fue inventado, no se ha generalizado por ser relativamente bajos su contenido en el producto y su solubilidad en agua. Recientes progresos técnicos han permitido superar casi por completo esas dificultades y ahora hay situaciones en que la nitrofosfatación resulta potencialmente más ventajosa que los demás procedimientos. Una característica que a veces pudiera resultar inconveniente es la de que el producto obtenido por este procedimiento contiene doble proporción de N que de  $P_2O_5$ . Es, por consiguiente, probable que lo encuentren ventajoso más que nada las regiones en que haya fuerte demanda de nitrógeno. En general no será particularmente apropiado como método para la exportación de fosfatos ya elaborados, a menos que el país en cuestión posea mineral de fosfatos y gas natural para la producción de amoníaco.

110. Donde más probabilidades tendría el procedimiento del nitrofosfato de competir económicamente con los basados en el uso de ácido sulfúrico, sería en un país que consuma relativamente mucho fertilizante, sobre todo si tiene una fuente nacional de amoníaco barato, en que el fertilizante nitrogenado preferido sea el nitrato amónico y en que durante parte del año haya fuerte demanda de fertilizante con igual proporción de N y de  $P_2O_5$ .

111. El principal objetivo perseguido en este estudio es analizar la economía de la producción por el procedimiento de nitrofosfato, comparándola con la de otros métodos usados para producir cantidades equivalentes de nutrientes fertilizantes. La evaluación se dificulta porque no hay ningún aspecto en que sean comparables la producción, composición, capacidad de producción, etc. como veremos más tarde.

112. La mayor parte de las comparaciones hechas hasta la fecha daban por supuesta una relación 1:1 de N a  $P_2O_5$ , con nitrato amónico desmenuzado como producto resultante junto al nitrofosfato, y aquí hemos adoptado idéntica hipótesis. Para ambos casos se toma como punto de partida una fábrica de amoníaco de mil toneladas diarias, capaz de alimentar una fábrica grande, de tamaño "económico", de urea o de nitrofosfato. Ambas de éstas necesitan usar el bióxido de carbono que se obtiene como subproducto en la elaboración del amoníaco.

He aquí los dos casos en comparación:

Caso A - Procedimiento del nitrofosfato

113. Fábrica de amoníaco de mil toneladas diarias que usa gas natural, tanto como materia prima como para combustible. Fábrica de ácido nítrico, de nitrofosfato y de nitrato amónico desmenuzado con capacidad anual de 554 400 toneladas de nitrofosfato 22-22-0, y de 412 500 toneladas de nitrato amónico desmenuzado con 33,5 por ciento de nitrógeno. Fosfato mineral de 68 por ciento BPL (Bone Phosphate of Lime) bien sea importado o de origen nacional. Suponemos que la fábrica está proyectada para elaborar un producto cuyo contenido en fosfato soluble en agua sea del 80 al 85 por ciento -equivalente aproximadamente, por la cantidad de fosfato disponible para los vegetales, a la calidad de superfosfato triple que actualmente circula en el mercado.

Caso B - Procedimiento del ácido sulfúrico para tratar el fosfato

114. Fábrica de amoníaco de mil toneladas diarias que usa gas natural como materia prima y como combustible. Fábrica de urea de 1 670 toneladas diarias. Suponemos que el superfosfato triple se compra o se fabrica independientemente. Su costo es el que indica la Sección 4, más el de ensacarlo y el flete, con el fin de tener el mismo término de comparación.

Procedimiento del nitrofosfato

115. Se usan actualmente varios procedimientos para obtener nitrofosfato, pero todos ellos consisten esencialmente en tratar el fosfato natural con ácido nítrico, separar el nitrato cálcico por enfriamiento, cristalizar y filtrar. La pureza del nitrato cálcico separado determina la solubilidad en agua que tendrá el componente fosfatado. Se neutraliza el agua madre con amoníaco, se concentra y después se desmenuza o granula la mezcla  $N/P_2O_5$ .

116. El nitrato cálcico obtenido como subproducto se puede usar para elaborar nitrato amónico o nitrato cálcico-amónico. En esta comparación suponemos que con el nitrato cálcico se produce nitrato amónico desmenuzado, usando para ello el bióxido de carbono obtenido como subproducto en la fábrica de amoníaco. La literatura técnica describe en detalle el proceso.

Base de la evaluación

117. Con el fin de compensar la diferencia que hay de contenido en nutriente de los productos, se comparan los costos de una tonelada de  $P_2O_5$  en cada producto. Comparamos lo que cuesta producir una tonelada de  $P_2O_5$  por el procedimiento del nitrofosfato con lo que cuesta producir o importar una tonelada de  $P_2O_5$  en forma de superfosfato triple. Es también necesario tomar en cuenta el costo de los sacos y del ensacado del superfosfato. Como término de comparación con el nitrofosfato se toma el precio de realización del superfosfato triple, que se calculó antes en este estudio, y se le suma el flete (si lo hubiera) y el costo del ensacado. Se presupone que el precio de realización de una tonelada de nutriente nitrogenado obtenido por el procedimiento del nitrofosfato equivale al costo de una tonelada de nitrógeno en urea producida en el mismo lugar.

118. Hemos usado los precios de realización de la urea en diferentes condiciones, tal como se calcularon en este estudio, para evaluar una tonelada de nutriente nitrógeno producida bien sea como mezcla  $N/P_{25}O_5$  o como nitrato amónico desmenuzado en el complejo nitrofosfatado.

119. El término de comparación es una fábrica de mil toneladas diarias de amoníaco, si bien hay una pequeña diferencia -insignificante- en el producto obtenido por ambos caminos por ser distinta la elaboración, rendimiento, etc. La relación que guarda la economía del fosfato obtenido por la ruta del sulfúrico y del nítrico depende, además, del costo relativo del flete y del azufre, por lo que también hemos tenido en cuenta estas dos partidas.

#### Capital invertido

120. Al igual que hicimos con otros fertilizantes hemos calculado en este caso el capital que es necesario invertir en distintos emplazamientos. Los resultados se resumen en el Cuadro 6. En general un complejo de fábricas de nitrofosfato cuesta más que otro de ácido sulfúrico y, por consiguiente, la diferencia hay que compensarla con lo ahorrado con el azufre. Ambos procedimientos requieren inversiones idénticas en la fábrica de amoníaco e infraestructura anexa.

#### Costo del combustible y de la materia prima

121. Hasta ahora apenas se ha publicado dato alguno sobre costos del combustible y la energía en los procesos del nitrofosfato pero es bastante fácil calcular las necesidades teóricas. No obstante, suele haber una gran diferencia entre el gasto teórico y el práctico, lo cual ha sido tomado en cuenta al calcular los costos de producción. La mayor parte de la energía consumida es la necesaria para producir amoníaco. Por su parte, la fábrica de ácido nítrico es exotérmica y da un saldo positivo de energía.

122. Se ha calculado en 31 millones de BTU el total de la energía necesaria para producir una tonelada de 22:22:0 conjuntamente con 0,75 toneladas del subproducto nitrato amónico, cifra casi igual a la que hace falta para producir una cantidad equivalente de nitrógeno en forma de urea. Recordando la relativamente poca energía que exige el superfosfato triple en un complejo fosfático integral, se deduce que es pequeña la diferencia entre la cantidad total de energía que se precisa para producir fertilizantes por la ruta del nitrofosfato y por la del ácido sulfúrico. Se necesitan alrededor de 3,32 toneladas de fosfato (mineral de 68 BPL) por tonelada de  $P_{25}O_5$  en el proceso al nitrofosfato. Hemos tomado la cifra de 35 dólares por tonelada, sin incluir el flete, como costo del fosfato.

#### Otros costos variables

123. En este capítulo encajan principalmente los sacos, las sustancias químicas, los catalizadores y el agua, ya que la energía se toma en cuenta separadamente. En general, los costos variables por tonelada de producto son análogos en ambos casos, pero como los productos del nitrofosfato son menos concentrados, los otros costos variables por tonelada de nutriente son un poco superiores en el caso del nitrofosfato.

### Costos fijos

124. Con el fin de tener los mismos términos de comparación, hemos adoptado los mismos supuestos para (a) mano de obra y gastos generales, (b) cargos relacionados con la inversión y (c) cargo de capital, que ya adoptamos para la urea y el superfosfato triple en otras secciones de este estudio.

### Costos de inversión y producción en los procedimientos del nitrofosfato

125. El Cuadro 6 y el Anexo 12 contienen comparados los costos de inversión y producción y los precios de realización en condiciones diversas y emplazamientos diferentes. Los procedimientos del nitrofosfato suelen dar dos productos: el esencial, que contiene N/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 22:22:0 y 33,5:0:0. La tonelada de producto conjunto tiene como fórmula 26,9:12,6:0, y para ella hemos calculado los costos de producción de modo que sean comparables con los de otros procedimientos.

### Discusión de los resultados

126. La Figura 2 compara los costos del procedimiento del nitrofosfato con los de otros. Fundamentalmente el gráfico compara cuánto cuesta obtener una tonelada de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por un procedimiento de nitrofosfato con lo que cuesta producir una tonelada de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como superfosfato triple. Permite observar las repercusiones del precio del azufre sobre los costos en este último caso y las de los fletes, tanto del fosfato natural como del superfosfato, en todos los costos.

127. Los gráficos revelan que, en términos generales, y con las escalas de precios vigentes y probables del azufre y de los fletes, el procedimiento del nitrofosfato parece ser económicamente más ventajoso que el otro. Conviene notar que si la comparación se hubiera hecho con el fosfato diamónico en vez de con el superfosfato triple, la ventaja hubiera sido mayor.

128. La adopción del procedimiento del nitrofosfato dependerá, no obstante, de lo apropiado que sea como producto, así como de su eficacia agronómica. Por ejemplo, en Egipto, donde hay gas natural y fosfatos minerales y donde se aprecia enormemente el nitrógeno de los "nitratos", el procedimiento del nitrofosfato parece estar particularmente indicado. Otro tanto se podría decir de otros países que usan fertilizante en muy grandes cantidades, como India, Indonesia, China y la U.R.S.S.

129. En el caso de la India, puede calcularse que a los actuales precios CIF del azufre y con lo que cuesta el flete del fosfato mineral desde Jordania, el procedimiento del nitrofosfato aventajaría en 30 dólares por tonelada de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en fábrica, al superfosfato triple importado.

130. Al hacer esta comparación es, sin embargo, necesario contar con otros dos factores. El primero es que no se tuvo en cuenta la ventaja que pudiera lograrse usando mineral húmedo en la producción de ácido fosfórico para superfosfato triple, lo cual haría bajar el costo de una tonelada de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en forma de superfosfato triple en ocho dólares por tonelada.

131. El otro factor es que la composición general del conjunto nitrofosfatonitrato amónico será inferior en un 15 por ciento a la de la urea y el superfosfato triple que tengan una cantidad equivalente de nutrientes, con lo cual aumentará el costo de almacenamiento y distribución antes de que el fertilizante llegue al agricultor. Se calcula que en la India eso equivaldría a un aumento del costo de tres dólares por tonelada de producto o bien de seis dólares por tonelada de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Aun así el procedimiento del nitrofosfato tiene inherentes beneficios económicos siempre que la mezcla del producto y su naturaleza permitan incorporarlo fácilmente al sector nacional de los fertilizantes. Esta ventaja subsistirá mientras siga siendo elevado el precio del azufre, como parece probable.

ESTIMACION DE LOS COSTOS DE INVERSION Y PRODUCCION DE NITROFOSFATO Y NITRATO AMONICO  
(dólares de 1982 por tonelada)

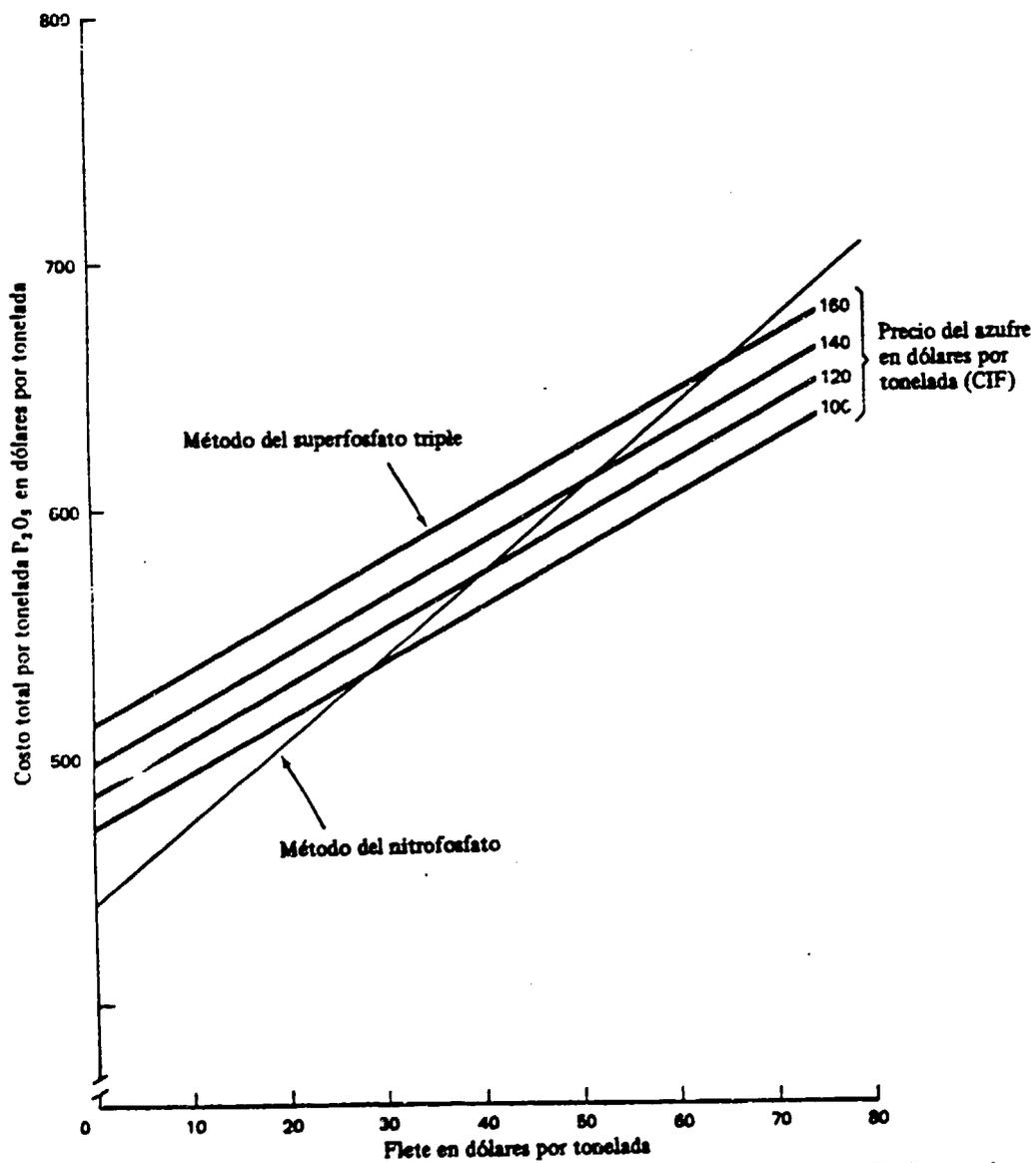
Base : Fábrica de amoníaco de 1 000 toneladas por día seguida del correspondiente complejo de nitrofosfato  
 Capacidad aprovechada : 90 por ciento  
 Capacidad : 330 días al año  
 : 554 400 tons/año de 22:22:0 (nitrofosfato desmenuzado y ensacado)  
 : 412 500 tons/año de 33,5:0:0 (nitrato amónico desmenuzado y ensacado)  
 : 966 900 tons/año del conjunto, fórmula 26,9:12,6:0  
 Producción : 498 960 tons/año de 22:22:0 (nitrofosfato desmenuzado y ensacado)  
 : 371 250 tons/año de 33,5:0:0 (nitrato amónico desmenuzado y ensacado)  
 : 870 210 tons/año del conjunto, fórmula 26,9:12,6:0

Emplazamiento	País desarrollado	País desarrollado	País en desarrollo (alguna infraestructura)	País en desarrollo (lugar apartado)
Inversión en la fábrica (millones de dólares)	354	354	463	555
Capital de explotación (millones de dólares)	26	32	47	59
Total invertido (millones de dólares)	380	386	510	614
<u>Materia prima</u>				
Gas natural, precio en dólares/millón de BTU	3,0	5,0	2,0	1,0
Gas natural, costo en dólares/ton del producto	53,0	88,3	35,3	17,7
Fosfato natural en dólares/ton del producto	14,6	14,6	14,6	14,6
<u>Otros costos variables</u> (dólares/ton)	18,2	18,2	18,2	18,2
<u>Costos fijos</u> (dólares/ton)	<u>59,1</u>	<u>59,1</u>	<u>74,2</u>	<u>86,9</u>
<u>Costo de producción</u> (dólares/ton)	144,9	180,2	142,3	137,4
<u>Cargo de capital</u> (15%) (dólares/ton)	65,4	66,6	87,9	105,6
<u>Precio de realización</u> (dólares/ton) 1/ (en la fábrica, ensacado)	<u>210,3</u>	<u>246,8</u>	<u>230,0</u>	<u>243,0</u>

1/ Se refiere al costo medio del equivalente a un tonelada de un producto de fórmula 26,9:12,6:0.

FIGURA 2

COSTO TOTAL COMPARADO DE PRODUCIR UNA TONELADA DE  $P_2O_5$ , POR LOS METODOS DEL SUPERFOSFATO Y DEL NITROFOSFATO, INCLUIDO EL FLETE



## VI. EXTRACCION Y BENEFICIO DE POTASA

### Generalidades

132. La capacidad de producción de potasa era en 1982 aproximadamente de:

	<u>Millones de toneladas</u>	<u>Porcentaje</u>
Europa Oriental	12,0	43,6
Norteamérica	9,0	32,7
Europa Occidental	5,5	20,0
Otros	1,0	3,7
Total mundial	<u>27,5</u>	<u>100,0</u>

Los aumentos probables de la capacidad de producción tendrán lugar en Europa Oriental (la U.R.S.S. sobre todo) y en Norteamérica (en el Canadá sobre todo).

133. Es más difícil conseguir información sobre los costos de inversión y producción de potasa que sobre los otros fertilizantes, sobre todo de Norteamérica. La fuente de datos sobre costos más digna de confianza son los grandes yacimientos de Saskatchewan, en el Canadá, donde las condiciones son en general uniformes y los costos unitarios bien definidos. De todos modos, esos costos jugarán un importante papel en la determinación de los precios futuros de la potasa, ya que una parte considerable de la capacidad de producción que empieza a funcionar en el próximo porvenir será la del Canadá. Además, se reconoce en general que los costos de producción en dicho país son los más bajos de todo el mundo, en vista de que sus vetas de potasa son ricas y seguras y las minas grandes y modernas. Por estos motivos hemos usado estos yacimientos como base para hacer el cálculo de los costos de inversión y producción.

### Monto de la inversión

134. El cálculo se refiere a una mina en el Canadá que practique la extracción subterránea en seco con equipo normal de flotación y circuitos de lavado y cristalización para el beneficio. Dado que los costos de extracción y los precios de la potasa se suelen cotizar para toneladas cortas, hemos calculado el costo tanto de toneladas cortas (2 000 libras) como de toneladas métricas (2 205 libras). Hemos tomado 1,5 millones de toneladas cortas de producto como capacidad anual de la mina. El monto de la inversión incluye todo lo necesario para obtener un producto de calidad apta para usarlo como fertilizante. Abarca minadores continuos, medios de transporte, trituración subterránea, pozos para el mineral y de servicio y elevadores. Las instalaciones de superficie incluyen edificios para oficinas, laboratorio, taller de mantenimiento y almacenes. Aunque los gastos directos de explotación en el Canadá son relativamente bajos, el capital que es preciso invertir es más bien elevado, por la profundidad del yacimiento, la necesidad de lavado y por los rigores del clima.

<u>Concepto</u>	<u>Especificaciones</u>
Producción (toneladas cortas anuales)	1 500 000
Pozos	2 a 3 000 pies
Calidad del producto	95% de KCl
Calidad de la materia prima	26% de K <sub>2</sub> O
Relación de concentración	2,7
Recuperación	90%

<u>Concepto</u>	<u>Cantidad en millones de dólares</u>
<u>Mina</u>	
Pozos, con elevadores	93
Maquinaria de minería	<u>52</u>
Total parcial	145
<u>Instalaciones de superficie</u>	<u>226</u>
<u>Monto total de la inversión</u>	<u>371</u>

Costo de la energía

135. Según la encuesta de The Fertilizer Institute la minería de potasa en los Estados Unidos consume por término medio:

Millones de BTU por tonelada métrica de producto

<u>Gas</u>	<u>Electricidad</u>	<u>Total</u>
1,36	1,06	2,42

Estas cifras son superiores a las que parecen corresponder al Canadá porque en los Estados Unidos hay algunas instalaciones que consumen mucha energía. La mayor parte de las fábricas que se instalen en el Canadá usarán medios físicos más bien que térmicos para el beneficio de la potasa por lo que, en promedio, necesitarán menos energía. Hemos, por consiguiente, tomado como consumo normal 1,7 millones de BTU por tonelada métrica de potasa al pie de la mina, que costará alrededor de cinco dólares al precio de tres dólares por millón de BTU (que es el costo actual del gas en el Canadá).

Costos directos de explotación

136. Los costos directos de explotación incluyen toda la mano de obra propiamente dicha, el personal de supervisión y oficinas, los gastos de administración, los servicios, material y manutención.

<u>Concepto</u>	<u>Canadá - Costo en dólares EE.UU.</u>	
	<u>Toneladas cortas</u>	<u>Toneladas métricas</u>
<u>Mina</u>		
Mano de obra y personal	4,4	4,8
Material	3,6	4,0
Energía	1,7	1,8
Otros gastos	<u>0,6</u>	<u>0,7</u>
Total parcial-mina	10,3	11,3
<u>Superficie</u>		
Mano de obra y personal	4,2	4,6
Material	3,6	4,0
Energía	2,8	3,1
Otros gastos	<u>0,9</u>	<u>1,0</u>
Total parcial-superficie	11,5	12,7
Total	<u>21,8</u>	<u>24,0</u>

Costo del estreno

137. Al calcular el costo de las instalaciones se ha incluido una partida que cubre los gastos en que incurra el contratista al ponerlas en funcionamiento. Creemos que estos gastos serán mínimos según la experiencia del Canadá, con mineral y procedimientos muy conocidos. De todos modos se han previsto gastos de estreno del orden de tres meses de gastos directos de explotación.

Imprevistos

138. Se ha considerado suficiente un margen del 10 por ciento para imprevistos físicos y de los precios.

Intereses durante la construcción

139. No se ha previsto en el costo de inversión ninguna partida directa que cubra los intereses en el período de construcción.

Depreciación

140. Hemos adoptado una depreciación del 5 por ciento en 20 años como promedio para la mina y la planta de beneficio. En los casos en que se crea preferible se puede pensar en mayor o menor depreciación. Por ejemplo, la depreciación del  $3 \frac{1}{3}$  por ciento en 30 años reduciría en seis dólares por tonelada métrica el precio de realización calculado con depreciación a 20 años.

Cargo para el capital

141. Con el fin de determinar un precio de realización a la salida del beneficio hemos supuesto que para que una compañía comercial considere interesante invertir capital en instalar una mina nueva en el Canadá querrá tener por lo menos un rendimiento del 15 por ciento (antes del pago de los impuestos) de su inversión de modo que quede cubierto el pago de los intereses y un beneficio adecuado.

Precio de realización

142. El precio de realización calculado en el Cuadro 7 es para el producto a la salida del beneficio y no incluye gastos de transporte ni impuestos. Con los precios actuales habría que sumarle 24,5 dólares por tonelada corta para transportarlo a Vancouver y otros 3,5 dólares por tonelada corta para la carga.

Discusión de los resultados

143. La mayor parte de la nueva capacidad de producción se instalará en la U.R.S.S. y en el Canadá, a base de extracción en seco de silvinita. Se sabe muy poco de la economía de la minería de potasa en la U.R.S.S., por lo que en el presente estudio daríamos por supuesto que en gran medida los precios futuros de la potasa quedarán determinados por el costo de la extracción en el Canadá y el de su transporte a un puerto apropiado para su exportación. Los resultados que aparecen en el Cuadro 7 indican que, en el Canadá, habrá que invertir 285 dólares (de mediados de 1982) por cada tonelada anual de capacidad, en las instalaciones de extracción y beneficio de una nueva mina. Para obtener un rendimiento aceptable del capital invertido, habrá que vender la potasa a la salida del beneficio a 83 dólares por tonelada métrica, o bien a 113 dólares por tonelada métrica FOB Vancouver. Obsérvese, sin embargo, que estos precios no incluyen los impuestos provinciales ni los federales, cuya determinación es complicada por depender de varios factores entre los que se cuentan productividad, utilidades, etc. Parece probable que al cambiar el gobierno provincial de Saskatchewan se modifique el actual sistema impositivo.

144. No obstante, con el fin de tener previsto el importe básico en la situación actual, al calcular el precio de realización hemos agregado 11 dólares por tonelada del producto.

145. Para que convenga hacer la inversión, el precio FOB Vancouver tendrá que ser de 124 dólares por tonelada métrica del producto.



LISTA DE ANEXOS

		<u>Página</u>
Anexo 1	Estimación de los costos de inversión y producción de urea. Precios de realización para diferentes cargos de capital	44
Anexo 2	Precios de realización de la urea para diferentes precios del gas	45
Anexo 3	Estimación de los costos de inversión y producción del ácido fosfórico. Precios de realización para diferentes cargos de capital	46
Anexo 4	Precios de realización del ácido fosfórico en función de los precios de las materias primas en un país desarrollado	47
Anexo 5	Precios de realización del ácido fosfórico en función de los precios de las materias primas en un país en desarrollo	48
Anexo 6	Costos de inversión y producción del superfosfato triple granulado para diferentes cargos por capital	49
Anexo 7	Variación del precio del superfosfato triple en función de los precios de las materias primas en un emplazamiento desarrollado	50
Anexo 8	Variación del precio del superfosfato triple en función de los precios de las materias primas en un emplazamiento desarrollado	51
Anexo 9	Estimación de los costos de inversión y producción del fosfato diamónico granulado para diferentes cargos por capital.	52
Anexo 10	Variación del precio del fosfato diamónico en función del precio de las materias primas en un emplazamiento desarrollado	53
Anexo 11	Variación del precio del fosfato diamónico en función del precio de las materias primas en un emplazamiento en desarrollo	54
Anexo 12	Estimación de los costos de inversión y producción de nitrofosfato y nitrato amónico para diferentes cargos por capital - 1982	55



ANEXO 2

FRECIOS DE REALIZACION DE LA UREA PARA DIFERENTES FRECIOS DEL GAS  
(dólares de 1982 por tonelada métrica.)

Aprovechamiento : 90%; Cargo por capital: 15%  
Capacidad : 544 400 toneladas anuales de urea ensacada  
Producción : 490 050 toneladas anuales de urea ensacada

<u>Precio del gas dólares/millón de BTU</u>	<u>País desarrollado</u>	<u>País en desarrollo (con alguna infraestructura)</u>	<u>País en desarrollo Lugar apartado</u>
0,5	181	236	283
1,0	197	252	299
1,5	213	268	315
2,0	229	284	331
2,5	245	300	347
3,0	261	316	363
3,5	277	332	379
4,0	293	348	395
4,5	309	364	411
5,0	325	380	427
5,5	341	396	443
6,0	357	412	459
6,5	373	428	475
7,0	389	444	491
7,5	405	460	507
8,0	421	476	523

ESTIMACION DE LOS COSTOS DE INVERSION Y PRODUCCION DEL ACIDO FOSFORICO  
 PRECIOS DE REALIZACION PARA DIFERENTES CARGOS DE CAPITAL  
 DOLARES DE 1982 POR TONELADA METRICA

Capacidad: 330 000 toneladas anuales de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Emplazamiento	País desarrollado					País en desarrollo (Con alguna infraestructura)					País en desarrollo (Lugar apartado) <sup>1</sup>				
	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60
Inversión en la fábrica (millones de dóla.)	132					210					282				
Capital de explotación (millones de dóla.)	21					23					23				
Total invertido (millones de dóla.)	153					233					307				
<b>Materia prima</b>															
Fosfato natural (3,40 t a 35 dóla./t)	119.0					119.0					119.0				
Azufre (0,98 t a 160 dóla./t)	156.8					156.8					156.8				
Otros gastos variables (dóla. por t)	15.0					15.0					15.0				
<b>Índice porcentual de aprovechamiento</b>															
	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60
Costos fijos (dóla./t)	60.1	66.8	75.1	85.9	100.2	88.3	98.3	110.6	126.4	147.4	114.6	127.4	143.3	163.8	191.1
Cargo por capital (dóla./t) al															
5%	23.2	25.6	29.0	33.1	38.6	35.3	39.2	44.1	50.4	58.8	46.5	51.7	58.1	66.4	77.5
10%	46.4	51.6	58.0	66.2	77.2	70.6	78.4	88.2	100.8	117.6	93.0	103.4	116.2	132.8	155.0
15%	69.6	77.4	87.0	99.3	115.8	105.9	117.6	132.3	151.2	176.4	139.5	153.1	174.3	199.2	232.5
20%	92.8	103.2	116.0	132.4	154.4	141.2	156.8	176.4	201.6	235.2	186.0	206.8	232.4	265.6	310.0
25%	116.0	129.0	145.0	165.5	193.0	176.5	196.0	220.5	252.0	294.0	232.5	258.5	290.5	332.0	387.5
<b>Precio de realización (dóla./t) con cargo por capital del</b>															
5%	374.1	383.4	394.9	409.8	429.6	414.6	428.3	445.3	467.6	497.0	451.9	469.9	492.2	521.0	559.4
10%	397.3	409.2	423.9	442.9	468.2	449.9	467.5	489.6	518.0	555.8	498.4	521.6	550.3	587.4	636.9
15%	420.5	435.0	452.9	476.0	506.8	485.2	506.7	533.7	568.4	614.6	544.9	573.3	608.4	653.8	714.4
20%	443.7	460.8	481.9	509.1	545.4	520.5	543.9	577.8	618.8	673.4	591.4	623.0	664.5	720.2	791.9
25%	466.9	486.6	510.9	542.2	584.0	555.8	585.1	611.9	669.2	732.2	637.9	676.7	724.6	786.6	869.4

PRECIOS DE REALIZACION DEL ACIDO FOSFORICO EN FUNCION DE LOS PRECIOS DE LAS  
MATERIAS PRIMAS EN UN PAIS DESARROLLADO  
(dólares de 1982 por tonelada métrica)

Inversión en la fibra: 172 millones de dólares  
Capital de explotación: 21 millones de dólares  
Total invertido: 193 millones de dólares

Capacidad: 330 000 toneladas anuales de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
Capacidad aprovechada: 90%

Asafn, dóla. por t	Fosfeto, dóla. por t																	
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
60	252	269	286	303	320	337	354	371	388	405	422	439	456	473	490	507	524	541
65	257	274	291	308	325	342	359	376	393	410	427	444	461	478	495	512	529	546
70	262	279	296	313	330	347	364	381	398	415	432	449	466	483	500	517	534	551
75	267	284	301	318	335	352	369	386	403	420	437	454	471	488	505	522	539	556
80	272	289	306	323	340	357	374	390	407	424	441	458	475	492	509	526	543	561
85	276	293	310	327	344	361	378	395	412	429	446	463	480	497	514	531	548	565
90	281	298	315	332	349	366	383	400	417	434	451	468	485	502	519	536	553	570
95	286	303	320	337	354	371	388	405	422	439	456	473	490	507	524	541	558	575
100	291	308	325	342	359	376	393	410	427	444	461	478	495	512	529	546	563	580
105	296	313	330	347	364	381	398	415	432	449	466	483	500	517	534	551	568	585
110	301	318	335	352	369	386	403	420	437	454	471	488	505	522	539	556	573	590
115	306	323	340	357	374	391	408	425	442	459	476	493	510	527	544	561	578	595
120	311	328	345	362	379	396	413	430	447	464	481	498	515	532	549	566	583	600
125	316	333	350	367	384	401	418	435	452	468	486	503	520	537	554	571	588	605
130	321	338	355	372	389	406	423	440	457	474	491	508	525	542	559	576	593	610
135	325	342	359	376	393	410	427	444	461	478	495	512	529	546	563	580	597	614
140	330	347	364	381	398	415	432	449	466	483	500	517	534	551	568	585	602	619
145	335	352	369	386	403	420	437	454	471	488	505	522	539	556	573	590	607	624
150	340	357	374	391	408	425	442	459	476	493	510	527	544	561	578	595	612	629
155	345	362	379	396	413	430	447	464	481	498	515	532	549	566	583	600	617	634
160	350	367	384	401	418	435	452	469	486	503	520	537	554	571	588	605	622	639
165	355	372	389	406	423	440	457	474	491	508	525	542	559	576	593	610	627	644
170	360	377	394	411	428	445	462	479	496	513	530	547	564	581	598	615	632	649
175	365	382	399	416	433	450	467	484	501	518	535	552	569	586	603	620	637	654
180	370	387	404	421	438	455	472	489	506	523	540	557	574	591	608	625	642	659

PRECIOS DE REALIZACION DEL ACIDO FOSFORICO EN FUNCION DE LOS PRECIOS DE LAS  
MATERIAS PRIMAS EN UN PAIS EN DESARROLLO  
(dólares de 1982 por tonelada métrica)

Inversión en la fábrica: 210 millones de dólares  
Capital de explotación: 23 millones de dólares  
Total invertido: 233 millones de dólares

Capacidad: 330 000 toneladas anuales de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
Capacidad aprovechada: 90%

Azufre, dóla./t	Fosfato, dóla./t																	
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
60	324	341	358	375	392	409	426	443	460	477	494	511	528	545	562	579	596	613
65	329	346	363	380	397	414	431	448	465	482	499	516	533	550	567	584	601	618
70	333	350	367	384	401	418	435	452	469	486	503	520	537	554	571	588	605	622
75	338	355	372	389	406	423	440	457	474	491	508	525	542	559	576	593	610	627
80	343	360	377	394	411	428	445	462	479	496	513	530	547	564	581	598	615	632
85	348	365	382	399	416	433	450	467	484	501	518	535	552	569	586	603	620	637
90	352	370	387	404	421	438	455	472	489	506	523	540	557	574	591	608	625	642
95	358	375	392	409	426	443	460	477	494	511	528	545	562	579	596	613	630	647
100	363	380	397	414	431	448	465	482	499	516	533	550	567	584	601	618	635	652
105	368	385	402	419	436	453	470	487	504	521	538	555	572	589	606	623	640	657
110	373	390	407	424	441	458	475	492	509	526	543	560	577	594	611	628	645	662
115	378	395	412	429	446	463	480	497	514	531	548	565	582	599	616	633	650	667
120	382	399	416	433	450	467	484	501	518	535	552	569	586	603	620	637	654	671
125	387	404	421	438	455	472	489	506	523	540	557	574	591	608	625	642	659	676
130	392	409	426	443	460	477	494	511	528	545	562	579	596	613	630	647	664	681
135	397	414	431	448	465	482	499	516	533	550	567	584	601	618	635	652	669	686
140	402	419	436	453	470	487	504	521	538	555	572	589	606	623	640	657	674	691
145	407	424	441	458	475	492	509	526	543	560	577	594	611	628	645	662	679	696
150	412	429	446	463	480	497	514	531	548	565	582	599	616	633	650	667	684	701
155	417	434	451	468	485	502	519	536	553	570	587	604	621	638	655	672	689	706
160	422	439	456	473	490	507	524	541	558	575	592	609	626	643	660	677	694	711
165	427	444	461	478	495	512	529	546	563	580	597	614	631	648	665	682	699	716
170	431	448	466	482	499	516	533	550	567	584	601	618	635	652	669	686	703	720
175	436	453	470	487	504	521	538	555	572	589	606	623	640	657	674	691	708	725
180	441	458	475	492	509	526	543	560	577	594	611	628	645	662	679	696	713	730

**COSTOS DE INVERSION Y PRODUCCION DEL SUPERFOSFATO TRIPLE GRANULADO  
PARA DIFERENTES CARGOS POR CAPITAL  
(DOLARES DE 1982 POR TONELADA METRICA)**

Capacidad: 396 000 toneladas anuales

Emplazamiento	País desarrollado					País en desarrollo (Con alguna infraestructura)					País en desarrollo (Lugar apartado)				
	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60
Inversión en la fábrica (millones de dóla.)	39					45					48				
Capital de explotación (millones de dóla.)	11					12					14				
Total invertido (millones de dóla.)	50					57					62				
Materia prima (dóla. por t)															
Fosfato (0,44 t a 35 dóla./t)	15.4					15.4					15.4				
Acido fosfórico - 0,34 t	147.9					172.3					194.9				
Otros gastos variables (dóla. por t)	7.0					7.0					7.0				
<b>Índice porcentual de aprovechamiento</b>	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60
<b>Costos fijos (dóla. por t)</b>	14.3	15.8	17.9	20.4	23.8	16.2	18.0	20.2	23.1	27.0	17.1	19.0	21.4	24.4	28.5
<b>Cargo por capital, dóla./t al</b>															
5%	6.3	7.0	7.9	9.0	10.5	7.2	8.0	9.0	10.3	12.0	7.8	8.7	9.7	11.1	13.0
10%	12.6	14.0	15.8	18.0	21.0	14.4	16.0	18.0	20.6	24.0	15.6	17.4	19.4	22.2	26.0
15%	18.9	21.0	23.7	27.0	31.5	21.6	24.0	27.0	30.9	36.0	23.4	26.1	29.1	33.3	39.0
20%	25.2	28.0	31.6	36.0	42.0	28.8	32.0	36.0	41.2	48.0	31.2	34.8	38.8	44.4	52.0
25%	31.5	35.0	39.5	45.0	52.5	36.0	40.0	45.0	51.5	60.0	39.0	43.5	48.5	55.5	65.0
<b>Precio de realización en dóla./t con cargo por capital del</b>															
5%	191.1	193.1	196.1	199.7	204.6	218.1	220.7	223.9	228.1	233.7	242.2	245.0	248.4	252.8	258.8
10%	197.4	200.1	204.0	208.7	215.1	223.3	228.7	232.9	238.4	245.7	250.0	253.7	258.1	263.9	271.8
15%	203.7	207.1	211.9	217.7	225.6	232.3	236.7	241.9	248.7	257.7	257.8	262.4	267.8	275.0	284.8
20%	210.0	214.1	219.8	226.7	236.1	239.7	244.7	250.9	259.0	269.7	265.6	271.1	277.5	286.1	297.8
25%	216.3	221.1	227.7	235.7	246.6	246.9	252.7	259.9	269.3	281.7	273.4	279.8	287.2	297.2	310.7

<sup>1</sup> Con un precio de realización del ácido fosfórico en varios emplazamientos calculado con un cargo por capital del 15% - Anexo 3.

VARIACION DEL PRECIO DEL SUPERFOSFATO TRIPLE EN FUNCION DE LOS PRECIOS  
DE LAS MATERIAS PRIMAS EN UN EMPLAZAMIENTO DESARROLLADO  
(Dólares de 1982 por tonelada métrica)

Inversión en la fábrica: 39 millones de dólares  
Capital de explotación: 11 millones de dólares  
Total invertido: 50 millones de dólares

Capacidad: 396 000 toneladas anuales  
Aprovechamiento: 90 % de la capacidad

dóla. por t de azufre	dóla. por t de fosfato																	
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
65	136	144	152	160	168	176	184	192	200	208	216	224	232	240	248	256	264	272
70	137	145	153	161	169	177	185	193	201	209	217	225	233	241	249	257	265	273
75	139	147	155	163	171	179	187	195	203	211	219	227	235	243	251	259	267	275
80	141	149	157	165	173	181	189	197	205	213	221	229	237	245	253	261	269	277
85	142	150	158	166	174	182	190	198	206	214	222	230	238	246	254	262	270	278
90	144	152	160	168	176	184	192	200	208	216	224	232	240	248	256	264	272	280
95	146	154	162	170	178	186	194	202	210	218	226	234	242	250	258	266	274	282
100	147	155	163	171	179	187	195	203	211	219	227	235	243	251	259	267	275	283
105	149	157	165	173	181	189	197	205	213	221	229	237	245	253	261	269	277	285
110	151	159	167	175	183	191	199	207	215	223	231	239	247	255	263	271	279	287
115	152	160	168	176	184	192	200	208	216	224	232	240	248	256	264	272	280	288
120	154	162	170	178	186	194	202	210	218	226	234	242	250	258	266	274	282	290
125	156	164	171	180	188	196	204	212	220	228	236	244	252	260	268	276	283	292
130	157	165	173	181	189	197	205	213	221	229	237	245	253	261	269	277	285	293
135	159	167	175	183	191	199	207	215	223	231	239	247	255	263	271	279	287	295
140	160	168	176	184	192	200	208	216	224	232	240	248	256	264	272	280	288	296
145	162	170	178	186	194	202	210	218	226	234	242	250	258	266	274	282	290	298
150	164	172	180	188	196	204	212	220	228	236	244	252	260	268	276	284	292	300
155	165	173	181	189	197	205	213	221	229	237	245	253	261	269	277	285	293	301
160	167	175	183	191	199	207	215	223	231	239	247	255	263	271	279	287	295	303
165	169	177	185	193	201	209	217	225	233	241	249	257	265	273	281	289	297	305
170	170	178	186	194	202	210	218	226	234	242	250	258	266	274	282	290	298	306
175	172	180	188	196	204	212	220	228	236	244	252	260	268	276	284	292	300	308
180	174	182	190	198	206	214	222	230	238	246	254	262	270	278	286	294	302	310

VARIACION DEL PRECIO DEL SUPERFOSFATO TRIPLE EN FUNCION DE LOS PRECIOS  
DE LAS MATERIAS PRIMAS EN UN EMPLAZAMIENTO DESARROLLADO  
(Dólares de 1982 por tonelada métrica)

Inversión en la fábrica: 45 millones de dólares  
Capital de explotación: 12 millones de dólares  
Total invertido: 57 millones de dólares

Capacidad: 396 000 toneladas anuales  
Aprovechamiento: 90% de la capacidad

dóla. por t de azufre	dóla. por t de fosfato																	
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
60	164	172	180	188	196	204	212	220	228	236	244	252	260	268	276	284	292	300
65	165	173	181	189	197	205	213	221	229	237	245	253	261	269	277	285	293	301
70	167	175	183	191	199	207	215	223	231	239	247	255	263	271	279	287	295	303
75	169	177	185	193	201	209	217	225	233	241	249	257	265	273	281	289	297	305
80	170	178	186	194	202	210	218	226	234	242	250	258	266	274	282	290	298	306
85	172	180	188	196	204	212	220	228	236	244	252	260	268	276	284	292	300	308
90	174	182	190	198	206	214	222	230	238	246	254	262	270	278	286	294	302	310
95	175	183	191	199	207	215	223	231	239	247	255	263	271	279	287	295	303	312
100	177	185	193	201	209	217	225	233	241	249	257	265	273	281	289	297	305	313
105	179	187	194	203	211	219	227	235	243	251	259	267	274	283	291	299	307	314
110	180	188	196	204	212	220	228	236	244	252	260	268	276	284	292	300	308	316
115	182	190	198	206	214	222	230	238	246	254	262	270	278	286	294	302	310	318
120	183	191	199	207	216	223	231	239	247	255	263	271	279	287	296	303	311	319
125	185	193	201	209	217	225	233	241	249	257	265	273	281	289	297	305	313	321
130	187	195	203	211	219	227	235	243	251	259	267	275	283	291	299	307	315	323
135	188	196	204	212	220	228	236	244	252	260	268	276	284	292	300	308	316	324
140	190	198	206	214	222	230	238	246	254	262	270	278	286	294	302	310	318	326
145	192	200	208	216	224	232	240	248	256	264	272	280	288	296	304	312	320	328
150	193	201	209	217	225	233	241	249	257	265	273	281	289	297	305	313	321	329
155	195	203	211	219	227	235	243	251	259	267	275	283	291	299	307	315	323	331
160	197	205	213	221	229	237	245	253	261	269	277	285	293	301	309	317	325	333
165	198	206	214	222	230	238	246	254	262	270	278	286	294	302	310	318	326	334
170	200	208	216	224	232	240	248	256	264	272	280	288	296	304	312	320	328	336
175	202	210	218	226	234	242	250	258	266	274	282	290	298	306	314	322	330	338
180	203	211	219	227	235	243	251	259	267	275	283	291	299	307	315	323	331	339

**ESTIMACION DE LOS COSTOS DE INVERSION Y PRODUCCION DEL FOSFATO DIAMONICO GRANULADO  
PARA DIFERENTES CARGOS POR CAPITAL  
(DOLARES DE 1982 POR TONELADA METRICA)**

Capacidad: 396 000 toneladas anuales

Emplazamiento	País desarrollado					País en desarrollo (Con alguna infraestructura)					País en desarrollo (Lugar apartado)					
	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60	
Inversión en la fábrica (millones de dóla.)	47					53					56					
Capital de explotación (millones de dóla.)	15					17					19					
Total invertido (millones de dóla.)	62					70					75					
Materia prima (dóla. por t)																
Acido fosfórico - 0,47 t de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	204.4					238.1					269.5					
Amoníaco - 0,225 t de NH <sub>3</sub>	45.0					45.0					45.0					
Otros gastos variables (dóla. por t)	7.0					7.0					7.0					
Índice porcentual de aprovechamiento	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60	
Costos fijos (dóla. por t)	16.8	18.7	21.0	24.0	28.0	18.6	20.7	23.2	26.6	31.0	19.5	21.7	24.4	27.9	32.5	
Cargo por capital, dóla./t al	5%	7.8	8.7	9.7	11.1	13.0	8.8	9.8	11.0	12.6	14.7	9.5	10.6	11.9	13.6	15.8
10%	15.6	17.4	19.4	22.2	26.0	17.6	19.6	22.0	25.2	29.4	19.0	21.2	23.8	27.2	31.6	
15%	23.4	26.1	29.1	33.3	34.0	26.4	29.4	33.0	37.8	44.1	28.5	31.8	35.7	40.8	47.4	
20%	31.2	34.8	38.8	44.4	52.0	35.2	39.2	44.0	50.4	58.8	38.0	42.4	47.6	54.4	63.2	
25%	39.0	43.5	48.5	55.5	65.0	44.0	49.0	55.0	63.0	73.5	47.5	53.0	59.5	68.0	79.0	
Precio de realización en dóla./t con cargo por capital del	5%	281.0	283.8	287.1	291.5	297.4	317.5	320.6	324.3	329.3	335.8	350.5	353.8	357.8	363.0	369.4
10%	288.8	292.5	296.8	302.6	310.4	326.3	330.4	335.3	341.9	350.5	360.0	364.4	369.7	376.6	385.6	
15%	296.6	301.2	306.5	316.7	323.4	335.1	340.2	346.3	354.5	365.2	369.5	375.0	381.6	390.2	401.4	
20%	304.4	309.9	316.2	324.8	336.4	343.9	350.1	357.3	367.1	379.9	379.0	385.6	393.5	403.8	417.2	
25%	312.2	318.6	325.9	335.9	349.4	352.7	359.8	368.3	379.7	394.6	388.5	396.2	405.4	417.4	433.0	

VARIACION DEL PRECIO DEL FOSFATO DIAMONICO EN FUNCION DEL PRECIO  
DE LAS MATERIAS PRIMAS EN UN EMPLAZAMIENTO DESARROLLADO  
(Dólares de 1982 por tonelada métrica)

Inversión en la fábrica: 47 millones de dólares  
Capital de explotación: 15 millones de dólares  
Total invertido: 62 millones de dólares

Capacidad: 396 000 toneladas anuales  
Aprovechamiento: 90% de la capacidad

dóla. por t de azufre	dóla. por t de fosfato																	
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
65	217	225	233	241	249	257	265	273	281	289	297	305	313	321	329	337	345	353
70	220	228	236	244	252	260	268	276	284	292	300	308	316	324	332	340	348	355
75	222	230	238	246	254	262	270	278	286	294	302	310	318	326	334	342	350	359
80	224	232	240	248	256	264	272	280	288	296	304	312	320	328	336	344	352	358
85	227	235	243	251	259	267	275	283	291	299	307	315	323	330	339	347	355	360
90	229	237	245	253	261	269	277	285	293	301	309	317	325	333	341	349	357	363
95	231	239	247	255	263	271	279	287	295	303	311	319	327	335	343	351	359	365
100	234	242	250	258	266	274	282	290	298	306	314	321	330	338	346	354	362	367
105	236	244	252	260	268	276	284	292	300	308	316	324	332	340	348	356	364	372
110	238	246	254	262	270	278	286	294	302	310	318	326	334	342	350	358	366	374
115	240	248	256	264	272	280	288	296	304	312	320	328	336	344	352	360	368	376
120	243	251	259	267	275	283	291	299	307	315	323	331	339	347	355	363	371	379
125	245	253	261	269	277	285	293	301	309	317	325	333	341	349	357	365	373	381
130	247	255	263	271	279	287	295	303	311	319	327	335	343	351	360	367	375	383
135	250	258	266	274	282	290	298	306	314	324	330	338	346	354	362	370	378	386
140	252	260	268	276	284	292	300	308	316	324	332	340	348	356	364	372	380	388
145	254	262	270	278	286	294	302	310	318	326	334	342	350	358	366	374	382	390
150	257	265	273	281	289	297	305	313	321	329	337	345	353	361	369	377	384	393
155	259	267	275	283	291	299	307	315	323	331	339	347	355	363	371	379	387	395
160	261	269	277	285	293	301	309	317	325	333	341	349	357	365	373	381	389	397
165	263	271	279	287	295	303	311	319	327	335	343	351	359	367	375	383	391	399
170	266	274	282	290	298	306	314	322	330	338	346	354	362	370	378	386	394	402
175	268	276	284	292	300	308	316	324	332	340	348	356	364	372	380	388	396	404
180	270	278	286	294	302	310	318	326	334	342	350	358	366	374	382	390	398	406

VARIACION DEL PRECIO DEL FOSFATO DIAMONICO EN FUNCION DEL  
 PRECIO DE LAS MATERIAS PRIMAS EN UN EMPLAZAMIENTO EN DESARROLLO  
 (Dólares de 1982 por tonelada métrica)

Inversión en la fábrica: 53 millones de dólares  
 Capital de explotación: 17 millones de dólares  
 Total invertido: 70 millones de dólares

Capacidad: 396 000 toneladas anuales  
 Aprovechamiento: 90% de la capacidad

dóla. por t de azufre	dóla. por t de fosfato																	
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
65	256	264	272	280	288	296	304	312	320	328	336	344	352	360	368	376	384	392
70	259	267	275	283	291	299	307	315	323	331	339	347	355	363	371	379	387	395
75	261	269	277	285	293	301	309	317	325	333	341	349	357	365	373	381	389	397
80	263	271	279	287	295	303	311	319	327	335	343	351	359	367	375	383	391	399
85	266	274	282	290	298	306	314	322	330	338	346	354	362	370	378	386	394	402
90	268	276	284	292	300	308	316	324	332	340	348	356	364	372	380	388	396	404
95	270	278	286	294	302	310	318	326	334	342	350	358	366	374	382	390	398	406
100	273	281	289	297	305	313	321	329	337	345	353	361	369	377	385	393	401	409
105	275	283	291	299	307	315	323	331	339	347	355	363	371	379	387	395	403	411
110	277	285	293	301	309	317	325	333	341	349	357	365	373	381	389	397	405	413
115	279	287	295	303	311	319	327	335	343	351	359	367	375	383	391	399	407	415
120	282	290	298	306	314	322	330	338	346	354	362	370	378	386	394	402	410	418
125	284	292	300	308	316	324	332	340	348	356	364	372	380	388	396	404	412	420
130	286	294	302	310	318	326	334	342	350	358	366	374	382	390	398	406	414	422
135	289	297	305	313	321	329	337	345	353	361	369	377	385	393	401	409	417	425
140	291	299	307	315	323	331	339	347	355	363	371	379	387	395	403	411	419	427
145	293	301	309	317	325	333	341	349	357	365	373	381	389	397	405	413	421	429
150	296	304	312	320	328	336	344	352	360	368	376	384	392	400	408	416	424	432
155	298	306	314	322	330	338	346	354	362	370	378	386	394	402	410	418	426	434
160	300	308	316	324	332	340	348	356	364	372	380	388	396	404	412	420	428	436
165	302	310	318	326	334	342	350	358	366	374	382	390	398	406	414	422	430	438
170	305	313	321	329	337	345	353	361	369	377	385	393	401	409	417	425	433	441
175	307	315	323	331	339	347	355	363	371	379	387	395	403	411	419	427	435	443
180	309	317	325	333	341	349	357	365	373	381	389	397	405	413	421	429	437	445

**ESTIMACION DE LOS COSTOS DE INVERSION Y PRODUCCION DE NITROFOSFATO Y NITRATO AMONICO  
PARA DIFERENTES CARGOS POR CAPITAL - 1982  
(DOLARES DE 1982 POR TONELADA METRICA)**

Capacidad - 554 400 toneladas anuales (22:22:0)  
412 500 toneladas anuales (33,5:0:0)  
966 900 toneladas anuales (26,9:12,6:0)

Fórmula media - 26,9:12,6:0

Emplazamiento	País desarrollado					País desarrollado					País en desarrollo (Con alguna infraestructura)					País en desarrollo (Lugar apartado)				
	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60
Inversión en la fábrica (millones de dóls.)	354					354					463					555				
Capital de explotación (millones de dóls.)	26					32					47					59				
Total invertido (millones de dóls.)	380					386					510					614				
Precio del gas en dóls. por millón de BTU	3.0					5.0					2.0					1.0				
Costo del gas en dóls. por t de producto	53.0					88.3					35.3					17.7				
Costo del fosfato natural en dóls. por t del producto	14.6					14.6					14.6					14.6				
Otros gastos variables	18.2					18.2					18.2					18.2				
Indice porcentual de aprovechamiento	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60	100	90	80	70	60
Costos fijos (dóls. por t del producto)	33.2	39.1	66.5	76.0	88.7	33.2	39.1	66.5	76.0	88.7	66.8	74.2	83.5	95.4	111.3	78.2	86.9	97.7	111.7	130.3
Cargo por capital (dóls./t al	5%	10%	15%	20%	25%	5%	10%	15%	20%	25%	5%	10%	15%	20%	25%	5%	10%	15%	20%	25%
	19.6	21.8	24.5	28.0	32.7	20.0	22.2	25.0	28.6	33.3	26.4	29.3	33.0	37.7	44.0	31.7	35.2	39.6	45.2	52.8
	39.2	43.6	49.0	55.0	63.4	40.0	44.4	50.0	57.2	66.6	52.8	58.6	66.0	75.4	88.0	63.4	70.4	79.2	90.6	105.6
	58.8	65.4	73.3	84.0	98.1	60.0	66.6	75.0	85.8	99.9	79.2	87.9	99.0	113.1	132.0	95.1	105.8	118.8	135.9	158.6
	78.4	87.2	98.0	112.0	130.8	80.0	88.8	100.0	114.4	132.2	103.6	117.2	132.0	150.8	176.0	126.8	140.8	158.4	181.2	211.2
	98.0	109.0	122.5	140.0	163.5	100.0	111.0	125.0	143.0	166.5	132.0	146.5	165.0	188.5	220.0	158.5	176.1	198.0	226.5	264.0
Precio de realización en dóls./t con cargo por capital del	5%	10%	15%	20%	25%	5%	10%	15%	20%	25%	5%	10%	15%	20%	25%	5%	10%	15%	20%	25%
	158.6	166.7	176.8	189.8	207.2	194.3	202.4	212.6	225.7	243.1	161.3	171.6	184.6	210.2	223.4	160.4	172.5	187.8	207.4	231.6
	178.2	188.5	201.3	217.8	239.9	214.3	224.6	237.6	254.3	276.4	187.7	200.9	217.6	238.9	267.4	192.1	207.8	227.4	252.6	284.4
	197.8	210.3	225.8	245.8	272.6	234.3	246.8	262.6	282.9	309.7	214.1	230.2	250.2	276.6	311.4	223.8	243.0	267.0	297.8	335.2
	217.4	232.1	250.3	273.8	305.3	254.3	269.0	287.6	311.5	343.0	240.5	259.5	283.6	314.3	355.4	255.5	278.2	306.6	343.0	392.0
	237.0	253.9	274.8	301.8	338.0	274.3	291.2	312.6	340.1	376.3	267.0	288.8	316.6	352.0	399.4	287.2	313.4	346.2	388.2	444.8

