

PROYECTO DE UNA PLANTA TIPICA

PETROQUIMICA PARA UN PAIS EN

VIAS DE DESARROLLO

(1ra. PARTE )

ELEODORO MAYORGA ALBA

Tesis para optar el Grado de  
Ingeniero de Petróleo

Lima, Diciembre de 1973.

# INDICE

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

## CAPITULO II

### ESTUDIO DE MERCADO :

- 1.- Generalidades
- 2.- Estudio del Mercado Peruano
- 3.- Estudio del Mercado Externo

## CAPITULO III

### ESTUDIO DE LOCALIZACION

- 1.- Alternativas de localización
- 2.- Estudio de los factores **locacionales**
- 3.- Estudio comparativo de costos de operación
- 4.- Decisión de localización.

## CAPITULO IV

### ASPECTOS **TÉCNICOS** ( 1ra. Parte )

- 1.- Estudio de los **Métodos** de Obtención
- 2.- **Tecnologías** disponibles.
- 3.- Selección del Proceso.
- 4.- Descripción de la Unidad.

## CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como objetivo dar una **metodología** para **He - var** adelante estudios **técnico-económico** de proyectos de inversión al interior de la industria **petroquímica**, en un país en vías de desarrollo, caso **Perú**

**Concientes** de la gran importancia que la **petroquímica** ha ganado para el hombre, en tanto que **industria** creadora de un sin **numero** de bienes imprescindibles en la sociedad actual; y juzgando impostergable su **implementación** en nuestro país, creemos que nuestro esfuerzo responde a una necesidad urgente.

La industria aparece en su origen como una extensión de la **refinación** de petróleo, su fuente materias primas, pero hoy en **dic** es una realidad aparte ; por el grado de desarrollo y **tecnificación** que ha alcanzado y por los **parametro** económicos específicos que la rigen.

**Así** tenemos que comparada con la **energía** proveniente de los hidrocarburos utiliza solo del 3 % al 4 % de la producción mundial de petróleo y gas pero sus ingresos, al año 1960, ya eran del 15 % del total de la actividad petrolera. **Este** hecho le ha conferido un enorme atractivo económico; vemos pues que mientras un hidrocarburo líquido bruto vale alrededor de 0.01 \$/lb; los productos refinados entre 0.015 a 0.02 \$/lb, el precio promedio de los productos **petroquímicos** oscila entre 0.01 a 0.15 \$/lb.

Notable de señalar también es la correlación que existe entre el consumo de estos productos con el nivel de vida de los países y lógicamente con su grado de desarrollo; por ejemplo si el consumo mundial de materiales plásticos y resinas sintéticas fue el año 1977 de 8.5 kilos por habitante, en Alemania se consumen 59 kgs., en Japón 39.5, en España 14.5; en Argentina 8.1 y en el Perú apenas se alcanzó la cifra de 3.1 kgs. por habitante.

Hasta el presente la petroquímica en nuestro país ha tenido un pequeño desarrollo, a través de fabricas de productos fluidos o de abonos nitrogenados estando todos concientes de que un verdadero despegue es impostergable.

Al respecto la implementación de esta industria esta actualmente encuadrada al interior de la programación del Grupo Andino, a razón de deficiencia de mercado y comunidad de intereses y problemas con los países miembros.

Las perspectivas de desarrollo de la petroquímica al interior de la sub-región, son extraordinariamente interesantes en vista de la conjugación de varios factores favorables que le pueden conferir al Grupo Andino una posición altamente competitiva en el mercado internacional, así tenemos que los países del Acuerdo de Cartagena poseen cuantiosas reservas probadas de petróleo y gas natural y las probables se estiman en 3,500 millones de metros cúbicos de petróleo y de P400,000 millones de metros cúbicos de gas natural.

Por otra parte las condiciones del mercado mundial por la llamada "crisis energética" amplían las posibilidades petroquímicas basadas en el ma

cado sub-regional, si se toma en cuenta una marcada **escasez** mundial de **productos** petroquímicos, con lo que se abre a favor de los países un campo que les puede permitir realizar exportaciones de productos de un mayor valor **agregado** a un mercado estable y de precios firmes. El rápido **recimiento** de la **industria** a nivel mundial ha significado una mayor demanda de hidrocarburos **como** materia prima. Su incidencia en algunos países industrializados que no cuentan en su **mayoría** con recursos naturales llega hasta el 10 % del consumo de hidrocarburos.

En lo que respecta a las proyecciones de demanda de la sub-región incorporando el mercado venezolano y **las** nuevas tendencias tecnológicas y de consumo tenemos que para el año 1985 se requerirán para satisfacer las **necesidades** internas una producción que **sobrepasará** en materias básicas las 700 mil toneladas de **etileno** y las 400 mil toneladas de productos aromáticos.

Si se conjugan los dos elementos : abundancia de recursos naturales y demanda, interna de apreciable magnitud, y externa prorsore se puede **previsar** sin temor a equivocarse que las perspectivas de la industria petroquímica son **alagadoras** y permitirán un desarrollo eficiente. **Aún** más si se consolida la tendencia de algunos países industrializados de no incrementar su capacidad de fabricación por razones de contaminación ambiental, en sus propias áreas, muchas de las plantas sub-regionales podrán diseñarse para la exportación **elevarándose** considerablemente el valor agregado y el monto de las utilidades por generarse.

Podemos pues concluir que la **petroquímica** en el Perú, como en los **demás** países andinos tiene un gran futuro, su punto de partida serán **lógicamente** producciones al mercado interior pero su expansión a mercados mayores parece asegurada.

La concepción de una política **petroquímica** que **dinamice** esta partida al auto-consumo **parecería** urgente en nuestro país para alcanzar un **crecimiento** dinámico y seguro. Creemos al respecto, que a corto plazo la industria deberá encaminarse en primer lugar a la producción de productos finales; cuya introducción y fabricación local tendrán un efecto **incrementador** del mercado propio a la industria, permitiendo ganar en experiencia y **tecnología**. Conforme las plantas sean mayores en número y capacidad permitirán una **integración** al origen es decir la producción de **básicos como** un segundo paso hacia la implementación de plantas de gran volumen dedicadas a la exportación.

En general existen dos esquemas alternativos para la producción de los productos **petroquímicos**, el desarrollo independiente y el desarrollo integrado. Por desarrollo independiente se entiende la elaboración de cada producto independientemente **de** los requerimientos de otros y usando materia prima específica para cada uno. El desarrollo integrado es la producción simultánea de varios productos a **través** de un complejo petroquímico que **aprovecharía** - igual fuente de materia prima, **servicios** comunes y mejorarán el aprovechamiento de los coproductos..

Lógicamente en nuestro caso el desarrollo integrado presenta amplias ventajas pero sólo será posible cuando las condiciones de mercado, medidas en Ton. de etileno suficientes lo permitan; luego deberemos comenzar por un desarrollo independiente.

Esta ha sido la razón fundamental que nos ha llevado a escoger a la Acetona y el Alcohol isopropílico como los productos cuyo proyecto de fabricación será ejemplo a lo largo del trabajo; ya que ellos partiendo de los gases del Craqueo Catalítico pueden ser obtenidos sin necesidad de complejos mayores. Nuestra elección es por lo tanto consecuente con la política petroquímica nacional que postulamos.

La industria petroquímica posee las siguientes características propias:

- Volumen de las inversiones.
- Complejidad de las instalaciones.
- Diversidad de productos
- Economía de escala en la producción.
- Efecto multiplicador generado por su instalación.

Ante tales características la técnica común de estudios de inversión establece corrientemente que a partir de una serie de inputs (volumenes de mandados, precios, costos,... etc.) más o menos aleatorios se deba calcular el valor esperado de la rentabilidad del proyecto.



Creemos sin embargo que para el caso de un país en vías de desarrollo el criterio de maximización de la rentabilidad para la selección de proyectos petroquímicos, considerando las características propias de la industria y del país, es bastante limitado y otras variables que revisaremos al interior de la presente tesis, tanto de efecto económico como de progreso social, deben ser en gran parte las que determinen nuestra decisión final.

En lo que a la técnica de elaboración de proyectos se refiere, partiremos del estudio de mercado. En él debemos estudiar en primer lugar, las proyecciones de demanda del país y de los países miembros de la sub-región andina, en cuanto pueda recibir nuestras producciones; en segundo lugar analizaremos la posibilidad de sustitución por otros productos; de manera a confirmar cifras como las mejores estimados de demanda. Como conclusión de este segundo capítulo tendremos un tamaño original para la planta.

Un estudio aparte será el de localización; en principio las plantas de gran capacidad se han centralizado en complejos sea abasteciendo directamente los mercados de los países industrializados o en puntos estratégicos de exportación. Conocedores por otro lado del efecto motor de desarrollo y de su fuente de riqueza que para una región determinada tiene la ubicación en ella de la petroquímica creemos que un estudio de localización es extremadamente importante, cuando tenemos como meta industrializarnos.

Es incuestionable **tambien** lo que la centralización de industria a traído, si **que** trayendo como problema al país, por ello que este estudio **deberá** tener muy en cuenta una política descentralizadora coherente.

El siguiente capitulo es la elección de la tecnología bajo la cual se **construirá** la planta; es decir aquella que aproveche **optimamente** nuestra materia prima, se ajuste al tamaño de planta original y sea tanto **tecnológica** como **económicamente** **optimal**.

Cabe señalar que para **los** países del 3er. Mundo el problema de **comp** **prc** de **tecnológica** es bastante duro; más aun cuando el desarrollo mundial nos empuja a soluciones **tecnológicas** cada vez más insospechadas. **Asi** tenemos para cada proceso muchas patentes que responden a necesidades otras que - las nuestras, luego solo un estudio racional nos permitirá hacer la mejor selección.

Al determinar la tecnología podemos conocer el equipo necesario, y la parte de el que puede ser suministrado por la industria nacional **maximi-** **zandose** de esta manera el beneficio económico que del proyecto se extraiga.

Una vez determinado el mercado, la localización y la tecnología **pc** demos pasar al estudio de capacidad ; el cual comprenderá la selección de alternativas sobre la base de la capacidad original señalada por el estudio

de mercado, para luego entrar al estudio económico de selección del tamaño de planta final.

Un capítulo aparte será el estudio de la organización del personal de la planta; al respecto debe señalarse que la petroquímica es una industria intensiva en capital, siendo por lo tanto muy pequeño el número de empleos creados por soles invertidos. En esta parte de la tesis debemos determinar el personal técnico, el número de profesionales, el tipo de calificación requerida y las necesidades futuras de acuerdo a un organigrama y a los planes de crecimiento que se tengan.

Antes de pasar al análisis económico hemos querido extendernos en un estudio aparte de los costos, tanto directos como indirectos, rubro por rubro de manera a poder identificar al interior de cada uno de ellos sus montos como sus variaciones previsibles futuras.

Finalmente, luego de determinar la inversión fija a realizar (parte en moneda nacional y parte en divisas) pasaremos al estudio económico de los flujos de fondos desde el punto de vista del empresario privado, de la empresa pública y del país. Este estudio tendrá como objetivo, cuantificar el beneficio que con la instalación de la planta se alcanzará.

## CAPITULO

II

## ESTUDIO DE MERCADO

**El estudio de Mercado comprenderá una parte introductoria para mostrar las características propias de la demanda de los productos petroquímicos en países en vías de desarrollo, cuya evolución durante el ciclo de vida de los productos es particular.**

**El primer estudio de demanda será realizado al interior del Mercado Nacional, tanto como extrapolación histórica, como considerando las tendencias futuras de consumo ligadas al crecimiento de los parámetros macro-económicos.**

**El segundo estudio de Mercado medirá nuestro potencial de exportación principalmente a los países miembros del Grupo Andino, cuyas características de consumo son similares a las nuestras. El total que alcancemos para ambos mercados (nacional y externo) dará la primera aproximación para determinar la capacidad de la planta.**

**Finalmente, se revisará las normas de comercialización que rigen las ventas de los productos en estos mercados, así como también se hará un análisis de la elasticidad de cambio o de sustitución por otros productos similares.**

## 1.- GENERALIDADES . -

Consideramos que los productos **petroquímicos**, como todo bien de consumo, pasa por un ciclo patrón de crecimiento (ciclo vital) - que va desde su nacimiento, creación o descubrimiento, hasta su **obsolescencia**, pasando por su etapa mas importante, cuando su demanda llega al **máximo**.

Consideramos a la industria petroquímica como una **industria petroquímica**, de la industria química general, como lo hacen las Naciones Unidas en su Clasificación General de 17 grupos en que **estar** integrados con **juntamente** con otros productos, los petroquímicos. Consideramos la industria petroquímica como nueva, comparada con la química general; la consideraremos **as** mismo por sus antecedentes **históricos** posterior a la primera; y, por último, consideramos que existe analogía, diferenciada en el tiempo, con la industria química. Aun reconociendo que no existe necesariamente **interrelación** entre ellas, como no la existe entre la química **orgánica** e **inorgánica**, ni aun entre un producto u otro cualquiera, de estos campos, no podemos negar su analogía.

De esta analogía partimos a demostrar la teoría siguiente aplicada al comportamiento de la industria química en general, por ser mas antigua, y como veremos aplicable a la petroquímica .

"Que cuando aparece en cualquier mercado un producto **químico**, su demanda esta en función de las **espectativas** del consumidor. Hoy día no se desarrolla **ningun** producto que no tenga una demanda potencial, es decir si no existe necesidad del **mismo**."

Este fenómeno explica el crecimiento inicial que planteamos y que hemos llamado la Primera Etapa. Sabemos, incluso que este concepto básico, no puede estar limitado a cierta industria, sino que incluye a todo bien de consumo.

En esta etapa de despegue es indudable que la industria petroquímica, por su dinamismo y sensibilidad sea mayor, mas alta y posiblemente dentro de un tiempo mas corto. A la etapa de Despegue de la industria petroquímica le podemos acordar una tasa de crecimiento entre 10% a 15% por la experiencia histórica que se desprende del estudio de mercado para el producto en cuestion.

Demostraremos la existencia de la Segunda Etapa, no sólo porque en el tiempo se note un cambio de ritmo mencionado para los diferentes productos confrontados, sino porque creemos tener una explicación del fenómeno;

"Cuando un producto es conocido en algún territorio y sobretodo, cuando empieza su producción local, hecho que generalmente coincide con el inicio de la etapa, por la facilidad de tenerlo a mano, de comprarlo en moneda nacional y de evitarse engorrosos trámites aduaneros, como barreras infranqueables para su importación, se trata de utilizarlo al máximo."

Aceptando esta premisa, podemos continuar explicando el porque de un crecimiento acelerado que llega en algunos casos al 100% en un año y que nosotros estimamos para los petroquímicos entre tasas de



**de crecimiento del 15% al 25%.**

Hubieramos querido, sin embargo, con el fin de demostrar con mayores argumentos esta segunda etapa, ir hasta límites mas profundos - investigando las posibilidades de cada producto en nuevas industrias y sobre todo el efecto sustitutoria que tiene muchos de ellos en los productos de consumo tradicional, como son por ejemplo: el uso del PVC en pisos, en lugar de maderas; en forro y tapiz de muebles y automoviles, en lugar de tela; en zapatos en lugar de cuero; etc. Asi mismo el uso de Polietilenc de Baja Densidad remplazando el papel para bolsas, el Polietilenc de Alta, remplazando cajas para bebidas.

De igual manera podriamos enumerar gran cantidad de ejemplos que serían importantes de citar. Cabe señalar que este reemplazo del producto tradicional se hace por ser el petroquímico mas económico y - que si la producción no lo sería este reemplazo o sustitución será mas larga.

La explicación del crecimiento aparentemente anormal, en esta segunda etapa, que fue imposible correlacionar con las variables macroeconómicas (PNB, PNB Sector Químico, etc) creernos que se debe a esta demanda potencial que consideramos compuesta, de la demanda histórica de la demanda causada por la sustitución de productos incorporados que se importan paralelamente sin haber puesto atención en el contenido de sus constituyentes y, de la demanda causada por la sustitución de productos tradicionales de acuerdo a los ejemplos citados.

Cabe señalar que en las actuales condiciones los países en **vías de desarrollo** importan gran parte de los productos en forma de incorporados ó sustitutos ; siendo mayor la tendencia, cuanto menor es el grado de desarrollo alcanzado. Hay pues en la segunda etapa una demanda real y otra potencial de productos **petroquímicos** , y sólo en el momento en que todos los productos petroquímicos intermedios se fabriquen , **serán** normalizadas o asentadas las tasas de crecimiento que tengan relación con las variables macroeconómicas, que ahora no pudieron ser utilizadas.

Por otro lado, consideramos **también** que si a esta demanda de sustitución de incorporados no **tradicionales** les sumamos las sustituciones de productos tradicionales, tenemos un nuevo levantamiento de las tasas anuales . Estas dos demandas indivisibles explican el fenómeno del alto crecimiento de los productos **petroquímicos** en la segunda etapa.

Ahora falta, para llevar a cabo las proyecciones , la **medición exacta** de estos incrementos lo cual consideramos es la parte **difícil** del **problema** , ya que cada producto se comporta en forma distinta e independiente de otro; y no sólo, **sino** que independientemente **también** del mismo, en otro **país** . Por esto pensamos que estas tasas sólo podrán evaluarse a base de la opinión de expertos en cada materia con el fin de minimizar errores.

Nos quedaría ahora por demostrar lo que entendemos o proponemos como Tercera Etapa , que , de admitirse reviste especial importancia par

re planificar el futuro de la industria petroquímica nacional.

"Decimos que esta etapa empieza cuando los diferentes productos entran en su ciclo de asentamiento, ya no hay incorporaciones ni reemplazos y sólo crecerá en tasas que consideramos normales y que estimamos en 8% ", desprendiéndose esta cifra del promedio mundial de crecimiento de la industria química que consideramos ya madura y que contiene productos petroquímicos.

De ser aceptada esta teoría, en su concepción general, es necesario considerar en el momento de elaborar estudios de mercado que llegará un momento, (tercera etapa) que la tasa productos bajará si no violentamente, en forma rápida gradual, por lo que hace necesario proyectar plantas y complejos con planes que se cumplan de acuerdo con esta situación para evitarnos en el futuro superproducciones sin demanda.

Hay necesidad de proyectar. Par, considerando todas las variables posibles para no cometer errores irreparables que vayan a ser desmedro de la economía de nuestra patria. No hay que olvidar los altos costos de inversión que requieren este sector.

Claro está que esto es una generalización, y que cada caso debe estudiarse particularmente, sólo queremos señalar el problema que podría causar el entusiasmo creado por proyecciones lineales históricas que en nuestro concepto son super optimistas, porque se han planteado con las tasas de crecimiento alto, correspondiente a la segunda etapa que ahora vivimos.

Por último para terminar debemos aclarar que esta teoría se plantea en resumen debido al escaso tiempo en que se ha realizado, ya que cree-

mos perfectamente **medurable** la demanda potencial de cada producto de la segunda etapa, si se conocen las importaciones de todos los productos incorporados y se saca el valor porcentual por experiencia histórica de la sustitución de los productos tradicionales.

Damos a **continuación** un gráfico en el *que* se puede *ver* objetivamente el crecimiento de la industria petroquímica de acuerdo **a la teoría** expuesta.

## 2.- ESTUDIO DEL MERCADO PERUANO

El estudio del Mercado Nacional partirá del análisis de la tendencia histórica de consumo; para luego, relacionada con el crecimiento y las proyecciones futuras; sino de base para obtener el pronóstico de demanda a 1995; fecha límite del proyecto.

Con este fin; el consumo de cada producto deberá ser segmentado de acuerdo a los sectores industriales usuarios; estudiándose al interior de cada uno de ellos, las principales variables que influenciarán nuestro pronóstico. Así tenemos que deberá tenerse en cuenta el número de usuarios en cada sector y sus planes de crecimiento, los proyectos nuevos o ampliaciones en relación al desarrollo previsto de la economía nacional y andina; y los niveles de precio y calidad que ellos demandan.

La metodología de trabajo mas apropiada es la entrevista directa con el usuario; basada en la respuesta de un formulario que permita posteriormente la obtención de una cifra de demanda potencial total para cada sector industrial. El conjunto de sectores usuarios dará el pronóstico.

La tasa de crecimiento que se observe en el estimado de demanda para cada producto determinará en el tiempo el grado de madurez del mundo. A priori podemos fijar que la tasa de los dos o tres primeros años se sitúe entre el 10 al 15 % es decir correspondiente a la etapa de vida del producto; su introducción sin fabricación local.

Veremos posteriormente que ha **implementación** de la industria, permitirá un mejor abastecimiento y la ejecución de nuevos proyectos, lo que significará elevaciones de la tasa de crecimiento de la demanda a 30% o más para los años posteriores a la puesta en marcha del producto.

En nuestro caso; los solventes **isopropanol** y acetona; son insumos industriales de uso bastante generalizado; que son importados principalmente de Holanda y U.S.A. y su precio promedio para el usuario puesto en planta incluyendo, fletes, seguros, derechos de importación, — etc., es de 12 Soles/Kg. para el **isopropanol** y 10 Soles/Kg para la acetona.

a). - Segmentación del Mercado Existente

Los sectores industriales usuarios más importantes y sobre los cuales se **llevará** adelante el estudio son:

- Para el alcohol **isopropílico** ;971).

<u>Sector</u>	<u>% del Mercado</u>
. Pinturas	48
. Productos <b>Químicos</b>	16
. Ensamblaje	13
. Productos Plásticos	12
. Otros	11

- **Para la acetona (1971 )**

<u>Sector</u>	<u>% del Mercado</u>
▪ Pinturas	59
▪ Fibras	14
▪ Productos Químicos	13
▪ Gases Industriales	6
▪ Productos Plásticos	4
▪ Otros	4

En esta segmentación deberá tenerse un cuidado especial al considerar los sectores que **podrían** utilizar el producto. Este hecho responde al **recurso** que la industria **petroquímica** introduce en las modalidades de consumo tradicionales.

Sector Pinturas

Existen varios tipos de solventes que entran en la fabricación de pinturas, barnices, lacas, ... etc., en diversas cantidades para **disminuir la viscosidad haciendo posible su** mejor aplicación en capas delgadas y uniformes.

**Pe** efectos del estudio se logró identificar 19 empresas; 5 de las cuales **representaban** el 80 % de la producción; y solo 1 de las - empresas estudiadas ubicada fuera de Lima.

Todas las compañías compran los solventes por pedido directo a Shell, Unión Carbide y Holanda Pera y reciben el producto sea a granel o en cilindros sin mostrarse "rigurosas" en cuanto a las especificaciones características de estas. Los precios en promedio pagando derechos aduaneros, fletes, gastos de despacho y otros ascien den a:

- Acetona 12.00 Soles/Kg. o 35.85 Soles/galón.
- Alcohol Isopropílico : 13.30 S°/Kg o S. 39.60 Soles/galón.

La tendencia histórica de consumo para el total del sector es aproximadamente

<u>Año</u>	<u>T. Acetona</u>	<u>TM/IPA</u>
1969	500.0	92.3
1970	615.0	100.0
1971	729.6	159.6
1972	966.2	175.0
1973	1,123.0	193.0

La demanda para los diversos tipos de pinturas en los próximos años mostrarán un crecimiento substancial si se tiene en cuenta los planes de crecimiento de sectores como vivienda; parque automotriz, industria en general.

Por ejemplo en vivienda según el plan 1971-1975 en e quinquenio



se **construirán** 463,000 casas **requiriéndose** 116 MM.m<sup>2</sup>. de pintura.

Las **ensambladoras** en pocos años a proveer el 50 % del Parque Nacional de ver culos.

Con estas consideraciones y **agregando** los crecimientos que se esperan en otros sectores y el **hecho** que las fabricas de pintura operan a un 70 % de capacidad instalada; **importándose** aun ciertos tipos posibles en el futuro de fabricarse en el pais se estima un crecimiento promedio anual de 15 % para el alcohol **isopropilico** y de 19 % para la acetona.

En lo que respecta a las consideraciones de sustitución de los solventes los principales factores son :

- . Factor **volatibilidad**
- Factor compatibilidad con la resina
- . Factor Económico.

Los solventes que se consideran recién el Acetato de Etilo, **Metil Etil Cetona** y el **Metil Isobutil Cetona** cuyos precios y % de **reemplazo** en el caso de los **Thinners** con respecto a la Acetona son

<u>Solvente</u>	<u>% Factibilidad Técnica</u>	<u>Precio FOB. USA.</u>
Acetato de Etilo	80	264
Metil Etil Cetona	45	253
Metil Isobuti Cetona	5	308
Acetona		129

La gran diferencia de precios ha hecho que los usuarios locales se vean precisados a incluirlos en sus formularios por razones mínimas técnicas.

Una vez que se ha evaluado la posibilidad de un aumento que doblase el precio de la acetona, se podría evaluar una posible sustitución y que ella no podrá ganar los mercados de los otros solventes ya que estos son los mínimos técnicos.

Bajo estas consideraciones podemos predecir el siguiente comportamiento de la demanda.

<u>Año</u>	<u>Alcohol Isopropílico</u>		<u>Acetona</u>	
	<u>Tasa</u>	<u>Volumen</u>	<u>Tasa</u>	<u>Volumen</u>
1974	25	235	14	1,284
	4	245	13	1,448
1976	14	280	13	1,637
1977	30	364	12	1,820
1978	18	425	25	2,270
1979	18	500	32	3,000
1980	10	550	30	3,900
<b>Tasa Promedio</b>	<b>14 %</b>		<b>20 %</b>	

Sector Productos Químicos

Para efectos del estudio se ha agrupado en este Sector a diversas compañías que emplean tanto el Alcohol Isopropílico como la Acetona ya como materia prima o en uso directo.

Se lograron entrevistar 12 empresas, que representan el 70 % del Sector, todas ubicadas en la zona de Lima - Callao; comprobándose que para el alcohol isopropílico 2 empresas son mayoritarias y - para la acetona 3 poseen las tres cuartas partes del consumo total.

Los proveedores actuales son Shel y Unión Carbide que entregan los productos a granel o en cilindros por pedidos directos, los precios promedios son de

Acetona	12.30 Soles/Kg.	36.90 Soles/galón
Isopropano	12.85 Soles/Kg.	38.15 Soles/galón

El consumo histórico deducido sobre la base de las importaciones es

<u>Año</u>	<u>Acetona</u>	<u>I F A</u>
1969	95.0	52.4
1970	120.0	56.2
1971	156.0	51.4
1972	197.6	72.0
1973	246.0	86.0

Las proyecciones proporcionadas por los fabricantes de productos químicos señalan que el alcohol isopropílico crecerá a una tasa promedio del 16 %, mientras que la Acetona lo hará a una tasa del 75 %.

Existen posibilidades de sustitución por isopropano en la fabricación de tintas flexográficas tipo poliamida para imprimir sobre película, en lugar de etanol.

Si la tendencia en la industria de impresiones fuera imprimir más sobre plástico que sobre papel, cabra esperar una sustitución ven-  
ta del 30 % del etanol crudo por el IPA.

<b>AÑO</b>	<b>IPA usado en tintas,</b>	<b>Etanol usado en tintas.</b>	<b>Mercado Adi- cional (30%) al IPA</b>
1970	40	12	
1975	120	36	11
1980	225	67	20

Bajo estas consideraciones; construir el siguiente pronóstico para los años subsiguientes para los solventes en estudio.

<u>AÑO</u>	<u>Alcohol Isopropílico</u>		<u>Acetona</u>	
	<u>Tasa</u>	<u>Volumen</u>	<u>Tasa</u>	<u>Volumen</u>
1974	11	95.7	18	290
1975	26	120.0	26	365
1976	19	143.0	17	426
1977	12	160.0	17	500
1978	19	190.0	14	570
1979	19	225.0	11	630
1980	22	275.0	8	680

---

Tasa Promedio:                      19    15

Sector Productos Plásticos :

Estos solventes son utilizados en la **fabricación** de envolturas flexibles, **en las fabricas** de calzado plástico y en otras de telas plásticas y de sacos de **polipropileno**.

Una sola **compañía** representa el 80 % del consumo de los fabricantes de calzado **plástico**, para la acetona.

Las condiciones de precio y calidad son **idénticas** a los otros sectores y compran a los mismos proveedores.

La demanda histórica ha sido

<b>AÑO</b>	<b>IPA</b>	<b>ACETONA</b>
<b>1969</b>	<b>37.4</b>	<b>44.0</b>
<b>1970</b>	<b>40.2</b>	<b>48.0</b>
<b>1971</b>	<b>38.5</b>	<b>54.2</b>
<b>1972</b>	<b>58.0</b>	<b>66.7</b>
<b>1973</b>	<b>76.0</b>	<b>77.5</b>

Los pronósticos de consumo de alcohol isopropílico de acuerdo a los planes de expansión de estos usuarios se esperan sean de 15 % anual; y para la acetona del 22 % anual.

<b>AÑO</b>	<b>IPA</b>		<b>ACETONA</b>	
	<b>Tasa</b>	<b>Volumen</b>	<b>Tasa</b>	<b>Volumen</b>
<b>1974</b>	<b>14</b>	<b>86.3</b>	<b>17</b>	<b>91</b>
<b>1975</b>	<b>8</b>	<b>93.0</b>	<b>26</b>	<b>114.0</b>
<b>1976</b>	<b>8</b>	<b>100.0</b>	<b>18</b>	<b>134.0</b>
<b>1977</b>	<b>20</b>	<b>120.0</b>	<b>15</b>	<b>155.0</b>
<b>1978</b>	<b>18</b>	<b>142.0</b>	<b>23</b>	<b>190.0</b>
<b>1979</b>	<b>20</b>	<b>170.0</b>	<b>31</b>	<b>248.0</b>
<b>1980</b>	<b>18</b>	<b>200.0</b>	<b>21</b>	<b>300.0</b>

---

<b>Tasa promedio</b>	<b>15%</b>	<b>22%</b>
----------------------	------------	------------

Sector Fibras T xtiles

Este sector agrupa las ~~compa as dedicadas~~ a la fabricaci n de hilados y fibras tanto naturales como  ~~sint ticas~~. Usan como solvente Acetona.

Se entrevistaron 3 usuarios; 1 de ellos representa el 92 % del mercado del sector. Esta Compa a ha tenido un crecimiento del orden del 7 % anual y se estima que  ~~contin e dentro del~~ mismo valor.

Las compras se realizan a  ~~Shel~~ y reciben el solvente en cilindros de 55 galones; con alto requerimiento de calidad. El precio de  ~~cor a en planta~~ es de 9.89 Soles: Kg.

La demanda hist rica ha sido :

AÑO	ACETONA
1969	140
1970	150
1971	170
1972	182
1973	188

y las proyecciones futuras se estiman  ~~crecer~~ con una tasa promedio de 8 % para el periodo 1974-1980.

AÑO	ACETONA	
	Tasa	Volumen
1974	7	201
1975		220
1976	2	225
1977	6	240
1978	8	260
1979	12	290
1980	7	310

**Tasa Promedio :** 8 %

**Sector Ensambladoras :**

En este sector el Alcohol **isopropílico** se usa para el adelgazamiento de pinturas y el decapado de las **unidades** previas a la operación pintado.

De 5 ensambladoras en el país solo 2 utilizan IPA y los otros emplean **Varsol** c Alcohol etílico para los nuevos fines. Los usuarios representan el **60 %** de la producción automotriz nacional a año 1971.

La demanda histórica ha sido :



<b>AÑO</b>	<b><u>IPA (TM/Año)</u></b>
1969	37.4
1970	40.2
1971	44.0
1972	58.8
1973	63.5

La **Cía. Shel** abastece a las usuarias con cilindros de 55 galones. Las empresas prefieren cilindros ya que hay menos riesgo de que el **IPA** contenga agua que generará problemas de corrosión futuras. **El precio** es de 30 Soles/galón incluido el cilindro.

De acuerdo a los pronósticos de estas dos ensambladoras el consumo de Alcohol isopropílico crece a una tasa promedio de 15 % anual.

Importante de indicar es la posibilidad de sustitución del Varso ó del alcohol etílico que no evaporan totalmente dejando residuos que atentan contra la calidad del acabado. Pero la diferencia de precios es notoria.

<b>SOLVENTE</b>	<b>PRECIO S/o./Kg.</b>
Varso	4
Etanol	3
Isopropano	27

Todo **dependere** pues de la política de comercialización de la venta de nuestro solvente y la **políticc** de costos de las ensambladoras en bajar - o mejorar su calidad.

La ganancia o **pérdida** de mercado posibles en el sector son :

<b>AÑO</b>	<b>DEMANDA</b> IPA	<b>GANANCIA</b>	<b>PERDIDA</b>
1970	40.2	-	-
1975	77	38	77
1980	200	100	200

**Pronóstico de Consumo :**

<b>AÑO</b>	IPA	
	<u>Tasa</u>	<u>Volumen</u>
1974	13	72.0
1975	7	77.0
1976	14	88.0
1977	8	95.0
1978	43	136.0
1979	29	175.0
1980	14	200.0
<b>Tasa Promedio:</b>	<b>18 %</b>	

### Sector Gases Industriales

**Para la** comercialización del Acetileno se emplea la Acetona a **fin de** disolver este gas en lo llamado cilindros "promedio medio • poroso empapado en el solvente".

Los cilindros que se importa, ya vienen con una determinada **cantidad de** acetona.

**Le las 8** empresas fabricantes; 5 se encuentran en Lima y 3 en provincias. Todas ellas coincidieron en manifestar que la demanda de Acetona sigue el mismo crecimiento que la demanda para acetileno.

Las **compañías** se abastecen de **Shel** y de Unión **Carbide** y prefieren comprar el producto en cilindros; **excento** de agua. El precio oscila **entre 11.80 y 12.20 soles/Kg.**

**El aumento de la capacidad de producción de acetileno radica en la dificultad de abastecerse de materia prima; Carburo de Calcio y no de** los solventes o **limitaciones de planta.**

La demanda **históricc** ha sido

<b>AÑO</b>	<b>ACETONA</b>
<b>1969</b>	<b>55.0</b>
<b>1970</b>	<b>62.0</b>
<b>1971</b>	<b>70.0</b>
<b>1972</b>	<b>76.0</b>
<b>1973</b>	<b>120.0</b>

Existe un proyecto para Enero de 1974 una planta de cilindros de Acetileno en Lima lo cual aumentará la demanda de acetona en 40 TM/Año.

En igual forma las empresas se mostraran muy optimistas en la medida que los planes de ampliación de Astilleros, Fábrica de Harina de Pescado y otros elevarán la demanda a tasas de crecimiento de 16 %.

AÑO	ACETONA	
	Tasa	Volumen
1974	4	125
1975	9	136
1976	7	146
1977	20	175
1978	26	220
1979	23	270
1980	15	310

Tasa Promedio 16 %

#### Sectores Usuarios Menores

Tanto para la acetona como para el alcohol isopropilico existen otras aplicaciones menores fuera de las estudiadas; cuyo análisis de mercado es sumamente disperso:

La totalidad de estos mercados nos arrojan las siguientes cifras que completan la historia del consumo de nuestros solventes.

AÑO	<u>I P A</u>	<u>ACETONA</u>
1969	30.0	40.0
1970	31.4	43.0
1971	36.5	54.0
1972	46.2	57.5
<b>1973</b>	51.5	93.5

Las tasas de crecimiento para el resto de los años 1974-1980 crecerá, de acuerdo a la tasa considerada para todo producto que como veremos ~~mas~~ adelante es de 22 % y 23 % para el IPA y la Acetona respectivamente :

<u>AÑO</u>	EPA		<u>ACETONA</u>	
	<u>Tasa</u>	<u>Volumen</u>	<u>Tasa</u>	<u>Volumen</u>
<b>1974</b>	18	61.0	11	103.5
1975	23	75.0	23	127.0
1976	11	83.0	18	150.0
1977	16	96.0	40	210.0
1978	22	117.0	33	280.0
1979	41	165.0	19	332.0
1980	18	195.0	11	370.0
<b>Tasa Promedio:</b>		<b>22%</b>	<b>23%</b>	

b). - Nuevos Proyectos :

La posibilidad de contar con la fabricación local de un producto petroquímico, abre las puertas a que nuevos proyectos que insumar el producto sean implementados.

Más aún será posible un cambio en las bolsitas tradicionales de consumo y muchos productos serán reemplazados por petroquímicos.

En nuestro caso la producción de Acetona e Isopropano permitirá la instalación de una fábrica de Resinas para la flotación de minerales (Xantatos) y una fábrica de Antioxidantes para la Marina de Pescado, durante el año 1974.

Proyecto Xantatos

La Empresa de Reactivos Nacionales S.A. tiene la autorización para llevar adelante el proyecto; destinado a abastecer el Mercado Nacional y posiblemente el Boliviano.

El alcohol isopropílico entra como insumo en la producción del reactivo Z-11, Xantato isopropílico de sodio; que es el más demandado.

El proyecto no podrá concurrir en otros mercados porque la asignación en la programación petroquímica andina designa a Chile para su fabricación.

El pronóstico de producción de la planta y el volumen de IPA que **incurrirá** es el siguiente :

AÑO	Ton./Año XANTATOS		Ton./Año IPA
	Total	Tipo Z 11	
1974	1,462	964	300
1975	1,774	1,182	370
1976	1,962	1,306	410
1977	2,347	1,430	445
1978	2,554	1,540	480
1979	2,652	1,586	495
1980	2,753	1,633	610

En la actualidad la firma **RENASA** ha contratado al estudio de **factibilidad** con la Compañía **Canadiar** Industries Ltd. y **también** esta negociando **la** misma firma la patente.

#### Proyecto Antioxidantes

La Empresa Química Andina S.A. ha recibido la autorización para fabricar **antioxidantes** para ser usados en la harina de pescado.

Un insumo principal es la acetona; **requiriendose** 1 Kg. de Acetona/  
1 Kg. de A- **oxidante**.

De acuerdo a las proyecciones se ha diseñado la planta para producir **1,400 TM/Año** ampliables en 1977; y el estudio de factibilidad ya ha sido remitido a **COFIDE** para su correspondiente **evaluación**.

La Empresa **pienzc** comenzar a producir en 1974.

La demanda de Acetona se verá por este **proyectc** ;remendada en

<u>AÑO</u>	<u>TM/Acetona</u>
1974	1,200
1975	1,300
1976	1,400
1977	1,800
1978	2,000
1979	2,100
1980	2,300

c). - Pronóstico de Demanda

Las proyecciones obtenidas para cada uno de los sectores en que se **sec**mento la demanda de cada producto más los estimados para los nuevos proyectos constituyen nuestro pronóstico de demanda.

**Así** tenemos :

Pronóstico de Demanda para la Acetona ( Gráfico N°11-2).

<u>SECTOR</u>	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Pinturas	1,284	1,448	1,637	1,820	2,270	3,000	3,900
Productos Plásticos	91	114	134	155	190	248	<b>300</b>
Productos <b>Químicos</b>	<b>290</b>	365	926	500	570	630	<b>680</b>
Gases Industriales	125	136	146	175	220	270	310.
Fibras	201	220	225	240	260	290	<b>310</b>
Otros	103	127	150	210	280	332	<b>370</b>
Proyecto <b>Antioxidant</b>	1200	1,300	1,400	1,800	2,000	2,100	2,300
<b>TOTAL :</b>	<b>3,294</b>	<b>3,710</b>	<b>4,118</b>	<b>4,900</b>	<b>5,790</b>	<b>6,870</b>	<b>8,170</b>
Tasa de <b>Crecimier</b>		12.6	11.0	18.9	<b>18.2</b>	18.7	18.9



Este pronóstico nos muestra un crecimiento para la demanda en 2 etapas; la primera 1974-1976 donde la tasa es de 12 % y la segunda 1976-1980 de 18.5 %. La tasa promedio para el periodo considerado es de : 16.5 %.

Si tomamos como referencia el año base ( 1969) la tasa de crecimiento promedio anual para la demanda de acetona es de 23 %.

• Pronóstico de Demanda para el Isopropanol ( Gráfico N°. [1 - 3)

<u>SECTOR</u>	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1960
Pinturas	235	245	280	364.	425	500	550
Producción Plásticos	86	93	100	120	142	170	200
Productos Químicos	96	120	143	160	190	225	225
Ensambladoras	72	77	88	95	136	175	200
Otros	61	75	83	96	117	165	195
<b>Proyecto Xantatos</b>	300	370	410	445	430	495	610
<b>TOTAL</b>	850	930	1,104	1,280	1,490	1730	2,010
Tasa de Crecimiento		15.3	12.7	15.9	16.4	16.1	16.2

**A partir del año 1977** se establece una tasa de promedio de 16 % para el **isopropanol**.

Si **tomamos 1969** como **año** base la tasa promedio es de 22 %.

Los resultados obtenidos corresponden a la teoría para el desarrollo de la demanda de los productos petroquímicos planteada en el acápite anterior. Ambos productos son conocidos en el mercado y tienen actualmente tasas de demanda entre 10 - 15 % correspondientes a la 1ra. Etapa en la teoría. A partir del 2º o 3o año de la puesta en operación del complejo se ve una ostensible mejora en la tasa de crecimiento.

### 3.- ESTUDIO DEL MERCADO EXTERNO :

#### 1. Introducción :

Para el estudio del Mercado Externo debemos en principio **considerar** como una primera limitación del Perú su ;Posición **geopolítica**. Ubicados en la parte Occidental de la América del Sur, fuera de las grandes metas del comercio internacional, las posibilidades peruanas de incursionar en los mercados exteriores con bastante escasez.

Más **aún** en **petroquímica**, donde las grandes capacidades de **producción**, en muchos casos **excedentarias** representan, a nivel precios una barrera muy difícil de franquear.

Este hecho; ligado a la comunidad de intereses , hasta un cierto grado; y a la diferencia de mercados a **prácticamente** obligado a los países latino-americanos a unirse a través de pactos sub-regionales; que presentan un encuadramiento nuevo; en lo que a exportación de productos concierne.

Como se sabe, los problemas de la integración - sea en **ALALC (Asociación Latino-Americana de Libre Comercio)** o en el **GRAN - (Grupo Andino)** - por encima de la buena voluntad de los países **integracionistas**, son sumamente complejos, debido a que dichos países latinoamericanos, no obstante tener, en conjunto, **características** e inre-

reses comunes, son realidades distintas. Así, se diferencian en el grado de dependencia, de cada uno de los países ante el capitalismo foráneo; en las tendencias políticas de sus gobiernos, en relación con esa dependencia y en relación con los genuinos intereses de sus pueblos, y, en la fluidez de estas realidades. Además, se tiene en cuenta también, condiciones o realidades concretas pre-existentes, formadas bajo la orientación de políticas particulares anteriores. (Estas realidades pre-existentes, a veces revisten importancia preponderante difícilmente superable en algunos países.

Entonces, las decisiones - políticas, económicas, industriales, etc. - de los gobiernos actuales de esos países están determinadas principalmente por los factores señalados. Así esas decisiones serán - más o menos autónomas, según sea el grado de dependencia y la orientación política de cada país.

Hemos expuesto estos conceptos, como hemos dicho, ya conocidos para inferir, de allí que nosotros pensamos que en ningún caso sea posible una posición y una actitud homogénea de los países integracionistas del GRAN frente a los problemas de la integración, en tanto ellos actúan con políticas y planes particulares, nuestro país debiera actuar estrictamente de acuerdo con sus intereses particulares. Es decir, que debe conocerlo más profundamente que

sea posible la política y los intereses de cada país íntegramente, la influencia de los intereses del capitalismo foráneo en cada uno de ellos y deducir de allí la política y los planes industriales convenientes para el Perú.

Y nos permitimos afirmar, enfáticamente, que la línea señalada no significa, de ningún modo deslealtad o agresividad hacia los otros países, sino más bien, una justa e indispensable actitud de defensa de los intereses nacionales.

Damos a continuación, en el plano industrial, varios ejemplos que ilustrarán los conceptos que hemos expuesto en esta parte.

En Chile, durante el gobierno del Sr. Frey se instaló en Talcahuano un complejo petroquímico para fabricar etileno, polietileno y cloruro de polivinilo en suspensión, con la participación de la Dow Chemical Corp. de los EE.UU. en un 70% de la propiedad y con el 30 % de Petroquímica y ENAP de Chile.

Tal planta actualmente en producción, que excede en mucho al consumo de Chile, fue planeada evidentemente para exportar sus productos a Perú, Bolivia y Ecuador, no obstante no se le había pre-asignado a Chile con exclusividad estos productos.

La Planta de Talcahuano con tecnología, por la cual la Dow Chemical Corp. cobra, además, el exorbitante royalty de 3.5 y 4.5 % (\*) tiene una producción de PVC a un costo US\$. 0.70, en tanto que el precio internacional de ese producto es US\$. 0.225 kilo CIF. Callao.

El gobierno del Sr. Allende se encontró con esta adversa realidad: muy altos costos y necesidad urgente de exportar PVC y Polietileno. Chile por esas razones, y seguramente por la necesidad de divisas, está vendiendo al Perú el PVC a precio de mercado mundial, es decir, muy por debajo de su precio de costo. Es obvia la significación perjudicial, para el pueblo chileno en esta transacción y la gravitación que tiene el capital foráneo en dicha adversa realidad.

Otros ejemplos: En Colombia se inició la industria petroquímica - con la instalación de una planta de Anhidrido Fólico en 1966. El tiempo ha demostrado que le vendieron un proceso obsoleto.

En Chile se inicia la primera industria petroquímica (Poliestireno) en el año 1966. También ha quedado demostrado que se hizo con una tecnología por sistema Batch.

---

(\*) - "Proceso a la industrialización Chilena" año 1971 Ediciones Nueva Universidad la Inversión Extranjera y las Corporaciones internacionales en el Desarrollo industrial Chileno - Luis Pacheco, Pág. 138.

En el Perú, en el año 1966, también por coincidencia se empieza la producción de cloruro de polivinilo, en igual forma con tecnología obsoleta, a partir de alcohol.

En los tres casos el lastre para el desarrollo de la industria petroquímica es evidente.

En vías de ilustración, damos a continuación un cuadro en que puede apreciarse la propiedad actual de la incipiente industria petroquímica en los países que constituyen el GRAN, fuera de Venezuela, que lleva en este campo numerosos años de ventaja.

<b><u>COLOMBIA</u></b>		
<b><u>Empresa</u></b>	<b><u>Producto</u></b>	<b><u>Tecnología</u></b>
Monómeros Colombiano-Venezolano SA.	Caprolactam	La Dutch State Mines (DSM Holanda)
Dow Colombiana SA.	Poliestireno	Dow Chemical Int.LT D.
• Colombiana de Carburo y Derivados SA.	PVC Suspensión	Dynamit Nobel Ag.
Carboquímico SA.	Anhidrido Ftálico y Maleico	Mil Master Onix USA.
Policolca	Polietileno de Baja	Dow Chemical USA
Anderco SA	Anhidrido Ftálico	No determinada
<b><u>CHILE</u></b>		
Petra Dow Chile	Pvc Suspensión Polietileno de Baja	Dow Chemical USA
	Poliestireno	Werk Chemie, Alemania

**BOLIVIA Y ECUADOR, no poseen ninguna planta en operación.**

Consecuentes con la línea trazada para la política petroquímica; encuadrada en el desarrollo de los productos finales, sustentándolos en nuestro mercado interno, con excedentes destinados al vecino mercado andino; creemos que serán Colombia, Chile Ecuador y Bolivia, los países donde podremos en este caso introducir nuestras primeras producciones.

## 2. Metodología.

En principio los mercados por estudiar, presentan las mismas características que el nuestro, de ello se desprende que se podrán en igual forma considerar dos etapas, a tasas de crecimiento diferentes, la primera entre 1974-1976 y la segunda entre 1977-1980

Comenzaremos por analizar el estado actual del mercado de estos productos en cada país; determinando, sus cifras actuales de consumo, los principales proveedores, niveles de precio, etc.

Para proyectar, sobre esta base, la demanda de los productos petroquímicos que se estudian, se utilizaron los siguientes métodos de proyección

### a) Tendencia Histórica

Se utilizó el método de regresión lineal para proyectar la demanda de los productos en cuestión. Suponiéndose que la situación económica-política se mantendrá constante, es decir que la demanda seguirá la tendencia histórica.

Posteriormente, cuestionaremos estas proyecciones, ya que estimamos que no se cumplirán, quedando únicamente como Términos de Referencia. Se proyectó la demanda, para el periodo 1972-1980 en dos partes, sin embargo sólo es aceptable la proyección para la primera parte (1972-76).



b) **Proyección por tasas de crecimiento**

Esta proyección que consideramos mas probable que la histórica, se le asignó dos tasas de crecimiento diferentes. La primera, para el periodo 1972-1976, y la segunda ajustada, para el periodo 1977 -1980.

Para determinar las tasas, partiremos de 8% **mínimo** para los productos **petroquímicos**, y según el caso, para cada una de las etapas, elevaremos el % por:

- La sustitución de productos incorporados no tradicionales.
- La sustitución de productos tradicionales.
- La posibilidad de exportación.
- El hecho de haberse negociado un producto a favor de determinado país.
- La apreciación de otras **variables**.

Debemos señalar, que los datos históricos obtenidos, en la **mayoría** de los casos, discrepan para los años 1966 - 67, por lo que sólo se han tenido en consideración,, para las proyecciones los años 1968, 1969, 1970 y 1971.

Señalamos **también** que, a pesar de ser alto el coeficiente de correlación, opinamos no se deberá emplear el primer método, tanto por la serie histórica muy corta, como por las variables que caracterizan el **crecimiento** de estas **producciones**; sin embargo en algunos casos, la proyección obtenida de la demanda histórica, es coincidente con los de la proyección obtenida a base de las **tasas**, por lo que serian los **unicos** casos en que **habría** cierta confiabilidad en dichas proyecciones.

El **análisis** deberá para cada país contemplar algunas variables **macroeconómicas**, que guardan relación con el consumo histórico (PNB, PNB del

pueden ser evaluadas con precisión, por el hecho de que aparecen súbitamente dentro del proceso en momentos históricos diferentes:

- Devaluación monetaria, y
- Cambios de Gobierno y políticos.

Por la información del consumo histórico, en cada país, puede notarse que cualquiera de ellas, siempre traen consigo restricción aparente en la demanda. Esta situación hemos preferido no considerarla en nuestro estudio.

Finalmente, hay otros fractures, que consideramos habrían modificado positivamente el crecimiento, pero que su aplicación, debido a que se desconoce en detalle, es sumamente delicada:

- La creación de nuevas industrias.
- Los planes de Gobierno.
- La inversión disponible
- La política particular a seguir en el Programa Petroquímico, y en la industria química en general.

### **3. Mercado de los países andinos**

Como manifestamos anteriormente, Venezuela, que Goza de una industria petroquímica bastante desarrollada no podrá ser tomada en cuenta, por no representar un mercado lógico para nuestros productos.

En principio, para los Solventes Isopropanol y Acetona, solamente Chile posee una planta de Acetona, producida a partir de IPA, de 500Tm/Año, el res

de países, no tienen plantas, ni proyectos previsibles al corto plazo.

**BOLIVIA**

Se abastece por importaciones de Argentina, Holanda, Alemania y USA en estos productos.

Las cantidades con sumidas, son importadas sea como solvente puro o sea como incorporado, en las cantidades siguientes:

Año	<u>Isopropano</u> (Tm/Año)		
	Puro	<u>Incorporado</u>	<u>Total</u>
1968	0.4	2.0	2.4
1969	3.8	1.5	5.3
1970	4.0	1.8	5.8
1971	5.0	1.0	6.0

Año	<u>Acetona</u> (Tm/Año)		
	Puro	<u>Incorporado</u>	<u>Total</u>
1968	19.7	5.0	24.7
1969	34.8	5.4	40.2
1970	38.1	5.7	43.8
1971	43.3	5.8	49.1

La estructura del consumo para estos solventes es aproximadamente la siguiente:

<u>Sector</u>	<u>IPA</u>	<u>Acetona</u>
Pinturas	50 %	60 %
Barnices, lacas	30 %	AM
Tintas	10 %	
Productos químicos	1 %	

El consumo de los solventes esta centralizado en La Paz y Cochabamba, según el cuadro siguiente:

<u>Ciudad</u>	<u>IPA</u>	<u>Acetona</u>
La Paz	60	60
Cochabamba	20	30
Santa Cruz,	20	10

Los precios que se pagan en el Mercado, se ven incrementados por los fletes de transporte ferroviario desde los puertos del Pacífico, hasta la frontera y de ahí a los centros de consumo; de esta forma resultan para los productos los siguientes precios( Dólares por Tm.):

(Año 1972)	<u>Índice</u>	<u>Máximo</u>
IPA	400	500
Acetona	350	450

Las proyecciones de consumo históricas para Bolivianos arrojan las siguientes cifras:

<u>Año</u>	<u>IPA</u>	<u>Acetona</u>
1972	6.9	52.5
1973	8.3	59.9
1974	7	67.3
1975	11.1	74.7
1976	12.5	82.1
1977	13.9	89.5

<b>Año</b>	<b>IPA</b>	<b>Acetona</b>
<b>1978</b>	<b>15.3</b>	<b>96.9</b>
<b>1979</b>	<b>16.3</b>	<b>104.4</b>
<b>1980</b>	<b>18.1</b>	<b>111.7</b>

Si estudiamos las proyecciones de consumo para Bolivia por el método de las tasas de crecimiento, veremos que el 8 % referido a los consumos de los productos al estado puro, podrá elevarse durante el 1er. Período (\*1972-76) en 3 % por reemplazo y en 1 % por consideraciones macro-económicas; dando un 12% para ambos productos. Durante el 2do. Período (1976-80) creemos que el reemplazo habrá terminado en su mayor parte (1%) considerándose luego la tasa de 10% Las proyecciones resultantes son:

<b>Año</b>	<b>IPA</b>	<b>Acetona</b>
<b>1972</b>	<b>5.4</b>	<b>48.5</b>
<b>1973</b>	<b>6.1</b>	<b>54.3</b>
<b>1974</b>	<b>6.8</b>	<b>60.8</b>
<b>1975</b>	<b>7.7</b>	<b>68.1</b>
<b>1976</b>	<b>8.6</b>	<b>76.3</b>
<b>1977</b>	<b>9.5</b>	<b>83.9</b>
<b>1978</b>	<b>10.4</b>	<b>92.3</b>
<b>1979</b>	<b>11.5</b>	<b>101.6</b>
<b>1980</b>	<b>12.6</b>	<b>111.7</b>

## COLOMBIA

Este país es abastecido por importaciones procedentes de los Estados Unidos principalmente, en las siguientes cantidades:

Año	IPA	Acetona
1968	613	822
1969	832	1181
1970	1511	1337
1971	1962	1692

Los precios pagados por estas importaciones se incrementan fuertemente por el transporte desde los puertos hasta las ciudades interiores donde se localiza la demanda. Por ejemplo en Bogotá el año 1971 los productos a granel se vendían entre los siguientes límites:

IPA	140 - 160 Doll/Tm.
Acetona	210- 240 Doll/Tm.

La estructura del consumo en Colombia es aproximadamente así:

Sector	IPA	Acetona
Pinturas	60	70
Barnices	15	10
Tintas	15	-
Solventes	--	10
Otros	10	10

Colombia presenta la particularidad respecto a los otros países del GRAN de contar con varias ciudades mayores, y de ahí que geográficamente el consumo se encuentre mejor distribuido.

<b>Ciudad</b>	<b>IPA</b>	<b><u>Acetona</u></b>
Bogotá	40	50
Cali	25	30
	20	15
Barranquilla	15	5

La **proyección** histórica de la demanda nos arroja el siguiente resultado:

<b><u>AÑO</u></b>	<b><u>IPA</u></b>	<b><u>ACETONA</u></b>
1972	2310	1927
1973	2767	2196
1974	3212	2466
1975	3658	2736
1976	4103	3005
1977	4549	3275
1978	5005	3545
1979	5450	3814
1980	5896	4084

Para Colombia, podemos considerar, en el caso del **isopropano** que su Mercado es bastante maduro, y que actualmente realiza exportación de tintas; situación que irá decayendo en el **momento** que los otros países las fabriquen; por lo cual hemos considerado una tasa de 7%, menor al normal establecido.

En el **caso** de la acetona; para el primer período existen **posibili-**  
**dades** que el mercado del producto se incremente, dada la tasa de **desc-**  
**rolla** del **país**, por **ello** estimamos 10%. Una vez llegado 1977, cree-  
mos que se restablecerá el 8 % normal.

<u>AÑO</u>	IPA	ACETONA
1972	2003	V336
1973	2143	2020
1974	2293	2221
1975	2454	2444
1976	2626	2688
1977	2809	2903
1978	3006	3135
1979	3216	3386
1980	3442	3657

#### CHILE

En Chile, no existe producción de **isopropanol**, **abasteciéndose** por  
importaciones de Argentina en casi 100%.

El mayor usuario del IPA es **Sintex SA** (70 %) que **la** utiliza como  
insumo para la producción de **Acetona**. La cifra de esta producción **loca**  
alcanzó en 1971 las 180 Tm. muy por debajo de la capacidad de la planta  
debido a lo obsoleto de la tecnología y a los altos costos de **operación**.



Después Chile está aún obligado a importar acetona, de USA y Holanda.

<u>Importaciones</u>	<u>IPA</u>	<u>Acetona</u>
1968	34	147
1969	168	103
<b>1970'</b>	1110	168
1971	<b>13'5</b>	201

En el caso de la Acetona, se produce la importación de solventes similares o que tienen la acetona incorporada (Virgilio, de Unión Carbide) que desvían las estimaciones. Los usuarios buscan normalmente no utilizar el producto local, ya que los precios de los similares importados son más bajos a pesar de los altos aranceles aduaneros.

Los precios en el país, puerto de Antofagasta el año 1971 fueron aproximadamente:

IPA	261 Dol/Tm <sup>a</sup>
Acetona	300 Dol/Tm.

La demanda de los solventes se encuentra centralizada en Santiago (60%) y en Valparaíso (40%).

La proyección histórica de Consumo es la siguiente:

<u>Año</u>	<u>IPA</u>	<u>Acetona</u>
1972	1828	218
1973	2292	234
1974	2755	253
1975	3219	273
1976	3682	295
1977	4146	319

1 978	4609	344
1 979	5073	372
1 980	5536	401

Creemos que el Mercado Chileno para la acetona como para el alcohol isopropílico es bastante maduro, encontrándose en la 3ra. Etapa de la vida de los productos, por lo cual su tasa de crecimiento para ambos períodos se mantendrá en 8%.

La proyección resultante es la siguiente:

Año	<u>IPA</u>	<u>Acetona</u>
1 972	1 420	217
1 973	1 534	234
1 974	1 657	253
1 975	1 789	273
1 976	1 932	295
1 977	2 087	319
1 978	2 254	344
1 979	2 434	372
1 980	2 629	402

#### ECUADOR

Este país no tiene actualmente producción local, abasteciéndose el mercado de estos solventes a través de las Empresas Unión Carbide (USA) y Shel (Curacao).

El volumen de importaciones asciende para los últimos años a:

<u>Año</u>	<u>;PA</u>	<u>Acetona</u>
1968	119	73
1969	140	79
1970	159	107
1971	194	152

Estas cifras son de los solventes importados al estado puro, pero en realidad el volumen de consumo interno es mayor por la gran **importación** de similares en la forma de incorporados o sustitutos.

Los precios pagados al año 1971 CIF, son aproximadamente:

	<u>Dobl./Tm.</u>
IPA	260
Acetona	190

Los perfiles de consumo se distribuyen entre los siguientes sectores:

<u>Sector</u>	<u>IPA</u>	<u>Acetona</u>
Pinturas	90	65
Tintas	5	
Prod. <b>Farmacéuticos</b>		25
Otros	5	10

El consumo se encuentra principalmente localizado en Guayaquil dado que el transporte al centro del **país** es bastante difícil.

<u>Ciudad</u>	<u>IPA</u>	<u>Acetona</u>
Guayaquil	80	70
Quito	20	20
Otros		10

La proyección histórica del consumo para el **Merceda** Ecuatoriano nos arroja las siguientes cifras:

Año	PA	Acetona
1972	214	171
1973	239	198
1974	263	224
1975	288	251
1976	312	278
1977	336	305
1978	361	331
1979	385	358
1980	410	385

Para el Primer Periodo (1972-76) estimamos que este Mercado para el **Isopropano** tendrá una tasa de crecimiento del orden del 10% (8% de base mas 2% por sustitución de incorporados). Para el Segundo Periodo, solo crecerá a! 9% porque la disminución dei proceso de sustitución **deberá** ser evidente.

Para la Acetona, creemos que el Mercado Ecuatoriano puede **absorver** con relativa facilidad mayores cantidades del producto, por lo cual para **el** Primer Período estimamos **crecerá** a una tasa de 12%. A **partie** del año 1977, el reemplazo de incorporados disminuirá, disminuyendo consecuentemente la tasa de crecimiento a sólo 10%

La proyecciones de demanda por lo tanto serán:

Año	IPA	Acetona
1972	214	171
1973	235	192
1974	259	215
1975	284	240
1976	313	269
1977	341	296
1978	372	326
1979	405	358
	442	394

4.- Evaluación de las posibilidades de Exportación.

El volumen total que el Mercado Andino puede absorber sin considerar Venezuela, por las razones expuestas anteriormente es :

ISOPROPANOL \* (Tm/Año)

AÑO	Bolivia	Colombia	Chile	Ecuador	TOTAL
1974	7	2,293	1,657	259	4,216
1975	8	2,454	1,789	284	4,535
1976	9	2,626	1,932	313	4,830
1977	10	2,809	2,087	<b>341</b>	5,247
1978	11	3,006	2,254	372	5,643
1979	12	3,216	2,434	405	6,067
1980	13	3,442	2,629	442	6,526

ACETONA \* (TM/Año)

1974	61	2,221	253	215	2,750
1975	68	2,444	273	240	3,025
1976	76	2,688	295	269	3,228
1977	84	2,903	319	296	3,602
1978	92	3,135	344	326	3,907
1979	102	3,386	372	358	4,218
1980	118	3,657	402	394	4,561

(\*) - Se han considerado las proyecciones de demanda obtenidas por el método de tasas de crecimiento.

Nuestra posibilidad de captación de este Mercado dependerá de fuerza con que se lleve adelante la campaña de comercialización. Esta dependerá de la calidad de nuestro producto, del precio en que se exporte, del servicio que se brinde al usuario y de otros factores.

Sobre la base de los precios apreciados en el estudio Individual para cada país hemos determinado los siguientes precios ex-planta para nuestros productos.

	<u>USA. \$./TM</u>	
	<u>IPA</u>	<u>ACETONA</u>
Pera	259	232
Colombia	1 23	224
Chile	233	219
Ecuador	322	1 75

No seguiremos tomando en cuenta el Mercado Boliviano puesto que su capacidad de absorción no es significativa.

Vemos de esto que para el [isopropano] son interesantes el Mercado Ecuatoriano y el Chileno y para la Acetona el Mercado Colombiano y Chileno.

Sobre la hipótesis de comercialización en igualdad de condiciones que los actuales abastecedores de estos Mercados; podemos establecer posibilidades de captación promedios.

<u>% de Participación Mercado GRAN</u>	<u>Probabilidad</u>
25	0.98
	0.74
75	0.38
100	0.14

Vemos pues que existen grandes posibilidades de exportar un volumen equivalente al 50 % del Mercado GRAN; mayores cantidades no podrán tomarse en cuenta para las determinaciones de capacidad.

Optando una posición conservadora; podemos considerar para nuestro proyecto; que el 50 % del Mercado Andino será la participación que se logre.

Una observación sumamente interesante es que las cifras del Mercado Andino son sumamente conservadoras; puesto que las tasas determinadas al interior del Mercado Peruano son mayores; para los años 1977 hacia adelante.



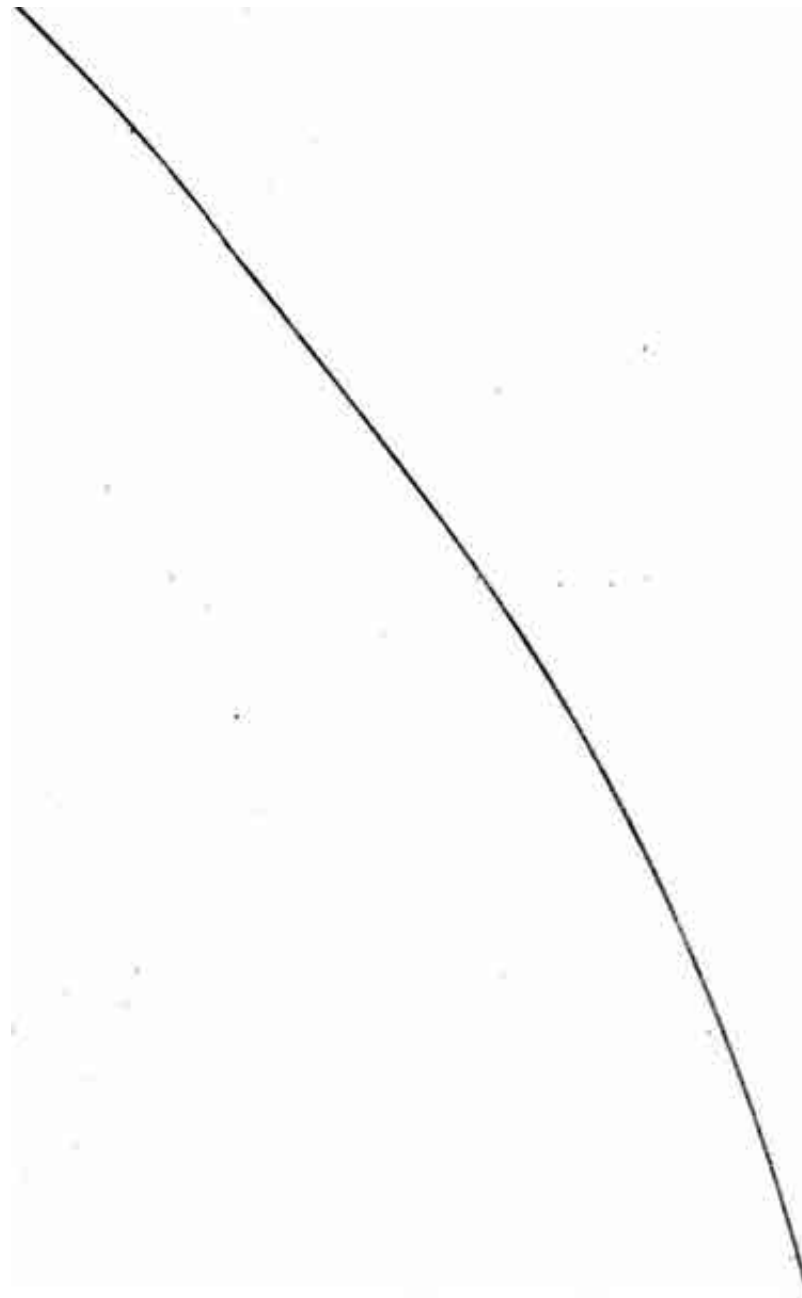
#### IV.- PRONOSTICO DE DEMANDA :

Con el Mercado Peruano mas la ~~participación~~ en el GRAN las cifras de demanda que obtenemos son :

AÑO	<u>I P A</u> ( TM/Año )		TOTAL
	PERU	PARTICIPACION GRAN	
1974	850	2,108	2,858
1975	980	2,268	3,243
1976	1,104	2,440	3,544
1977	1,280	2,624	3,904
1978	1,490	2,822	4,312
1979	1,730	3,034	4,764
1980	2,010	3,263	5,273

AÑO	<u>ACETONA</u> ( TM/Año )		TOTAL
	PERU	PARTICIPACION GRAN	
1974	3,294	1,375	4,669
1975	3,710	1,513	5,223
1976	4,110	1,614	5,732
1977	4,900	1,801	6,701
1978	5,790	1,954	7,744
1979	6,870	2,109	8,979
1980	8,170	2,281	10,351

**GRÁFICO II - 5**  
**PRONOSTICO DE DEMANDA - ACETONA**  
**MERCADO PERU + PARTICIPACION GRAN**



0,000  
9,000  
000  
-,000  
0  
6,000  
5,000



Estos pronósticos de demanda, nos permiten establecer un rango de producción para las plantas de 1 P A 4 a 6 mil TM/Año.

ACETONA 5 a 10 mil TM/Año.

Este para el caso de que cada producto sea obtenido individualmente; pero en el caso que el IPA sirva de materia prima para la producción de acetona, tendremos como una primera aproximación para determinar la capacidad

IPA 9 a 16 mil TM/Año

5 a 10 mil TM/Año

Sobre esta base en el Estudio de Capacidad se fijarón las alternativas de estudio

• **CAPITULO**

111

## ESTUDIO DE LOCALIZACION

La importancia que el estudio de localización de un proyecto petroquímico tiene, esta ligada al enorme efecto dinamizador que en la economía de la zona tiene la ubicación de una planta o de un complejo petroquímico.

Como en toda planta industrial, básicamente son determinantes de la economía del proyecto la elección de la localización sea en la zona de abastecimiento de materia prima o sea en los centros de consumo. En los países en vías de desarrollo surge una tercera variable : la falta de infraestructura que esta industria requiere . Esta variable tanto por su costo de creación , por el tiempo que toma implementarla, como por la urgente necesidad de ella para el sano desarrollo de la industria será objeto de una consideración especial al interior de proyectos e... socialmente encuadrados en el corto o mediano plazo.

Como para la localización de industrias en general se tiende a agruparlas en polos de desarrollo viabilizados a través de parques industriales; esto en petroquímica es equivalente a la construcción de complejos que compartan servicios e insumos provenientes de una refinería vecina.

La metodología que se sigue para la ubicación de un proyecto petroquímico, como de todo proyecto de inversión comienza con la elección de una serie de alternativas basadas en criterios generales; estas alternativas son evaluadas frente a un cierto número de factores locacionales, a los cuales se les asigna un coeficiente de importancia en función del tipo de

industria.

Este primer análisis nos dará un índice de decisión de tipo cualitativo, que **deberá** ser confrontado con un estudio comparativo de los **costos** de operación; el cual nos arrojará la localización **óptima** del punto de vista económico.

Nuestro criterio final de decisión deberá además tener muy en cuenta la política de descentralización industrial del país, ya sea para incluir el proyecto dentro de una zona preestablecida por el **PI an** Nacional o ya sea para llevarlo a una zona productora de materia prima que se piensa impulsar o ya sea a un determinado centro de consumo.

Siendo la **petroquímica** una industria desarrollada por países de economía de libre mercado, las decisiones de localización no fueron hechas bajo estas consideraciones propias de **economías** planificadas; hasta el presente se **elige** normalmente los centros de consumo, por razones **evidentemente** económicas:

- Creciendo los mercados, se **podía alcanzar** fácilmente producciones en gran escala.
- Mayores facilidades para la comercialización de los productos.
- Mayor desarrollo **refinera** y de infraestructura industrial que estos países poseen vecinos **las grandes metrópolis**.

Esta tendencia parece que en los **últimos** años cambia por la escasez general de materias primas para la industria (principalmente **naftas** primarias), altamente demandadas y sobrevaloradas por la crisis mundial

de energía, y en segundo lugar por las restricciones que la conservación del ambiente introduce a la industria en estos países. Luego es cierto no esperar un desplazamiento de los complejos petroquímicos gigantes hacia los países sub - desarrollados que cuenten con recursos de hidrocarburos y se encuentren estratégicamente ubicados dentro de las líneas de tráfico del comercio internacional.

Otro factor que seguramente impulsará el establecimiento de la industria petroquímica durante los próximos años en países del Tercer Mundo, será el crecimiento de sus propios mercados, antes abastecidos por las grandes compañías multinacionales, en este tipo de productos y queda a da se estar unificando por los mecanismos de integración permitiendo para el futuro la implementación de plantas de relativa importancia para sus consumos internos.

Para Latinoamérica, donde se conjugan los dos elementos: abundancia de recursos naturales y demandas internas de apreciable magnitud, se puede concluir que las perspectivas de localización de plantas petroquímicas son promisoras y permitirán un desarrollo eficiente para la industria.



## 1.- ALTERNATIVAS DE LOCALIZACIÓN -

La elección de las alternativas de localización para el proyecto se hará sobre la base de los siguientes criterios:

### a.- Descentralización Industrial . -

"Se considera de necesidad nacional y de interés socio - económico la adecuada ubicación **fuera** de la Capital de las actividades industriales que promueven el desarrollo armónico de las regiones; en **ejecución** de los planes nacionales y haciendo uso de los recursos humanos, técnicos y económicos del país!"

Siendo una **característica importantísima** de la **industria** petroquímica la de generar un fuerte efecto dinamizador en la zona en que se implementa, se recomienda que se le localice en su **totalidad** fuera del área de Lima.

Las zonas que se **explicitar** en el Plan Nacional como polos de desarrollo y con una mayor ventaja para recibir a la **petroquímica** son las zonas vecinas a la Costa, y entre ellas:

- Litoral Tumbes - **Piura**
- Litoral **Chiclayo** - Trujillo - Chimbote
- Litoral de **Ica**
- Litoral **Matarani** - **Ica**

### b.- Suministro de Materia Prima y Servicios Auxiliares. -

Los principales insumos de la industria **petroquímica** son los productos refinados, llegando a afirmarse **que** un desarrollo **refi** -

nera conlleva a un desarrollo petroquímico.

En nuestro caso, la materia prima de base es el propileno y si descontamos de hecho la alternativa de importación, esta podría obtenerse de las unidades de craqueo catalítico de Talara o de La Pampilla. Los otros materiales, combustibles y servicios auxiliares, que el proyecto requiera deberán ser suministrados en su mayoría por una de las dos refinarias, en igual forma.

Al respecto cabe indicar que la industria petroquímica demanda agua de proceso de alta pureza, agua de enfriamiento y energía eléctrica abastecidos en forma estable y segura.

#### - Centros de Consumo. -

En el estudio de mercado se determina que la producción (Alcohol isopropílico y Acetona) se encuentra en su mayor parte destinada al Mercado Nacional y que sólo el restante de ella en los primeros años será exportada a los países del Mercado Andino, principalmente Chile, Bolivia, Colombia.

En lo que respecta a este Mercado Externo, la salida de los productos, desde cualquier puerto del litoral, no produce grandes modificaciones en los fletes del transporte marítimo.

En lo que al Mercado Nacional se refiere, donde el transporte se realiza principalmente por camiones - tanque, podemos en la siguiente tabla apreciar la concentración actual del consumo:

Producto : ACETONA

Sector de <u>Consumo</u>	% del <u>Mercado</u>	<u>Centro de Consumo</u>	
		<u>LEMA</u>	<u>PROVINCIA</u>
Pinturas	59	99,9	0.1
Fibras	14	100.0	
Productos Químicos	13	100.0	
Gases Industriales	6	57.0	43.0
Otros	8	90.0	10.0

Producto : ALCOHOL ISOPROPILICO

Sector de <u>Consumo</u>	% del <u>Mercado</u>	<u>Centro de Consumo</u>	
		<u>LEMA</u>	<u>PROVINCIA</u>
Pinturas	48	100.0	
Productos Químicos	14	100.0	
Ensamblaje	13	100.0	
Productos Plásticos	12	100.0	
Otros	11	90.0	10.0

Esta estructura de consumo, altamente concentrada en Lima se modificará ligeramente, cuando los proyectos de Antioxidantes Xantatos y nuevas ensambladoras, insumidores de estos solventes, se ubiquen fuera de la región central.

d.- Infraestructura.-

La infraestructura industrial necesaria para la localización de una planta o complejo petroquímico, tal como puerto, carreteras, disponibilidad de agua, electricidad y otros servicios, es uno de los factores determinantes del estudio.

En países en **vías** de desarrollo, en que muchas zonas no cuentan con estas facilidades, la creación de infraestructura deberá repartir sus costos, entre los diferentes proyectos que se implementen de acuerdo a un plan **descentralizador**.

Para un proyecto específico, junto al costo de esta infraestructura, hay que evaluar el factor tiempo, ligado a la demora por la instalación de estas facilidades.

En lo que a transporte se refiere, es decir **ve** - **ciudad** a un puerto con servicios **marítimos** regulares, y acceso a las principales carreteras del país, las siguientes localidades reúnen los requisitos:

- |                |                     |                   |
|----------------|---------------------|-------------------|
| - Talara       | - <b>Salaverry</b>  | - <b>Matarani</b> |
| - <b>Paite</b> | • - <b>Chimbote</b> | - <b>Eten</b>     |
| - Pimentel     | - Callao            | - <b>Ilc</b>      |
| - Pisco        | - <b>Pacasmayo</b>  | - <b>Marcona</b>  |

e. - Contaminación Ambiental. -

Como **fuente** industria que consume productos de petróleo; **la** industria petroquímica, **genera** además de humos de **combustión**, **gases** **excedentarios** y **desechos** **poluantes**. En la mayoría de países **inc** **realizados** se **están** poniendo en vigencia políticas de lucha contra **la** **polución**, a fin de preservar **la** fauna y la flora **así** como **también** para evitar los peligros que para la vida del **hombre** estas **emanan** - pueden provocar, sobretodo a largo plazo.

En las plantas de **alcohol isopropílico** se emiten vapores principalmente de **anhídrido sulfuroso** ( $SO_2$ ) y de **anhídrido sulfúrico** ( $SO_3$ ) que deben ser eliminados por equipos especiales. Las plantas de acetona no presentan problemas en este sentido.

---

Tomando en cuenta los criterios anteriormente enunciados, para nuestro proyecto podemos identificar dos zonas posibles para localizarlo:

- - Zona Industrial de Talara
- Zona Industrial de Ventanilla

TALARA por:

. Pertenecer al polo de desarrollo Tumbes - **Piura** del Plan **Nacional**, luego la ubicación permite de cumplir con una sana política descentralizadora.

. Disponibilidad de materia prima, de combustibles y de servicios auxiliares y de mantenimiento, dada la **cercanía** a la **Refinería** de Talara.

. Infraestructura industrial, facilidades portuarias y acceso a la carretera Panamericana.

. **Lejanía** de centros poblados importantes, por lo que las **consideraciones** respecto a la contaminación ambiental tienen una importancia secundaria.

**VENTANILLA** por:

. Disponibilidad de materia prima, **combustible** y servicios auxiliares y de mantenimiento ligados a la **Refinería "La Pampilla"**.

. **Cercanía** a Lima, donde se encuentra centralizado la mayor parte del Consumo Nacional.

. Contar con la infraestructura necesaria, **as** como, las facilidades portuarias y el acceso a la carretera **Panamericana**.

## 2.- ESTUDIO DE LOS FACTORES LOCACIONALES. -

Los principales factores **locacionales** que se deben tomar en cuenta, en un estudio cualitativo, **así** como la importancia relativa de cada uno de ellos, dependen del tipo de industria. En el caso de la industria **petroquímica**, los factores por **considerar** y su importancia porcentual se encuentran en la tabla siguiente:

<u>Factor Locacional</u>	<u>Importancia Relativa (%)</u>
1)- Materia Prima y materiales	14.5
2)- Mano de Obra	12.5
3)- <b>Energía</b>	9.5
4)- Agua	9.5
5)- Transporte	9.5
6)- Terreno	4.0
7)- Efectos sobre el medio ambiente	8.3
8)- Mercados	7.0
9)- Equipamiento Urbano	7.5
10)- Facilidades de Construcción	5.0'
11)- Vulnerabilidad de la Operación Normal	6.5
12)- Efectos del medio ambiente	4.5
13)- Relaciones Económicas - industriales- y Administrativas del lugar	<u>2.0</u>
	100.0

Cada una de las alternativas se **confronta** frente a cada uno de los factores **locacionales**, **asignándoseles** una calificación de acuerdo con la siguiente **tabla**:

<u>Puntos</u>	<u>Significado</u>
- 2	Deficiente : la alternativa no alcanza sino en una <b>mínima</b> fracción a llenar los requerimientos del factor.
3 - 4	Regular: La alternativa llena en parte los requerimientos del factor.
5 - 6	Bueno: la alternativa llena en total los requerimientos del factor

- 8 Muy Bueno; la alternativa cumple ampliamente los requerimientos del factor.
- 9 - 10 Optimo: desde el punto de vista del factor considerado es la mejor localización.

Antes de comenzar a confrontar las localidades de Talara y Ventanilla frente a los factores **locacionales** enunciados, conviene incidir que esta parte del estudio trabaja sobre criterios cualitativos, luego de ninguna manera se deberá pensar en criterios de tipo económico al momento de la calificación.

1)- Materia Prima y Materiales. -

El factor considera el aprovisionamiento seguro a lo largo de la vida **útil** del proyecto tanto de la materia prima, como de los otros insumos materiales. Además deberá tenerse en cuenta la mejor calidad, la posible formación de stocks y planes futuros de expansión.

En nuestro caso, la materia prima principal es el **propileno**; y actualmente se le produce en las **Refinerías** de Talara y "La **Pampilla**", los otros insumos de menor **cuantía**, no tienen problemas de disponibilidad.

En la **Refinería** "La **Pampilla**", el propileno, ligado a la corriente de gases de la unidad de **cracking** catalítico, es vendido en su integridad como **LPG**. luego en el caso de ubicarse el proyecto **solventes** en la zona industrial de Ventanilla; deberá transportarse el necesario desde la **Refinería** de **Talara**, en donde la nueva unidad **FCC** producirá -



grandes excedentes de propano - propileno.

La instalación de un complejo petroquímico, integrado en una unidad de **croquec** al vapor de **naftas** o gasoleo, podría producir propileno de alta calidad para **uestre** planta de solventes, pero su materialización es aun lejana y es muy poco probable que se le - ubique en Lima o en Talara.

Por las razones dadas, calificamos:

- Talara 8
- Ventanilla 5

#### 4)- Mano de obra. -

**Acc** se contempla la disponibilidad, **calificaciór** y futuras relaciones laborales del personal por contratarse.

tanto en Talara, como en Lima se cuenta con mano de obra que reúne íos requerimientos arriba mencionados, en lo que a obreros compete - mayoría del personal - sin embargo Talara **pre - sentc** una ventaja adicional en cuanto a personal de experiencia en **finaciór** u otras actividades ligadas a la industria del petróleo; y en - cuanto conviene descentralizar a los habitantes, solucionando en parte los probemos de la gran Lima, asignamos:

- Talara 8
- **Ventani**lla 5

#### 3)- Energía. -

En este factor hay que confrontar las alternativas de localización, con el abastecimiento confiable de energía eléctrica

, y de combustibles.

En lo que a este último se refiere no existe ningún problema, en lo que a energía eléctrica concierne, Talara dispone desde comienzos de 1975 de una central termo - eléctrica, que podrá cubrir ampliamente la demanda de la planta de solventes y aun de todo el complejo industrial - petroquímico del Noroeste. La zona de Lima - Callao verá también ampliado su abastecimiento eléctrico con la interconexión de la línea de transmisión de la Central Hidroeléctrica del Mantaro; pero su demanda es cada vez mayor y con menos posibilidades en el futuro, por lo que creemos justo acordar una calificación de :

- Talara	8
- Ventanilla	7

#### 4)- Agua. -

Se debe considerar al interior de este factor, tanto el agua de proceso como el agua de enfriamiento, en sus aspectos calidad abundancia y transporte a lo largo del proyecto.

Las características de la mayoría de unidades petroquímicas no señalan limitaciones respecto a la calidad del agua de enfriamiento, luego en este sentido ambas ubicaciones son satisfactorias.

En lo que ha cantidad se refiere tanto para el enfriamiento como para el proceso en si, Talara presenta actualmente déficits, que deberán ser cubiertos por una ampliación de la línea viniendo del río Chira; Lima por su parte, si bien en el momento tiene disponibilidades, el crecimiento de la demanda debido al centralismo es sumamente peligroso, ya

que los recursos son limitados para el futuro.

Delante problemas equiparables asignarnos:

- Talara 6
- Ventanilla 6

#### 5)- Transporte. -

Aqui se consideran las dificultades por transporte tanto de materias primas, como de productos terminados, la disponibilidad de puertos de exportación y el acceso a vías de comunicación terrestre.

El resumen de la calificación es como sigue

ASPECTO	PESO	TALARA		VENTANILLA	
		Puntos	Total	Puntos	Total
Facilidades Portuarias	30	6	1.8	6	1.8
Carreteras	20	6	1.2	6	1.2
Dificultad y Fletes	<u>50</u>	8	<u>4.0</u>	6	<u>3.0</u>
	100		7.0		6.0

#### 6. Terreno

En este punto hay que tomar en cuenta el tamaño, las posibilidades de adquisición, las condiciones en cuanto a resistencia del suelo se refiere y los usos alternativos futuros.

En la zona de Ventanilla no hay residencias; pero si agricultura de panllevar y algunas industrias principalmente la Refineria "La Pampina". Existen posibilidades de compra de terrenos contiguos y la presencia de otras industrias indican que la resistencia del suelo es adecuada.

En la zona de Talara; el área de la Refinería deja espacio suficiente para proceder con el nuevo proyecto. El terreno es tipo arenoso, sin embargo puede soportar 10 Tn./m<sup>2</sup> pudiéndose edificar un cimiento directo para la mayor parte de las nuevas instalaciones, salvo el equipo pesado que necesitaran algunos trabajos especiales.

Sobre el uso alternativo del terreno de Ventanilla para cultivo; y el consiguiente costo y problemas inherentes a la compra; ambas localizaciones satisfacen ampliamente este factor.

Talara	8
Ventanilla	7

#### 7. Efectos sobre el Medio Ambiente

Se contempla dentro de los efectos sobre el Medio Ambiente la contaminación que los afluentes líquidos y gaseosos pueden generar, en comparación a la contaminación actual o futura de la zona estudiada.

Este factor va ganando cada vez mayor importancia relativa en las zonas altamente industrializadas de Mundo; se dice que la Polución hará que muchas nuevas plantas sean edificadas en el Tercer Mundo y con ello contribuirá al "desarrollo".

Las emisiones de gases provendrán en nuestro caso de la planta concentradora de ácido sulfúrico - insumo - bajo la forma de anhídrido sulfuroso;

parte ( 90 % ) es eliminando por lavado y equipo especial de separación y el resto puede ser eliminado previa neutralización con amoníaco.

Los afluentes líquidos principalmente ácido sulfúrico y algo de benceno se tratarán con soda en una poza de sedimentación antes de su eliminación al mar.

Si bien el proyecto no originará cantidades considerables de  $SO_2$ ; acrecentará más el total permisible pequeño para el cielo de Lima; dada la baja altura a la que las nubes se encuentran. Por lo tanto damos la calificación siguiente :

Talara	6
Ventanilla	3

#### 8. Mercados

Se consideraran dentro de este factor la localización del consumo y las facilidades de comercialización actuales y futuras.

Es innegable la ventaja que Lima Metropolitana presenta, y salvo consideración de algunas instalaciones industriales usuarias de alcohol isopropílico y/o de Acetona que se instalarán, principalmente en la Costa Norte, creemos que la calificación es de :

Talara	2
Ventanilla	9

9. Equipamiento Urbano

Este factor se refiere a las facilidades de vivienda; de alimentación, de colegios, de universidades, de centros comerciales, de centros de recreación, etc. en las posibles localizaciones del proyecto.

La ciudad de Talara al haber sido declarada Ciudad Abierta presenta casi las mismas facilidades primarias para sus habitantes que Lima.

Talara	5
Ventanilla	7

10. Facilidades de Construcción

Acá se trata la disponibilidad de recursos tales como mano de obra especializada, de materiales y de equipo de construcción que las zonas comparadas ofrecen.

La construcción civil de estos proyectos normalmente es sub-contratada por la Firma Ejecutora y beneficia a las Compañías Constructora de la zona. Más aun se emplean trabajadores de esta por lo que tiene cierto efecto momentáneo desarrollador.

La zona de Talara no cuenta actualmente con facilidades de construcción permanentes es decir que cada vez que se requiere alguna instalación de planta o equipos grandes se tiene que recurrir a los Contratistas de Lima, situación tal que comienza a cambiar con la aparición de

algunas empresas constructoras en la ciudad de Piura.

Talara	4
Ventanilla	8

11. Vulnerabilidad de la Operación Normal :

En este punto se mide la vulnerabilidad de operación respecto al abastecimiento de materia prima y servicios industriales, el despacho de productos, los servicios contra incendios, de policia y otros.

La zona de Talara presenta pequeñas ventajas diferenciadas respecto a la zona de Ventanilla en lo que ha seguridades se refiere por lo tanto estimamos la calificación :

Talara	7
Ventanilla	6

12. Efectos del Medio Ambiente :

Se analizan dentro de este factor los efectos del clima y sus mayores - variaciones en el transcurso del año sobre la operación de la planta; es especial temperaturas del aire y del agua, vientos, arenas, salinidad; - además se consideran los antecedentes sísmicos de la zona.

La temperatura ambiental es mas favorable en Ventanilla; pero este se contrasta con su mayor humedad relativa.

Las lluvias son escasas en ambas zonas y la salinidad dada la cercanía al mar iguales para ambas también.

La velocidad del viento y el movimiento de arena es un problema en Talara provocando problemas de erosión y mantenimiento.

El coeficiente sísmico de Diseño de plantas de la zona de Ventanilla es mayor que el de Talara, trayendo como consecuencia un sobre gasto en estructuras y cimientos :

Talara	6
--------	---

Ventanilla	6
------------	---

-

13. Relaciones Económicas - Industriales - Administrativas del Medio :

En este punto se considera la existencia de entidades bancarias, agencias de firmas comerciales, facilidades administrativas y de trámite públicas y privados.

Talara cuenta con todas las facilidades de una ciudad actual pero en menor magnitud que la zona de Lima, por ello se califica :

Talara	5
--------	---

Ventanilla	8
------------	---



NOMBRE DEL FACTOR	Importanc. Relativa	TALARA		VENTANILLA	
		Puntos	Total Ponder.	Puntos	Total Ponder.
1. Materia Prima y Material.	14.5	8	1.16	5	0.73
2. Mano de Obra	12.5	8	1.00	5	0.63
3. Energic	9.5	8	0.76	7	0.67
4. Agua	9.5	6	0.57	6	0.57
5. Transporte	9.5	7	0.67	6	0.57
6. Terreno	4.0	8	0.32	7	0.28
7. Efectos sobre el Medio	8.0	6	0.48	3	0.24
8. Mercados	7.0	2	0.14	9	0.63
9. Equipamiento Urbano	7.5	5	0.38	7	0.53
10. Facilidades de Construcción.	5.0	4	0.20	8	0.40
11. Vulnerabilidad	6.5	7	0.46	6	0.39
12. Efectos del Medio.	4.5	6	0.27	6	0.27
13. Relaciones <del>Económicas-Indus</del> <del>triales</del> Administrativas	2.0	5	0.10	8	0.16
	100.0		6.51		6.07

De acuerdo a lo expuesto el resumen de las calificaciones de los factores ~~localizacionales~~ nos arroja el siguiente resultado.

Talara                    6.51

Ventanilla              6.07

Que vale decir que ambas ubicaciones son bastante buenas; aunque Talara presenta una mínima ventaja; la decisión deberá aun contemplar un análisis de los Costos Operativos.

### 3.- ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE OPERACION :

#### 1. Bases del Estudio :

Se van a comparar las dos alternativas siguientes :

- a). Ubicar la planta en Talara por lo tanto los productos ~~de-~~  
~~ben~~ transportarse a Lima para su venta.
- b). Ubicar la planta en la zona industrial de Ventanilla, de-  
biendo transportarse materia prima desde Talara para su a-  
bastecimiento.

Los fletes para el transporte son aproximadamente los siguientes:

Para el **GLP** de Talara a Ventanilla el precio del flete es de 4.31 **US\$/TM** por **vfc** marítima en buque tanque e incluye los gastos de carga y descarga.

Para estos solventes **proximadamente** es de 3.70 US\$/TM, precio que no incluye la inversión necesaria para acondicionar el buque tanque, pero esta **incluyendose** el valor - del falso flete en que incurriría el buque si el tanque no pudiera utilizarse para otros productos.

Los consumos unitarios se han tornado para un tipo de planta de fabricación de solventes identificado el Capítulo IV.

	POR TM/ALCOHOL	
Materia Prima - Corte P-P.	1.48	TM
Acido Sulfúrico	0.06	TM
Combustible	1.10	MMk-cal.
Electricidad	160.00	kwh
Vapor	5.00	TM
Agua de enfriamiento	205.20	TM

Los precios unitarios que no varían con la localización son: Materia

Prima (sin incluir transporte)	10	US\$/TM
Vapor'	2.20	US\$/TM

Los precios unitarios que varían en las localizaciones propuestas son :

	LIMA	TALARA	UNIDAD
• Acido Sulfúrico	50	80	US\$/TM
- por más fácil abastecimiento en Lima.			
Electricidad	0.0103	0.01	US\$/kwh
- en Talara es un recurso propio, mientras que en Lima se paga la tarifa correspondiente.			
Combustible	1.62	0.821	US\$/MM k.cal.
- en Talara corresponde al gas combustible producido en los campos y en Ventanilla al Residuo N°. 6.			
Agua de Enfriamiento	0.005	0.00374	US\$/TM.
- para la zona de Talara el consumo y costo corresponde a los de su sistema sin recirculación de agua de mar, mientras que en Ventanilla son los de un sistema cerrado de agua de pozo.			

2. Cálculo de los Costos Unitarios de Producción

Solamente se tienen en **consideración** aquellos costos de **producción** que son diferentes para cada una de las alternativas de **localización**.

El cálculo deberá desarrollarse a **lo largo** de toda la vida del **proyecto**, incluyendo tasas de crecimiento de costos y diferencias de consumos posibles, cambios alternativos de **fuentes de abastecimiento**, etc, pero para fines simples de comparación no se justifican cálculos más sofisticados que el mostrado en el cuadro **siguiente**

CALCULO DE COSTOS

	Consumos Unitarios	Balace		VentaniIla	
		Precio	Monto	Precio	Monto
Corte P.P. (60%( )	1.48	10.0	14.80	10.0	14.80
H <sub>2</sub> 50 <sup>44</sup>	0.06	80.0	4.80	50.0	3.00
Combustible	1.10	0.821	0.90	1.62	1.78
Electricidad	160.00	0.01	1.60	0.0103	1.65
Vapor	5.0	2.20	11.00	2.20	11.00
Agua de Enfriamiento	205.20	0.00374	0.77	0.005	1.03
FLETES	Fletes Unitarios				
Solventes	1.00	3.70	3.70		
Materia Prima	1.48			4.31	6,38
			37.57		39.64

Vemos que los costos unitarios comparativos son :

Talara	37.57	
<b>Ventani I I a</b>	<u>39.04</u>	
Diferencia	2.07	US\$/TM

#### 4. - DECISION DE LOCALIZACION. -

De acuerdo a las consideraciones generales se **escojieron** las alternativas de localización, en nuestro caso: Talara y Ventanilla.

Del estudio de los factores **locacionales**, hecho para ambas zonas, se obtuvieron las siguientes promedios ponderados:

- Talara	6.51
- Ventanilla	6.07

Este resultado nos permite considerar **cualitativa** mente las dos **localizaciones** como buenas, y como no existen diferencias significativas, este criterio nos proporciona una opción para la decisión final.

El estudio comparativo de costos unitarios de producción para ambas posibles ubicaciones, arroja los siguiente

- Talara	37.57 US/TM.
- Ventanilla	<u>39.64</u> US/TM. ( 2.07) US/TM.

En nuestro caso, por ser la localización TALARA tanto cualitativamente como cuantitativamente **la** optima, y por ser una zona con tenida en una región especificada dentro del **PLar** Nacional de descentralización; creemos que la planta debe ubicarse en este lugar.

Cabe notar que la elección de una planta de solventes (acetona e **isopropanol**) ha hecho posible realizar un estudio de localización ya que de otra manera una planta **petroquímica** para producir productos

**finales no se implementa individualmente sino ligada a un complejo.**

Desde el punto de vista estrictamente **metodológico**, el caso analizado, ha permitido pues que se sienten las bases para estudios similares, tanto a nivel de plantas no integradas, como a nivel de complejos **petroquímicos** integrados.

## CAPITULO

### IV

## ASPECTOS TECNICOS

(.1ra. Parte )



En esta primera parte de los aspectos técnicos del proyecto nos preocuparemos en definir el tipo de proceso y de tecnología que debemos emplear para la obtención de los productos que nos hemos propuesto fabricar.

Si bien en un país en vías de desarrollo, tal como el Perú, las posibilidades presentes de crear una tecnología propia es muy problemática y difícil por el costo y el tiempo que demanda, el poder escoger la tecnología más adecuada presenta ciertas ventajas :

- Lo más moderno.  
Lo probado técnica y económicamente.
- Ahorro de tiempo, ya que de lo contrario seguiremos gastando divisas en la importación.

Comenzaremos analizando en forma descriptiva los diferentes métodos de obtención, principalmente aquellos cuya materia prima disponemos; interesándonos especialmente en características como : Reacciones, Condiciones de Operación, Especificaciones de materia prima, rendimientos.

Deberemos en seguida revisar las tecnologías disponibles, es decir quienes, como y cuantas plantas existen en operación para un determinado tipo de proceso, ventajas y desventajas, etc.

Finalmente, luego de fijar una serie de criterios técnico-económicos, escogeremos nuestro proceso de fabricación definitivo. Incluiremos una descripción detallada de esta unidad, que nos permitirá para el análisis económico

conocer el equipo a utilizar, materiales, es decir la base para la ingeniería de costos.

### Presentación de los productos

<b>ISOPROPANOL</b>	(IPA)
<b>Fórmula</b>	CH <sub>3</sub> - CHOH - CH <sub>3</sub>
Peso Molecular	60.1
Sinonimia	2 propanol Dimetil carbinol Alcohol isopropílico secundario

#### Propiedades

presentación	líquido incoloro inflamable, soluble en agua en todas proporciones
- densidad	0.786 gr/cc    6.55 lbs/gin .
punto de inflamación	17°C
- destilación	82.3 - 82.8°C
acidez (como ácido acético)	0.002 % máx.
- agua	0.1 % máx.

#### Usos

Solventes            pinturas  
Solventes            tinturas de imprenta  
Solventes            aerosoles  
Obtención de xantato isopropileno de sodio  
Obtención de acetato de isopropila  
Obtención de acetona.

## ▪ Acetona

Fórmula	$\text{CH}_3 - \text{CC} - \text{CH}_3$
peso molecular	58.08
Sinonimia	Dimetilcetona dimetilceto cetopropano met acetilo éter piroacético 2 - propanol
Propiedades	
- presentación	liquido incoloro de olor <b>aromático</b>  inflamable, soluble en agua en todas proporciones.
- densidad	0.792 <b>gm./cc</b> 6.59 <b>lbs/gln</b>
- punto de inflamación	- 15°C
- destilación	56.1 - 56.9
- acidez (como ácido acético)	0.002 % <b>máx.</b>
- agua	0.5 % <b>máx</b>
Usos	Solventes
	lacas y barnices acetato de celulosa <b>adhesivos</b> <b>meti metacrilato</b>

## I. ESTUDIO DE LOS METODOS DE OBTENCION.

### 1.- Selección de la Materia prima :

Da la gama enorme de procesos que la industria petroquímica nos ofrece para fabricar un determinado producto o grupo de productos, debemos empezar por fijarnos a partir de que producto básico iniciaremos la obtención de estos.

En los países contando con recursos de hidrocarburos importantes o con ciertos combustibles excedentarios en las refinerías, la materia prima deberá ser escogida como las más apropiadas técnica y económicamente.

Técnicamente pensaremos en aquellos productos que presenta una estructura química de base semejante a los que deseamos fabricar, (Igual número de átomos de Carbono Tipo de Cadena, alta reactividad, etc.) y económicamente en aquellos menos costosos y de provisión segura. Parte de este análisis ya ha sido desarrollado al discutir la localización de la planta.

En nuestro caso deseamos obtener isopropano y acetona, ambos compuestos de tres átomos de carbono en cadena lineal, sin ram

ficaciones. En principio podríamos escoger entre el propano y el propileno, pero este último presenta clara ventaja dada la alta reactividad de su doble enlace.

Entre las fuentes de obtención del propileno se tienen:

A. - Como subproducto importante de una unidad de steam-cracking.

El cuadro adjunto muestra la composición de una mezcla gaseosa resultante del craqueo a vapor de una nafta y de un gasoleo :

% Vol.	Carga : Nafta	Gasoleo
H <sub>2</sub>	15.0	13.2
C <sub>1</sub>	28.5	28.0
	31.2	26.9
C <sub>2</sub>	5.0	7.9
C <sub>3</sub>	13.7	14.0
C <sub>3</sub>	0.6	1.2
C <sub>4</sub> s	6.5	8.3
	100.0	100.0

Este procedimiento requeriría la existencia previa de un mercado para el etileno, antes de pensar en la construcción de una unidad, ya que el propileno no es más que un subproducto.

Este es el procedimiento reconocido como petroquímico y genera el 6% de propileno, de alta pureza íntegramente - utilizado con fines industriales.

El **cracking** al vapor encuentra su realización en países que no cuentan con recursos de hidrocarburos y que han basado el desarrollo de su **petroquímico** en las **olefinas** primarias.

B. - De los gases resultantes del **cracking** catalítico :

**Aquí** el propileno **debería** ser aislado o empleado **directamente** de la corriente propano - propileno que representa **aproximadamente** el 9.6 % del total de productos de la unidad - FCC (Es decir 6.8 % de propileno por 2.8 % de propano).

Este es el procedimiento de refinería que genera casi el - 94 % de propileno, **usándose** la gran parte en **polimerización** y **en alquilación** para la obtención de gasolina de alto **octanaje**, o simplemente **quemándose** como gas combustible.

Creemos que esta será la fuente de producción más adecuada a nuestros recursos y lógica de acuerdo a nuestros fines.

Contando dentro de un año el país con una unidad de **crack** **quec** catalítico fluido en la Refinería de Talara la utiliza **ciór** del propileno **excedentaria** **caric** un mayor valor **agregado**, a **éste** proyecto, ya que de otra forma sería quemado o **quizas** desaprovechado es decir liberado a la **atmósfera**.

El volumen de propileno disponible de esta unidad podemos **calcular** **así**

100 % de la **producción** son 16,600 barriles por día el 6.8 % será aproximadamente 1,130 barriles por día

Si consideramos una eficiencia en la **recuperación** de 0.98, la cantidad disponible es de 1,100 barriles por día lo que equivale a 33,600 Toneladas por año.

$$\frac{1100 \text{ B/D} \times 42 \text{ G/G} \times 4.35 \text{ lb/G} \times 365 \text{ D/A}}{2200 \text{ lb/Tm}}$$

La pureza del propileno si lo aprovechamos directamente de la corriente propano-propileno, es de más del 70 % en volumen.

$$\frac{6.8 \text{ (Vol de propileno)}}{6.8 + 2.8 \text{ (Vol de la corriente)}}$$

## 2.- Métodos de obtención posibles

En el esquema presentado en el Cuadro N°. 1-1, podemos ver todos los métodos de obtención posibles para la fabricación del isopropanol y la acetona a partir del propileno.

Esquemas similares pueden prepararse para cualquier otro producto o grupo de productos petroquímicos porque la industria nos ofrece multitud de procesos paralelos de obtención.

### 2.1. Obtención del Isopropanol :

La gran parte del isopropanol se obtiene actualmente por hidratación del propileno; la cual puede hacerse en fase líquida o en fase vapor.

#### HIDRATACION INDIRECTA DEL PROPILENO, PROCESO EN FASE LIQUIDA:

##### Descripción

En fase líquida la corriente propano-propileno se absorbe con ácido sulfúrico formándose propil sulfato. El propano inerte se separa y almacena.

Luego se hidroliza el este obteniéndose isopropanol, más ácido sulfúrico diluido que será purificado y reciclado a la primera etapa.

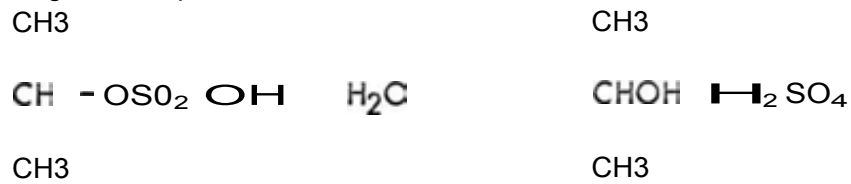
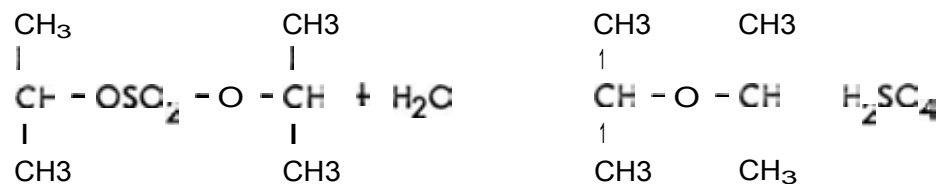
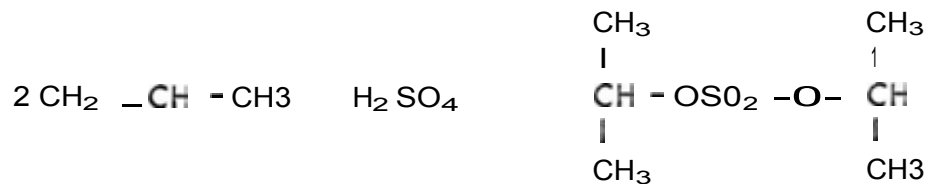


Reacciones

Primera Etapa :



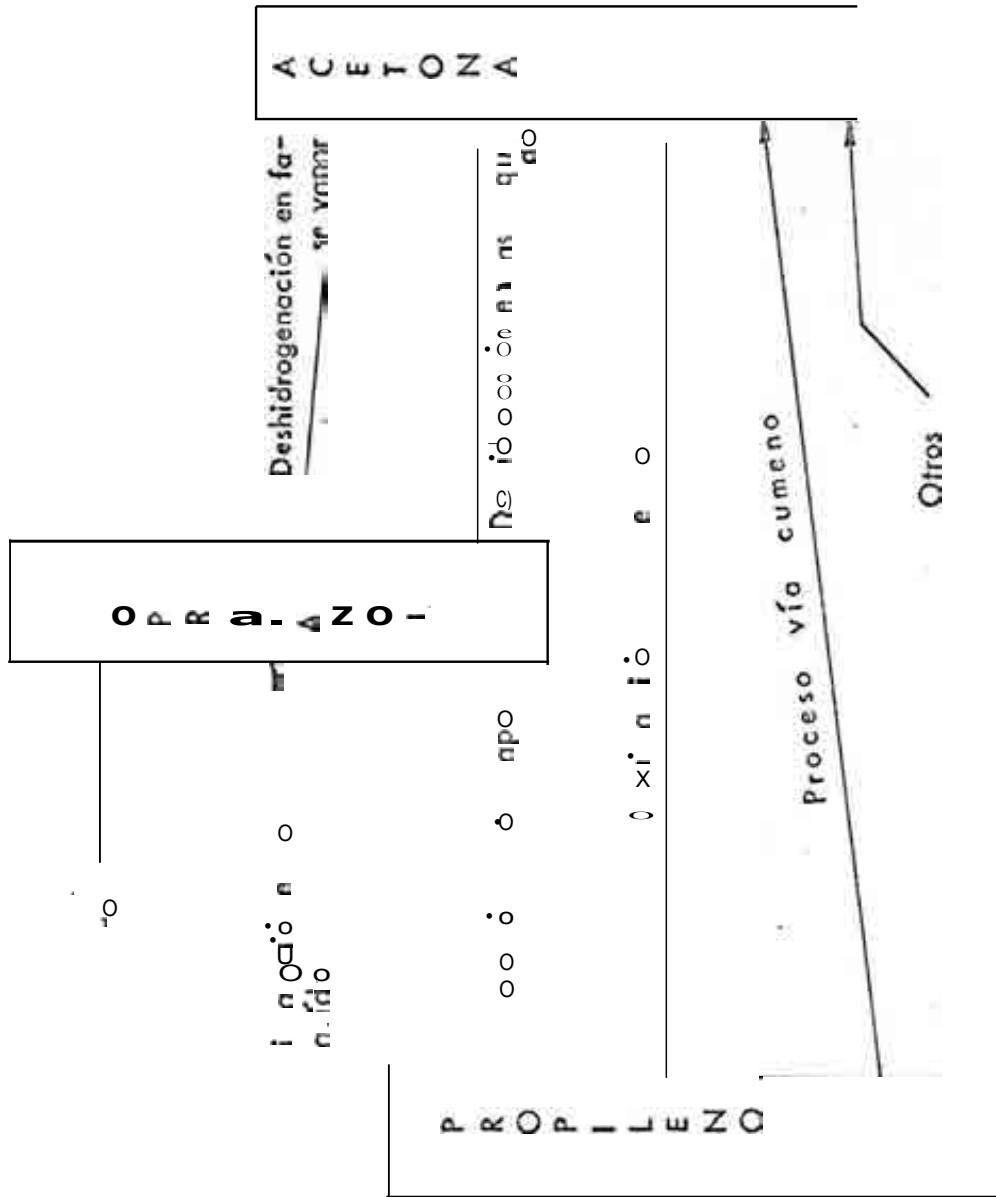
Segunda Etapa :

También tienen lugar reacciones **parasitas** comoEspecificaciones de Materia Prima

El propileno puede ser de alta pureza o estar mezclado con otros gases de **refinería**. Deseable en este caso que la pureza no descienda del 65 % en volumen dentro de la corriente de gases.

El ácido sulfúrico a utilizarse **deberá** estar presente en concentraciones mayores del 75 %.

CUADRO N°. HI  
 METODOS DE OBTENCION POSIBLES



### Condiciones de Operación

La temperatura oscila entre los 110 - 125°C, y la presión es esencialmente atmosférica, salvo en la etapa de absorción 175 - 500 psig dependiendo de la presión de entrada de la materia prima. La relación entre gas y ácido es de aproximadamente 1.5 mol/mol.

### Rendimientos

Para una tonelada de isopropano del 91 % de pureza se necesitan 810 kg. de propileno y 11 kg. de ácido sulfúrico al 85 %. La composición de una mezcla típica a la salida del reactor es

Relación de carga	1.4 mol $C_3H_8$ / mol ácido (75%)
Temperatura	100°C
	<u>Mezcla</u>
Isopropano	6.08
Eter isopropílico	0.32
Sulfato Mono-isopropílico	2.38
Sulfato Di-isopropílico	0.14
Acido sulfúrico	4.05

• HIDRATACION\_CATALITICA\_DIRECTA\_DEL\_PROPILENO, PROCESO EN FA-

SE VAPOR :

Descripción :

El propileno líquido más el agua son precalentados por el gas de reciclo y después directamente con vapor, pasándoseles luego frente al catalizador (Óxido de Tungsteno, ácido fosfórico, cobre finamente dividido ...) realizándose ahí la reacción que no comporta más que una sola etapa.

Reacción



Especificaciones de Materia Prima :

El propileno deberá ser de 99 % de pureza. Lo cual hará imprescindibles unidades de purificación prealables.

El agua deberá ser completamente desmineralizada para ser utilizada en este proceso.

Condiciones de Operación

La temperatura de reacción oscila entre 180 y 260°C y la presión entre 25 y 50 atmósferas según la tecnología que sea empleada.

La conversión por paso es bastante baja por lo que deberemos trabajar con alta relación de reciclo.

### Rendimientos

La conversión por paso es de apenas 8 %. El rendimiento normalmente alcanzado supera el 95 %, y el **isopropano** obtenido llega a ser de 87.5 a 100% de pureza.

### 2.2. Obtención de la Acetona

La acetona presenta para su fabricación, diferentes alternativas. Antiguamente se obtenía por fermentación de la azúcar, hoy en día es fabricada por medio de procesos petroquímicos, todos partiendo del propileno, ya sea por oxidación directa, o por hidratación **obteniendose** conjuntamente **isopropano** que se deshidrogena, o ya sea como subproducto en la fabricación del fenol, vio **Cumeno**.

### PROCESO VIA\_CUMENO :

#### Descripción

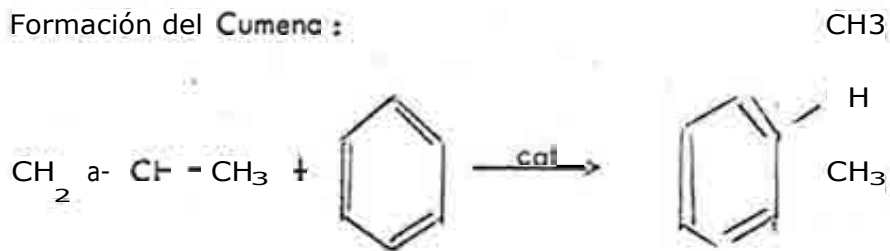
Este proceso es el considerado el más petroquímico, pues no utiliza **compuestos** inorgánicos. El propileno y el **benceno** reaccionan **exotermicamente** frente al catalizador (cloruro de Aluminio, ácido fosfórico sólido disperso ...)

en fase líquida obteniéndose Cumenc (isopropil benceno).

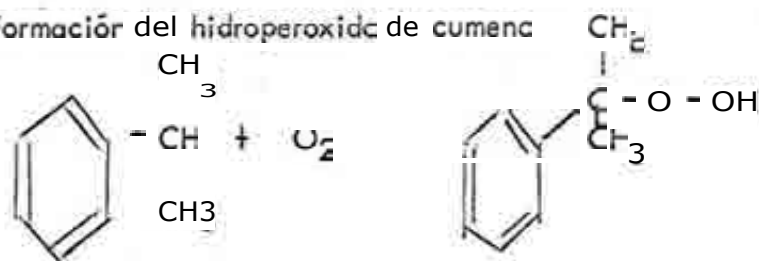
El cumenc es oxidado directamente con aire en solución acuosa de soda formandose hidropoxid de cumenc. Este compuesto en contacto con ácido sulfúrico y con fuerte agitación se descompone en Fenol y Acetona.

Reacciones :

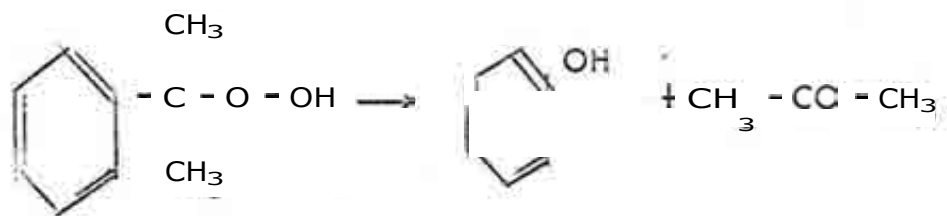
Formación del Cumenc :



Formación del hidropoxid de cumenc



Formación del fenol y de la acetona :



Especificaciones de Materia Prima :

Tanto el propileno como el benceno, materias primas deberán ser de alta pureza.

El ácido sulfúrico es de una pureza entre 10 a 25 %.

## CONDICIONES DE OPERACIÓN

---

La temperatura para la primera reacción es bala, para la formación del **hidroperóxido** llega a 250°C y su descomposición esta entre 135 a 150°C.

La presión del proceso en general es esencialmente **atmosférica**.

### Rendimientos

La composición al final de la tercera reacción del **efluente** del reactor es de 14% de fenol y sólo 8 % de acetona.

<b>Cumenc</b> † Aire	<b>Fenol</b> † acetona - - - Subprod.
(1500 kg) † (270 m <sup>3</sup> ) - - - - -	(1000 kg) (603 kg) † (140 kg)

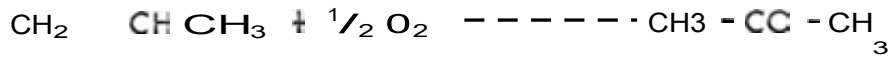
Luego el proceso es altamente sensible a la relación de demandas **Acetona/** e.:cl de **0.60**. La acetona es un subproducto.

## OXIDACION DIRECTA DEL PROPILENO

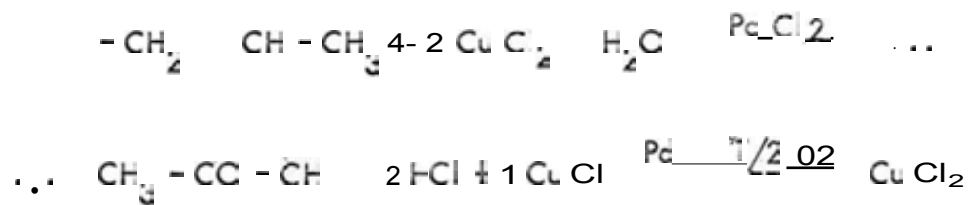
### Descripción

El propileno **más** el agua y mas el catalizador (cloruro de Cobre y de Paladio) son introducidos en un sólo reactor, **desarrollandose** la reacción en una etapa.

Reacción :



Esta es la reacción teórica pero en la práctica se desarrolla el siguiente esquema reacciona :



En la primera reacción el cloruro cuprico por acción del catalizador - forma cloruro cuproso, ácido clorhídrico y acetona. El paladio formado y sobre la acción de oxígeno reintegrará el cloruro cuproso a cuprico formándose nuevamente cloruro de paladio también.

Especificaciones de Materia Prima :

Mezclas de propano - propileno pueden ser aceptadas en el proceso.

Condiciones de Operación :

La temperatura oscila entre 110 y 200°C y la presión bastante baja entre 4 y 10 átmosferas.



Rendimientos :

Las **tecnologías** alcanzas a rendimientos del orden de 90 a 93 %. El proceso presenta un **gri** n atractivo inicial.

PROCESOS VIA ISOPROPANOL

Antiguamente se **producían** los alcoholes secundarios por hidrogenación de **ketonas**, obtenidas ellas por **descarboxilación catalítica** de los **ácidos** grasos, o fermentación del **azúcar**. Actualmente en **razon** del tonelaje considerable de alcoholes secundarios producidos en la industria petroquímica por **hidratación** de **olefinas**, es a partir de estos intermediarios que se obtienen hoy la mayor parte de las **ketonas**.

Las reacciones de **deshidrogenación** del **isopropanol** para obtener acetona pueden realizarse tanto en fase vapor, como en fase líquida.

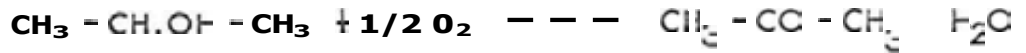
DESHIDROGENACION DEL ISOPROPANOL EN FASE VAPOR :

Descripción.

El **isopropanol** es calentado, vaporizado y alimentado conjuntamente con el aire en el **reactor** tubular de **deshidrogenación**.

La reacción es **endotérmica** **formandose** en una sola etapa acetona y agua.

Reacción



Especificaciones de materia prima :

Se utiliza **isopropanol** hasta de **85 %** de pureza.

Condiciones de Operación :

La temperatura, dado que se trata de una reacción **endotérmica** es bastante elevada (entre 350 a 400°C) mientras que la presión por el mismo hecho sólo será controlada encima de la presión **atmosférica** para facilitar el trabajo en fase vapor.

Rendimientos :

Se tiene una **conversión** por paso bastante aceptable y luego de los problemas de **destilación de azeótropos**, se llega a obtener **acetona** hasta de **97.5 %** de pureza.

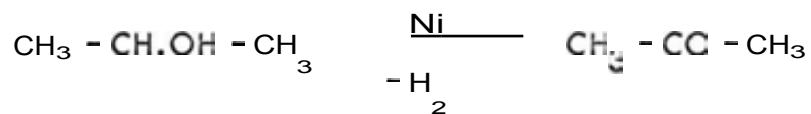
DESHIDRATACIÓN DEL ISOPROPANOL EN FASE LIQUIDA :

Descripción

La reacción es la misma que en el proceso en fase vapor, pero se realiza contando con la **mezcla isopropanol** catalizador en ebullición constante ,

**eliminándose** el hidrogeno a medida de que **forme**, pudiendo **as** reducir la presión de la reacción **aumentándose** el rendimiento dado el carácter **endotérmico** de esta reacción.

### Reacción



### Especificaciones de Materia Prima

Se requiere de **isopropanol** de alta pureza.

El alcohol es mezclado con **diciclohexilo** de manera que la temperatura en la reacción pueda ser elevada a 150 grados **centígrados**.

### Condiciones de Operación :

Depende de la tecnología utilizada, si el alcohol es puro la temperatura no excede los 100°C, si se trabaja sobre la mezcla llega hasta 150°C.

La presión esta entre los 40 a 50 kg/cm<sup>2</sup> .

El catalizador empleado **normalmente** es **Nicke** de **Raney** o **nicke** **ac-**tivado por el cromo.

### Rendimientos :

Se llega a una alta conversión por paso, y la acetona producida alcanza la pureza de 99.5 %

**El proceso es bastante flexible, sirviendo bajo pequeñas modificaciones en las condiciones de operación para la fabricación de otras cetonas.**

## 11. TECNOLOGÍAS DISPONIBLES

Después del análisis descriptivo de los diferentes procesos de fabricación, efectuado en la primera parte, veremos ahora las tecnologías disponibles; es decir, como estos procesos han sido llevados a plantas de producción comercial.

Nuestra preocupación dentro del estudio de cada proceso se centrará, en el desarrollo tecnológico que el ha tenido, sus necesidades en materia prima y servicios, es decir sus consumos unitarios y finalmente las ventajas y desventajas que presenta cada proceso comparativamente.

Primero estudiaremos dentro de este cuadro las tecnologías existentes para la fabricación del isopropanol y luego las existentes para la fabricación de la acetona.

### 1.- Tecnología para producir isopropanol.

Hidratación indirecta del propileno.

Desarrollo tecnológico :

Existen numerosas unidades en operación comercial de las patentes Inglesa (British Petroleum Chemicals Ltda.) y Alemana (Rheinpresussen) que han sido las que más han desarrollado este proceso.

Ultimamente en México el complejo PEMEX - Salamanca viene de incluir una unidad de hidratación de 20,500 Tm/A construida por Lummus Company. En Argentina Lurgi GMBH ha puesto en marcha una unidad similar.

Para este proceso existen numerosas unidades de todo tamaño y podemos afirmar que el proceso ha sido ampliamente probado en la industria.

#### Consumos unitarios

	Propileno	795 Kg/TM
-	Vapor 2.5 atm.	5,000 Kg/Tm.
	Electricidad	160 Kwh/Tm
	Agua de refrigeración	205 m <sup>3</sup> /Tm.
-	Acido Nítrico	10 Kg/Tm
	Bencenc	20 Kg/Tm.
-	Combustible	1,100 MKcal/Tm

#### Ventajas y desventajas .

El proceso utiliza propileno de baja pureza y puede por lo tanto ser alimentado directamente de la corriente propano-propileno de FCC de la Refinería.

- Pueden operarse económicamente plantas de mas de 10,000 TM/Año.

- Flexibilidad ; El equipo puede emplearse para la fabricación de **butano** secundario a partir de **Butenos**.
- Existen algunos problemas de corrosión debidos al empleo de **ácido** sulfúrico.
- Comparado con otros procesos de fabricación de **isopropano** tiene costos de operación y mantenimiento relativamente mayores.

#### Hidratación directa' del propileno

#### Desarrollo tecnológico

En la actualidad existen fuera de las **tecnologías** americanas numerosas, las patentes más populares actualmente son alemanas (**Veba-Chemie Westf** GMBH) y japonesas (**Tokuyama Soda C. Ltda.**)

El proceso es **más reciente** que la hidratación indirecta y sólo hay hasta el momento 2 unidades en **operación** y 3 **estar** en construcción, todas de capacidades mayores a las 50,000 Tm/Año de IPA.

#### Consumos **unitarios**

Propileno	740 Kg/Tm
- Vapor 2.5 atm.	2,200 Kg/Tm
- Electricidad	40 Kwh/Tm

Agua de refrigeración	160 m <sup>3</sup> /Trr
- Combustible	1.5 MMKcal/Trr
- Agua desmineralizada	0.3 m <sup>3</sup> /Trr
Catalizador	1.0 US/Trr

### Ventajas y desventajas y desventajas

Debe ser alimentado con propileno de alta pureza de 99 % o más, luego si solo contamos con la corriente P - P del Craqueo Catalítico se requerirán de unidades de preparación de la alimentación.

- Tiene menores costos de operación y mantenimiento que otras unidades de producción IPA.
- Se han detectado algunos problemas de corrosión por altas presiones y de oxígeno empleado.
- No hay problemas de polución de aire por azufre.
- El proceso es netamente ventajoso para producciones encima de las 50,000 TM/Año.
- Flexibilidad ; se puede producir etanol pero se requieren numerosas transformaciones.



2. Tecnologías para producir Acetona :

Proceso Vía Cumeno

Desarrollo Tecnológico :

Este proceso es uno de los **más** populares y existen hasta 15 patentes que totalizan una capacidad de **producción** de 1 millón de toneladas/ **pa** de Fenol, principalmente en Europa y U.S.A.

Casi no existen limitaciones de tamaño de planta, ni **grados** de pureza **pa** **ra** el **Cumeno**, materia prima a ser tratado.

Consumo unitarios :

**Varían** dentro de las diferentes patentes, daremos algunos valores promedio aproximativo :

Propileno

Benzeno

Acido Sulfúrico

Catalizadores

Agua de refrigeración.

Electricidad

Combustible

Vapor

Ventajas y desventajas

Requiere de un mercado **importante** tanto para la acetona como **pa** **ra** el fenol, que responda a una relación de demanda de 0.6 **c** 0.7 toneladas de acetona por tonelada de fenol.

Tiene rendimientos y conversiones **relativamente** bajos, aunque **dice** a **dice** se tienen progresos en este sentido.

No existen mayores problemas de corrosión.

Las **tecnologías** actuales han avanzado en el **majar aprovechamiento** del calor y de la presión, por lo que existen considerables economías en plantas de alta capacidad.

Es un proceso **típica** de países de alto desarrollo industrial, con gran mercado, materias primas bastante elaboradas y **energía** cara.

#### Oxidación directa

#### Desarrollo **tecnológico**

Existen en la actualidad varias **firmas** que ofrecen licencias de este proceso : **Hoescht - HD E Corp.** (Alemania) **Dow Chemical Co.** (U.S.A.), **Fur Elektrochem Ind.** (Alemania) todas par., **plantas** de capacidades mayores a las 25,000 Tm/Año de Acetona.

Parece que la tendencia para las producciones masivas de acetona, se inclinan por este proceso, mientras que las unidades de baja producción son construidas integradas a plantas para producción de **isopropanol**.

#### Consumos unitarios

Propileno	780 kg/Tm.
Vapor 4 2 <b>atm.</b>	7, 33 kg/Tm.
Electricidad	375 <b>kwh/Tm</b>

Agua de Refrigeración	580 m <sup>3</sup> /Tm
Aire	1,260 MM <sup>3</sup> /Tm
Acido clorhídrico	50 kg/Tm
Agua desmineralizada	2.8 m <sup>3</sup> /Tm
Catalizadores	1.5 US/Tm.

### Ventajas y desventajas

Al ser un proceso de fabricación directa a partir del propileno de la acetona, no permite su integración con la planta de isopropanol.

El proceso para implementarse necesita ser llevado en unidades de alta producción.

Tiene costos de producción menores comparativamente con otras vías de producción de acetona.

Se han detectado a escala comercial, problemas de corrosión sobre todo por acción de los catalizadores y del oxígeno puro.

### Deshidrogenación del Isopropanol (Fase vapor)

#### Desarrollo tecnológico :

Es uno de los procesos que ha tenido mayor desarrollo tecnológico y actualmente para su implementación se encuentran patentes americanas, japonesas, alemanas e inglesas.

Casi el 40 % de la acetona producida en el mundo se obtiene por este proceso que no encuentra limitaciones en cuanto a tamaño de la unidad, ni en cuanto a pureza de IPA de carga.

Consumos unitarios :

- Propileno	1,080 Kg/Tm
Vapor 2.5 atm.	2,500 kg/Tm
- Electricidad	83 kwh/Tm
- Combustible	3,500 MKcal/Tm
- <b>Agua de refrigeración</b>	233 m <sup>3</sup> /Tm

Ventajas y desventajas :

- Es un proceso con tecnologías probadas comercialmente, que ofrece posibilidades de realización en unidades de cualquier tamaño.
  - Presenta costos de producción ligeramente mayores al proceso en fase líquida.
  - No requiere de isopropano de alta pureza, lo que permite fácilmente la producción integrada de ambos solventes.
- No existen posibilidades de flexibilidad.

Deshidrogenación de Isopropano (liquida)

Desarrollo tecnológico :

Es una tecnología para la producción de la acetona **via isopropano** bastante reciente, desarrollada por alemanes y franceses.

El proceso es bastante nuevo y hasta el año 1972 se **tenían** instaladas 6 - plantas en operación comercial de **capacidad** entre 5,000 y 30,000 Tm/Año.

Consumos Unitarios :

Propileno

Vapor

Agua **desmineralizada**

Electricidad

Combustible

Catalizadores.

Ventajas y desventajas

Requiere de **isopropano** de alta pureza, lo cual dificulta la integración de ambas plantas ya que se requerirá de inversiones adicionales en equipo de preparación de la alimentación.

Tiene costos menores que el proceso de **deshidrogenación** en fase vapor.

El proceso es aun bastante nuevo y aunque ha dado muy buenos resultados en plantas piloto, deberá **probarse más** en escala comercial.

## SELECCION DEL PROCESO

### 1. Criterios de Selección.

#### - Materia Prima :

La materia prima que utiliza cada proceso deberá responder al criterio de aprovisionamiento barato y seguro a lo largo de la vida útil del proyecto, tanto en cantidad como en calidad.

En este sentido la industria **petroquímica** sigue el paso a la industria **refinera** en cuanto obtiene la mayor parte de sus insumos de ella.

La disponibilidad de servicios (Vapor, electricidad, agua, combustible, ...) es otro factor de suma importancia.

- \_\_\_\_\_

La industria **petroquímica**

- \_\_\_\_\_

El producto o grupo de productos que deseamos fabricar responderá a una determinada pureza según el uso a que este destinada, final o intermediario.

La valorización de los sub-productos y la posibilidad de venderlos determinan de una cierta forma la selección de uno u otro proceso.

### Desarrollo tecnológico

La **petroquímica** es una industria sumamente dinámica, la vida útil de un proceso es corta, la **obsolescencia** de muchos de ellos dado el intenso ritmo de investigación llega **rapidamente**.

Así tendremos que hay dos tendencias : Procesos alta tecnología y procesos de una **tecnología** intermedia.

Otro factor interesante a considerar es la **tendencia** actual de **construcción** de plantas para obtener un **producto** determinado.

### Resultados Comerciales

El proceso escogido deberá haber pasado algunos años de prueba en producción comercial rentable. Sucede muchas veces que un proceso que promete excelentes resultados no responde en la **práctica**. Se **guían** **estabilidad** en la calidad y rango de productos, problemas rutinarios de corrosión son variables que solo se prueban en unidades **trabajando** escala industrial.

: Simplicidad :

El proceso deberá tener el **mínimo** número de etapas de reacción y el **mínimo** de operaciones unitarias sin aparatos complicados, que necesitaran costosas reparaciones y paradas.

Todas estas consideraciones **deberán** conducirnos a un proceso de **facil** operación.

: Economía :

Tanto a corto como a largo plazo. La inversión más barata y con **facilidades**. Gran aprovechamiento de producciones nacionales. Los menores costos de producción unitarios. Altos rendimientos en el sentido de conversión.

: Disponibilidad Actual

En principio debemos disponer con la **información** más completa del proceso cuya patente sea disponible. Algunos propietarios de patentes pueden rechazar construir con su **tecnología** en cierto lugar o a cierta empresa bajo un **plan** estratégico.

- Otros :

Flexibilidad

Corrosión

Unidades similares en operación

Ofertas especiales

Condiciones de operación (Severidad )...



## 2. Selección Final

Sobre la base de los criterios enunciados en el acápite anterior, podemos considerar que el isopropanol deberá fabricarse por hidratación indirecta. Las siguientes son las razones cualitativas que determinan nuestra selección ;

- Aprovechar el propio lance del CC de la Refinería de Talara sin necesidad, de procesos de purificación y además los servicios de la misma refinería.
- Nuestro mercado justifica unidades de 10,000 a 15,000 TM/Año, posibles de realizar económicamente por el proceso de hidratación indirecta, cosa que no sucede con otros. Las calidades demandadas para el IPA estar dentro de las especificaciones alcanzables sin mayores costos de purificación.
- El proceso, tecnológicamente ha seguido una serie de mejoras, y creemos que no será obsoleto a 1 mediano plazo. Tiene un alto grado de automatismo y de simplicidad en su operación al contar con un solo reactor.
- Económicamente un estudio comparativo de costos de producción, daría amplias ventajas al proceso de hidratación en fase líquida, tanto en corto como en largo plazo.

Otras razones como flexibilidad, unidades de **faci** operación, **ofer** **tas** recibidas, etc. son **ampliamente** favorables a nuestra decisión.

Este IPA debe servir de base a la **fabricaci3n** de Acetona, a trav3s del proceso de **deshidrogenaci3n** en fase vapor y ello por las razones siguientes:

Utilizar el alcohol **isopropilic** como materia prima, de manera que haga operativa su planta, al elevar significativamente la demanda.

Desde el punto de vista tecnol3gico este proceso es el **m3s** probado y siempre ha dado excelentes resultados.

Es **tambien una** unidad de **faci** operaci3n.

Se ofrece el proceso en unidades de capacidad similares a la que nosotros requerimos.

Qui si **era** mos agregar que un estudio econ3mico que nos lleve a valores de rentabilidad esperada pudiera haber sido otro argumento **m3s**, pero de ninguna manera el definitivo, ya que como vemos la necesidad de un an3lisis cualitativo racional de las **tecnologías** nos presenta una base m3s s3lida para la toma de decisi3n.

La metodolog3a seguida en la selecci3n del proceso pueden aplicarse a cualquier otro producto, o grupo de productos al momento que se **evalua** un proyecto de un complejo petroqu3mico.

#### IV. DESCRIPCION DE LA UNIDAD :

El propósito de la descripción de la unidad, dentro de la estructuración del proyecto, es sentar las bases para el diseño de **ingeniería** final y para la elección del equipo.

El proyecto que es materia de nuestro estudio contempla la construcción de una planta para la producción de alcohol **isopropílico** (proceso en fase líquida) y de acetona (proceso en fase vapor a partir del alcohol **isopropílico** obtenido con anterioridad).

Para ello será necesario la construcción de cuatro plantas :

- **Síntesis del Isopropanol .**  
Destilación del alcohol.
- Planta de acetona.
- Concentración y purificación de  $H_2SO_4$

que nos proponemos a describir :

##### 1. Síntesis del Isopropanol.

###### 1.1. **Esterificación (Gráfico IV-1)**

El gas licuado de la **fraccionadora** de la unidad de **croquis catalítico** conteniendo el propileno es llevado a los **reactores** (R-1 y R-2) junto con el ácido **sulfúrico** al 75 %, **regulándose** en la proporción adecuada, el **ácido** es tomado del

depósito de almacenamiento A-2 mediante la bomba de dosificación

Para compensar las pérdidas de ácido, deberá constantemente ajustarse ácido sulfúrico puro (98 %) procedente del depósito A-1, que es diluido en agua para obtener la concentración deseada en el tubo de mezcla L-1. Siendo exotérmica la disolución del ácido sulfúrico con el agua, incluiremos el refrigerador C-1.

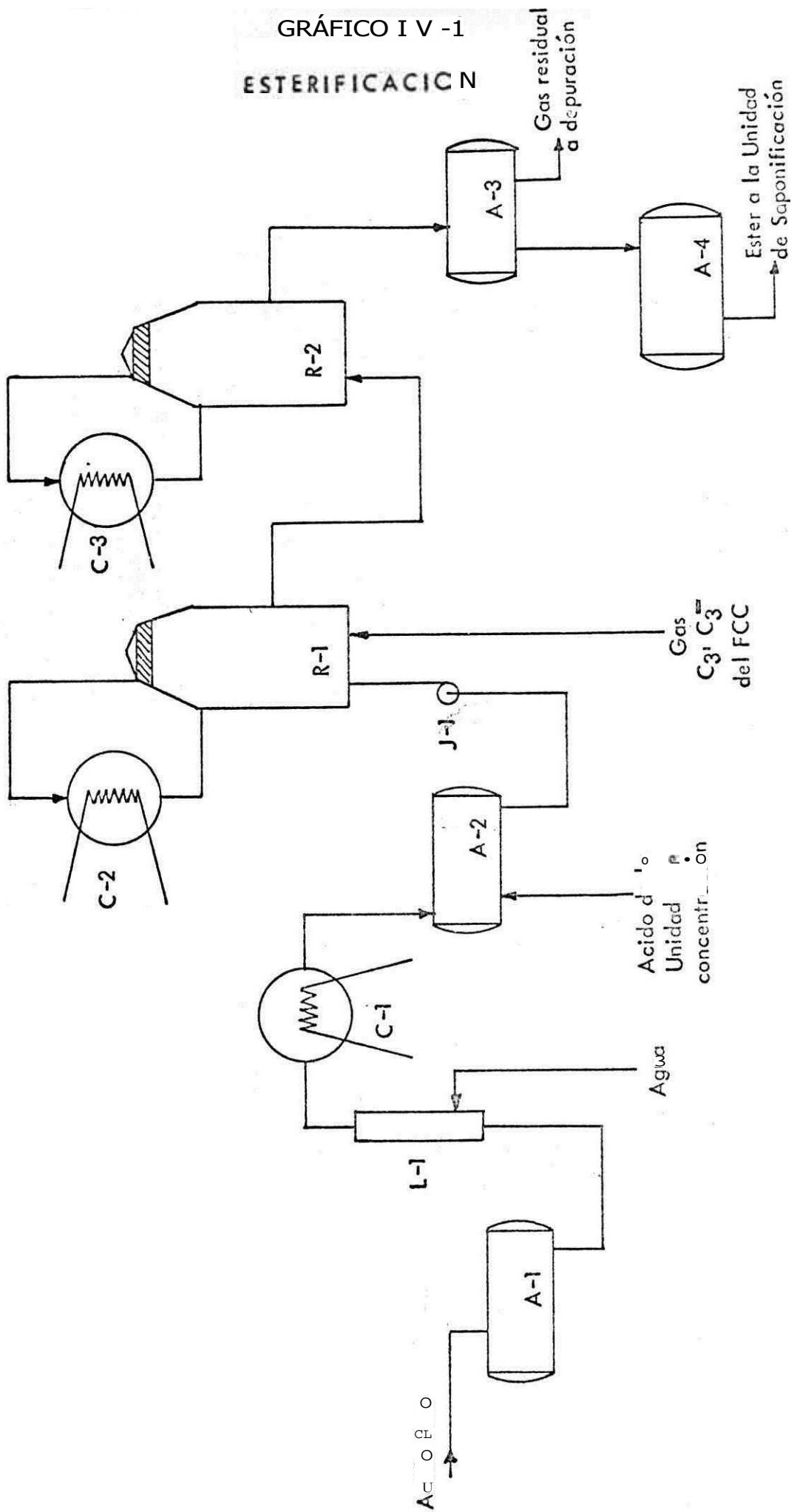
En los reactores R-1 y R-2 los compuestos son esterificados bajo presión a ácido sulfúrico mono y diisopropílico. La reacción es exotérmica y se necesitará evacuar el calor de reacción mediante condensación del gas propileno/propano que estará evaporándose.

El efluente del reactor, va al separador A-3 donde se separa el gas residual no transformado, principalmente propano así como pequeñas cantidades de propileno, del ester formado que se envía al depósito A-4.

#### 1.2. Depuración del gas residual : (Gráfico IV - 2 )

El gas residual del separador A-3 es llevado para su evaporación a presión al depósito A-5, donde es pasado a través de sosa de creosote caliente. Allí se separan el gas residual por un lado y por otro los diésteres aun contenidos son polimerizados y retirados.

GRÁFICO I V -1  
ESTERIFICACION



El gas residual es licuado nuevamente en el condensador C-4 y en el separador A-6 es liberado del agua **excedentaria**, de **ahi** se **lle** va al depósito A-7 y por medio de la bomba J-3 al parque de tan **ques**, e introducido finalmente al sistema de gas combustible de la **refinería**.

Por otro lado la sosa de **crezol** se prepara en el recipiente A-8, **ali** mentado por la sosa de **creso** pura por la bomba J-6, agua y el re- ciclo del depósito A-5, conteniendo los **poliesteres**.

Del depósito A-8 se separan los **poliesteres** y la **lejía** residual que se **envia** a la zona de neutralización. La sosa de creso' **asi** prepara da es enviada al depósito de alimentación A-9.

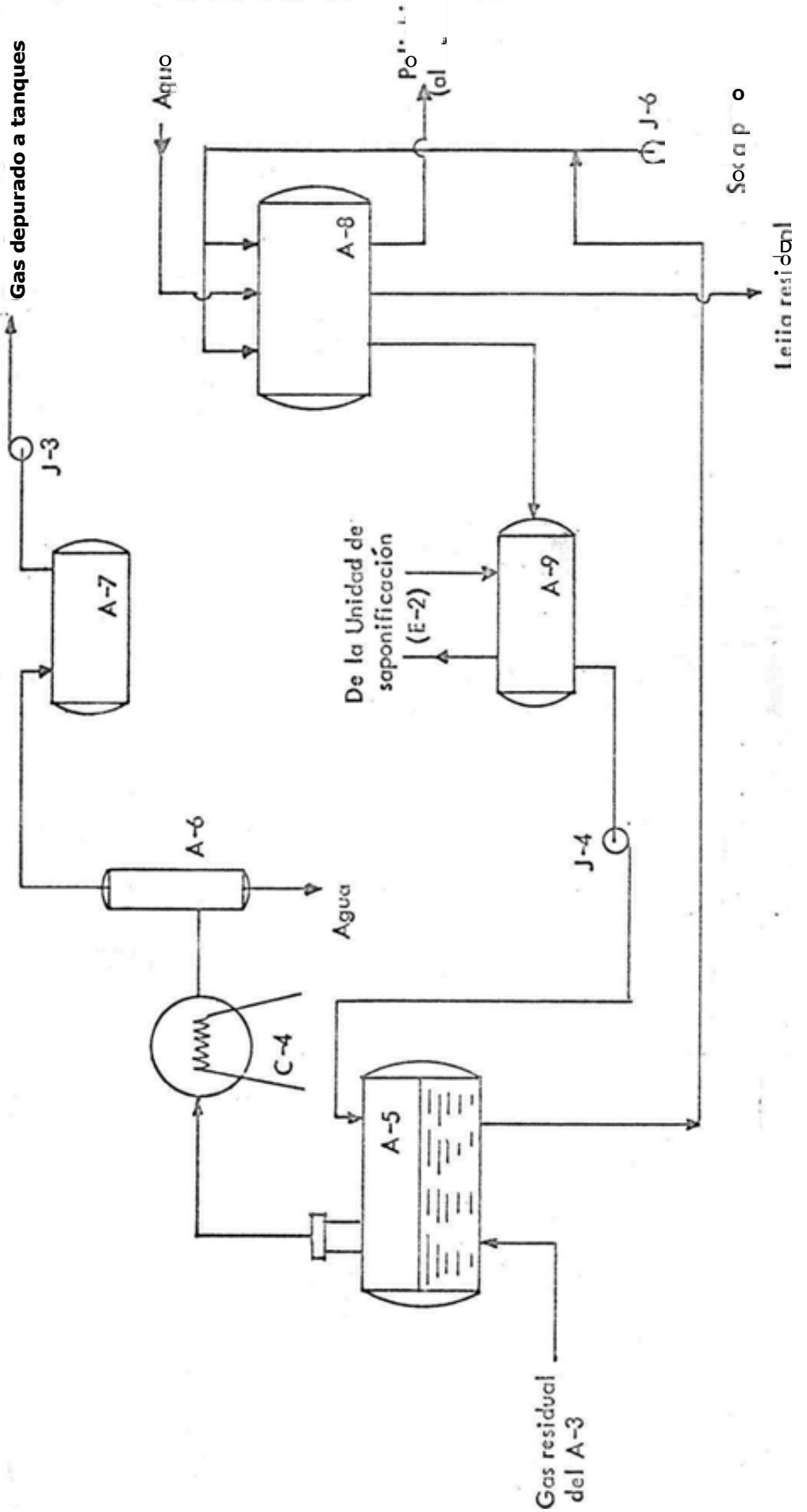
### 1.3. Saponificaciór (Grafica IV-3)

En esta unidad se produce la segunda parte de la reacción de hidra- tación del propileno, a partir del **ester**, sulfato **isopropílico**, forma- do anteriormente y almacenado en el depósito A-4.

El **este** llega al tubo de mezcla L-2 donde se **presaponificc** balo la adición de agua refrigerada en C-5. La mezcla es **enviada a** **través** de A-10 mediante la bomba J -8 a la columna de saponifica **ciór** E-1 en la cual el **este** remanente reacciona a ia acción de - vapor director **dadnc** alcohol.

# GRÁFICO IV - 2

## DEPURACION DEL GAS RESIDUAL



El ácido **sulfúrico** que se forma con una concentración aproximada de 40 % es descargado del fondo de la columna a través del depósito **A-11** mediante la bomba J-9 a la unidad de concentración de **ácido**.

Los vapores de alcohol son descargados de la columna por la cabeza y son neutralizados por lavado a la soda **caústica** en E-2, condensados y refrigerados en C-6.

El alcohol bruto de aproximadamente 68 % de pureza es conducido a través del depósito intermedio A-12 mediante la bomba J-10 al parque de tanques y será depurado en la unidad de destilación.

La soda se alimenta a la unidad del depósito A-9 por medio de la bomba J-7, este mismo **depósito** alimenta la unidad de depuración del gas como hemos visto anteriormente.

## 2. Destilación del alcohol. (Gráfico **IV-4**)

### 2.1 Purificación

El alcohol bruto obtenido en la unidad de **síntesis** del **isopropanol** es conducido a la columna de purificación, junto con productos de fondo de alto contenido en agua procedentes de la deshidratación previa del alcohol **as** como de la extracción del **éter**.



Estos productos son recogidos del depósito A-15 y son dosificados mediante la bomba J-17 al tubo de mezcla L-4. La mezcla es filtrada a través de L-3 y es conducida a la columna (E-3) a través de los intercambiadores C-11.

La columna E-3 es operada con vapor directo, y recibe su reflujo del recipiente A-13 mediante la bomba J-11.

## 2.2. Extracción del éter residual

A la cabeza de la columna E-3 se descarga una mezcla de alcohol /éter/agua, la cual es llevada a través del depósito A-13 mediante la bomba J-11 al extractor A-14 donde se separa en éter crudo residual y agua de lavado conteniendo alcohol.

El di-isopropil sulfato, llamado brevemente éter, es liberado en el separador A-16 aun de vestigios de agua separables y es evacuado de la planta mediante la bomba J-13.

## 2.3. Deshidratación previa :

El producto de fondo exento de éter de la columna E-3, es bombeado mediante J-12 a la columna de deshidratación previa E-4. Mediante vapor motriz directo se separa por destilación el alcohol azetropico por la cabeza mientras que en el fondo de la columna se descarga el agua la cual llega en parte directamente al depósito A-15

y en parte a través del refrigerador C-8 al ~~extractor~~ A-14.

El agua excedente es conducida de A-15 al canal.

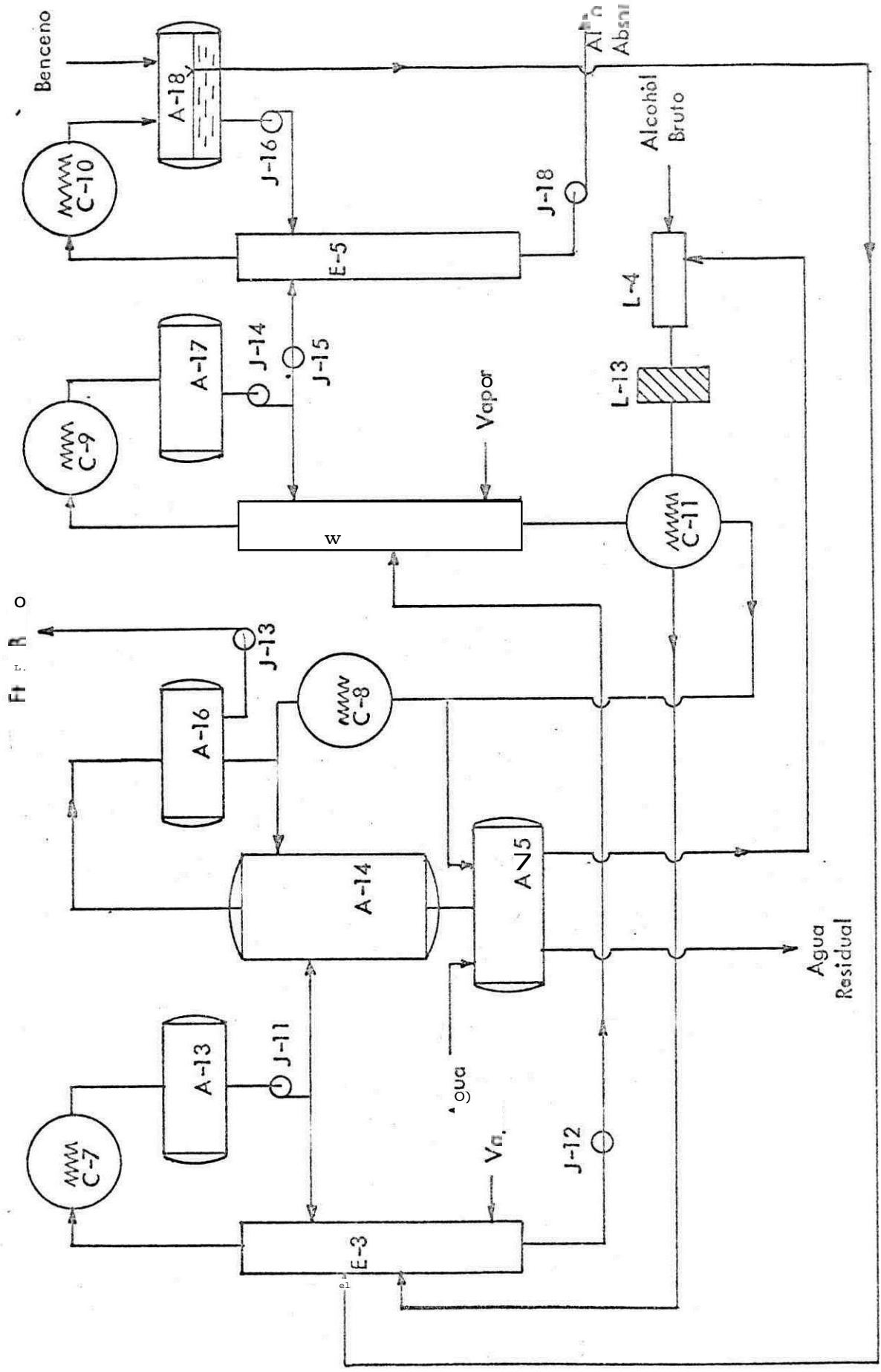
#### 2.4. Deshidratación alcohol azeotrópico

El ~~alcohol~~ azeotrópico, ~~después~~ de la condensación en C-9, el almacenamiento intermedio en el ~~depósito~~ de reflujo A-17, el transporte mediante la bomba de reflujo J-14, así como ~~tambien después~~ del almacenamiento intermedio en A-14, es bombeado mediante la bomba J-15 a la columna ~~postconectada~~ para la deshidratación de alcohol E-%, donde es ~~liberada~~ del ~~ahuc~~ residual.

Como agente de ~~arrastre~~ se emplea el ~~benceno~~. Por la cabeza de la columna E-5 destila el agua con alcohol y ~~bencenc~~ con una mezcla ternaria. ~~Después~~ de la condensación en C-10 se forman en el separador A-18 dos copas.

La capa inferior con elevado contenido de agua es devuelta a la ~~cc~~ ~~lumnc~~ de ~~prepurificación~~ para recuperar el alcohol contenido en ella y para que se pueda diluir el alcohol bruto.

La capa superior del separador A-18 con alto contenido en ~~bencenc~~ es bombeada mediante J-16 como reflujo a la cabeza de la ~~colum-~~ ~~nc~~ para ~~deshidratación~~ previa <sup>□</sup>



El alcohol es retirado del fondo de E-5 mediante la bomba J-18 y **podría** aumentarse su grado de pureza con otras columnas posteriores.

### 3. Planta de Acetona

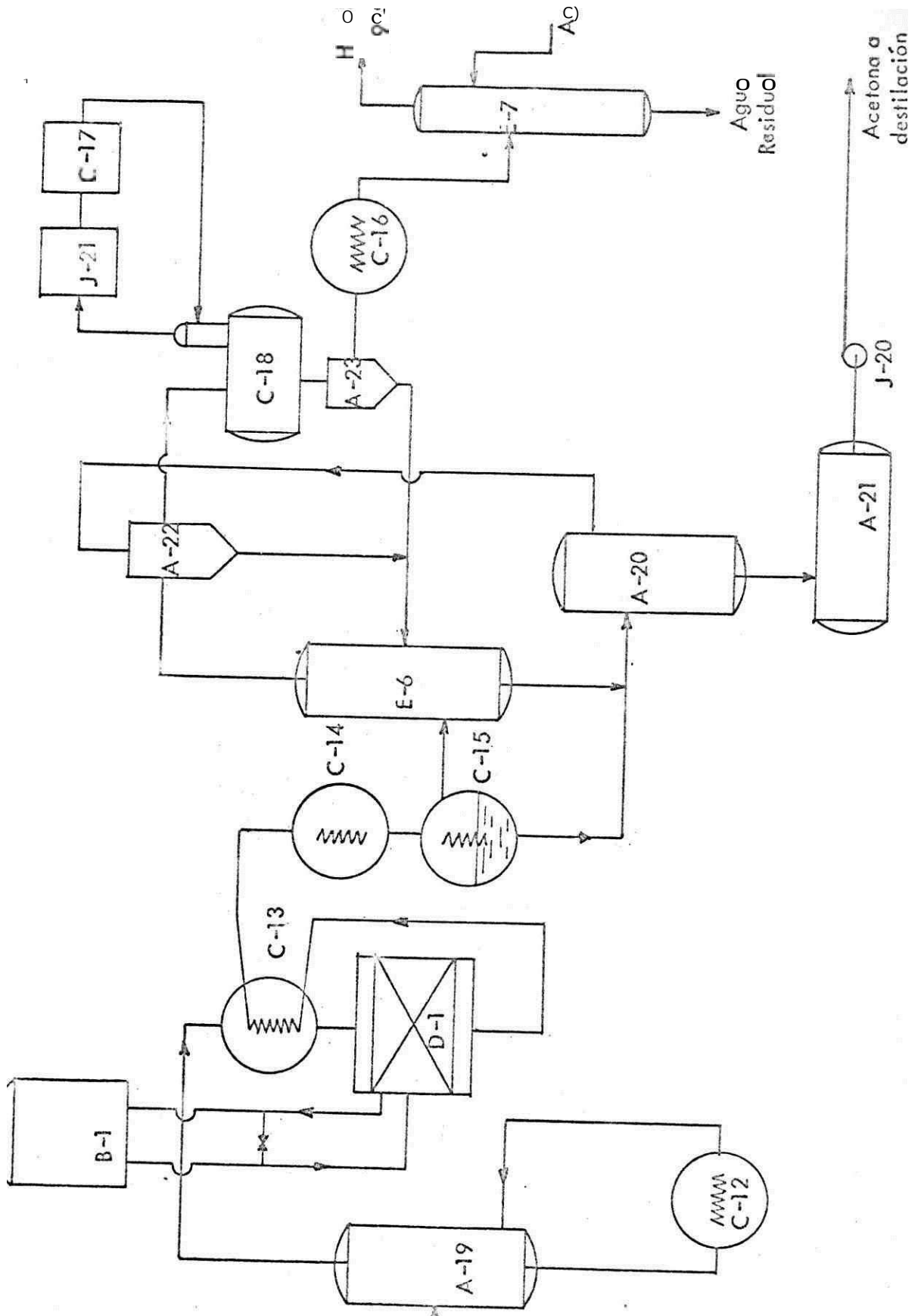
#### 3.1 .Síntesis de la acetona . (gráfico IV-5)

La **síntesis** de la acetona se realiza por **deshidrogenación** del **isopropano** en fase gaseosa, **conduciéndose** el vapor de alcohol a temperatura elevada a través de un catalizador. La temperatura se **mantendrá** dentro de un catalizador. La temperatura se **mantendrá** dentro de un margen tal que el catalizador sea casi **ilimitadamente** regenerable y duradero.

A la evaporación del alcohol A-19/C-12 se añade en forma completamente automática, alcohol **líquido** y se descarga de alcohol con regulación cuantitativa. El vapor de alcohol es **sobrecalentado** en el **intercambiador** de calor C-13 mediante vapores de acetona y es conducido al reactor de tubos D-1. El calentamiento de e I reactor tiene **lugar** por medio de la planta de circulación de aceite **caliente** B-1 de trabajo automático. Los tubos de D-1 **estar** llenos del **cata** izados.

En la **deshidrogenación** se forma una mezcla que consta de acetona y vapor de agua, la cual es enfriada en los **intercambiadores** C-13,

GRAFICO IV -5  
SINTESIS DE LA ACETONA



C-14 y C-15 hasta la temperatura del ambiente. Con ello condensa gran parte de la acetona bruta.

En el separador A-20 son separados el hidrógeno y la acetona bruta, la cual es llevada a través del depósito A-21 mediante la bomba J-20 al depósito de alimentación de la planta de destilación.

El hidrógeno es obtenido por separación en el separador A-20 junto con el del condensador C-15 contiene aun acetona según sean la presión y la temperatura. Para obtener esta acetona aun no licuada, y para depurar el hidrógeno, se conduce la mezcla de gases a una instalación frigorífica a baja temperatura C-18/J-21/C-17 con los separadores A-22 y A-23. Allí es enfriado el hidrógeno bruto hasta tal punto que la acetona arrastrada condensa hasta pequeñas cantidades.

Esta acetona fría es conducida en la torre de refrigeración E-6 en contracorriente a la mezcla Acetona/hidrógeno bruto, donde produce una primera refrigeración y precondensación. Llega finalmente desde el fondo de E-6 a través del separador A-20 al depósito A-21.

El hidrógeno bruto fluye desde el separador A-23 a través de un sobrecalentador C-16 a la columna de lavado con agua. Allí es separado el hidrógeno de los últimos vestigios de acetona de forma que sale por el tope de la torre con una pureza superior al 99 %.

### 3.2. Destilación de la acetona . (Gráfico IV-6).

La acetona bruta de la unidad de **sisntesis** contiene hasta seis **produc**tos : Acetona de **facil. ebullición**, acetona pura, acetona de difícil **isopropanol**, **isobutilcetona** y residuo.

Para poder realizar una destilación eficiente en continuo se **requie**rer de cinco columnas con condensadores depósitos de reflujo, **bor**bas, hervidores, reguladores de temperatura y de flujo. Al tratarse de pequeñas cantidades es más económica una destilación por cargas, es decir en discontinuo. Los productos de la columna de trabajo por cargas **serar** obtenidos con la misma calidad, pero uno tras -

El alambique A-26 es llenado del tanque A-24 donde se ha almacenado la acetona bruta de la unidad de **sisntesis**, o del tanque A-25 con productos intermedios o de circulación.

El calentamiento se realiza mediante. el hervidor **C-18** con **circula**ción forzosa. Los vapores formados son sometidos en la columna E-8 a una rectificación con reflujo.

Los vapores de la cabeza de E-8 son licuados en el sistema de **con-**densación C-19. Los productos que se obtienen uno tras otro, desde

# DESTILACION DE LA ACETONA

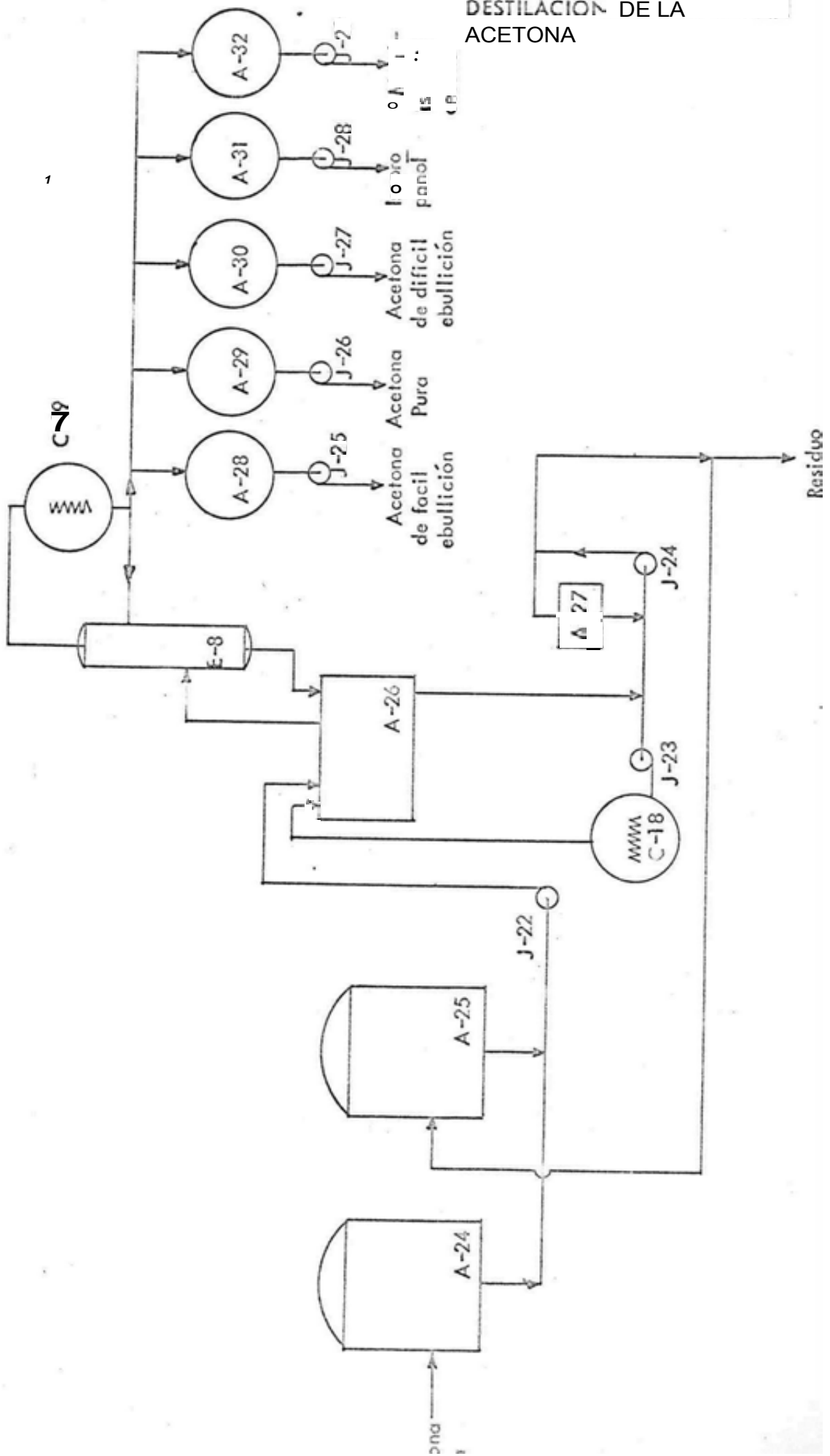
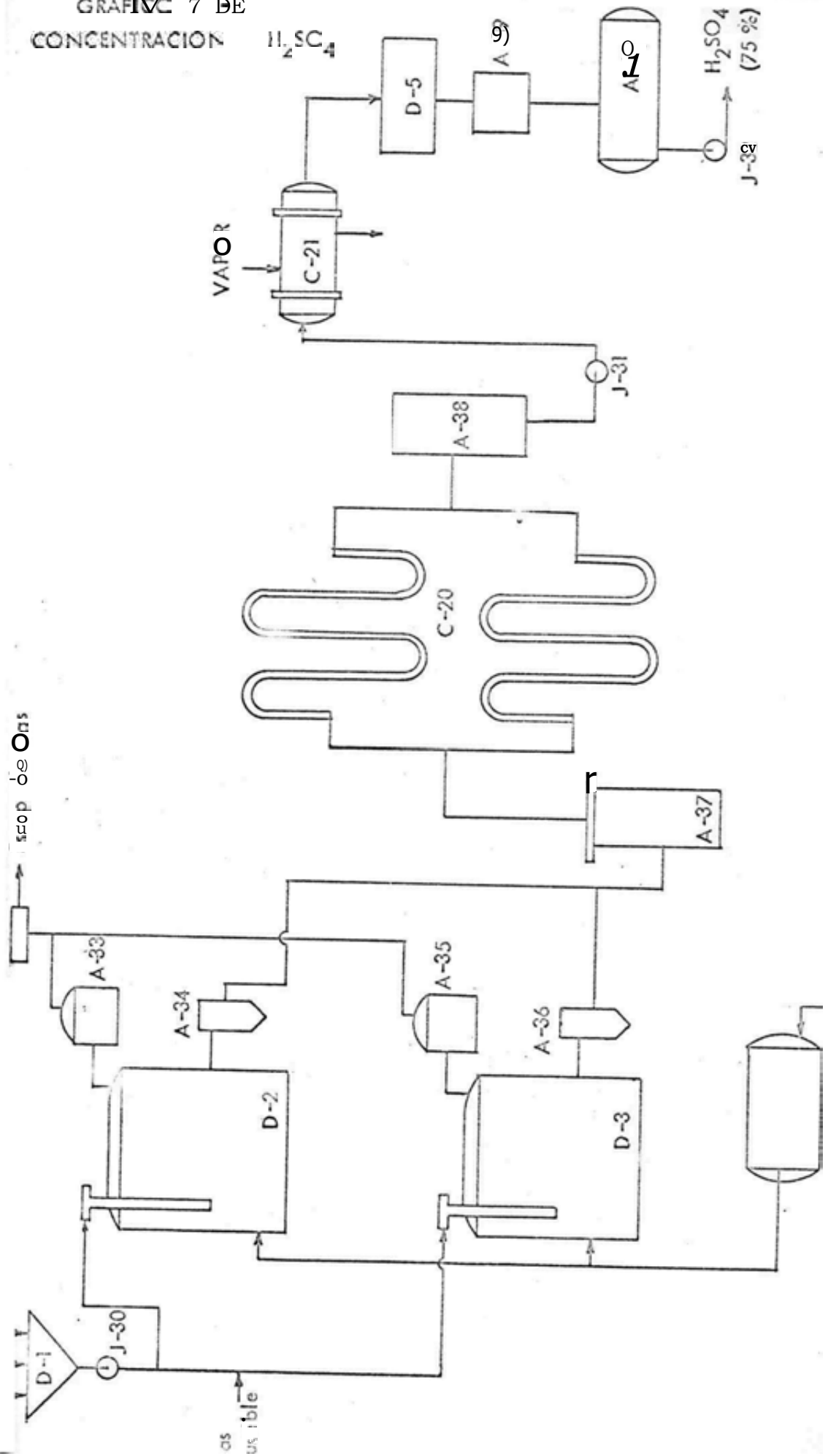




GRAFICO 7 DE  
CONCENTRACION



el producto con el mas **bajc** hasta el producto con **a** mas alto **indi**  
ce de ebullición (además de residuo que queda en el alambique)  
son conmutados segun su composición a los depósitos A-28, A-29,  
A-30, A-31 y A-32. La composición esta determinada segun la tem  
**peraturc** de la cabeza. Los productos son evacuados de la planta me  
**diantr** las bombas J-25, J-26, J-27, J-28 y J-29 y el residuo me-  
diante la bomba J-24 o son bombeados al tanque A-25 para **produc**  
tos intermedios.

El primer producto de la acetona y las acetonas de elevado punto de  
**ebull** **iciór** incluyendo el residuo del alambique pueden ser **añadido:**  
al sistema de combustible de la refinería.

#### 4.0 Concentración de Acido Sulfúrico : (Gráfico IV-7)

La concentración  $H_2SO_4$  se **efectu** **segúr** el procedimiento de  
quemadores sumergidos, **lo:** cuales tienen para este efecto el máxi-  
mo de rendimiento **térmico**.

El ácido sulfúrico diluido con agua, procedente de **la** **sintesis** del  
alcohol, es alimentado a las unidades **evaporadora:** D-2/D-3 opera  
das en paralelo. (Deberá tenerse una tercera unidad en reserva pa-  
ra el momento de revisión de los quemadores).

El agua excedente es evaporada hasta el punto tal que se haya alcanzado nuevamente la pureza de 75 %.

En las unidades de evaporación estar sumergidos los tubos quemadores, en los que se quema una mezcla de gas combustible y aire. Los gases de humo entregan la mayor parte de su calor al líquido ambiente y llegan a través de los separadores de gotas A-33 y A-35 a la chimenea para gas de humo D-4.

El aire combustible necesario es tomado a través del filtro D-1 mediante la bomba aspirante J-30 y es inyectado a los tubos sumergidos.

El ácido sulfúrico concentrado sale de las unidades de evaporación a través de los depósitos de sedimentación A-34 y A-36 al recogedor de lodo A-37 y luego de enfriarse en los refrigeradores de grafito C-20 llega al depósito A-03. Desde allí es bombeado por J-31 a través del refrigerador para ácido de alta concentración C-21 así como por el filtro prensa D-5, al depósito para ácido filtrado. A-40.

La bomba J-32 sirve para transportar el ácido sulfúrico del 75 % - concentrado y filtrado al depósito de circulación y de preparación de  $H_2SO_4$  de la unidad de síntesis de isopropanol.

Además del equipo descrito existen equipos auxiliares

Para impedir la oxidación por sustancias orgánicas sobre los quemadores se bombea ácido nítrico al 51 %.

Para disminuir la formación de espuma, mediante aire comprimido se inyecta antiespumante a las unidades de evaporación.

## BIBLIOGRAFIA

- **MERCIER C.** "L'industrie pétrochimique et ses possibilités d'implantation dans les pays en voie de développement".
  - o **Publications de l'Institut Français du Pétrole - Paris, Francia -1966.**
  
- **BUFFA** " **Administración y Control de la Producción**"
  - o **Mc. Graw and Hill Book Company New York USA -1967.**
  
- **Bateman R. y Tenney A** "Economies of Petrochemicals"  
**Advanced in Petroleum Chemistry and Refining (Vol III ).**
  - o **Interscience Publishers, Inc. New York USA-1960.**
  
- **LEWIS F. HATCH** " **Isopropy Alcohol**"
  - o **Mc. Graw and Hill - Book Company - New York USA -1961.**
  
- **HORIE T., IMAIZUMI M y FUJIWARA Y.** "New Low Cost Isopropanol Process"
  - o **Hydrocarbon Processing - Marzo 1970**
  
- **PETROCHEMICALS GUIDES** " **Hydrocarbon Processing - Noviembre 1969**"
  - o **Hydrocarbon Processing - Noviembre 1967**
  
- **ESTUDIO DE MERCADO ANDINO PRODUCTOS PETROQUIMICOS - SELECCIONADOS.** **Consultores Andinos Ass. - Lima, Junio 1972**

- "BASES PARA UNA NUEVA  
PROGRAMACIÓN PETRO-  
QUÍMICA SUB-REGIONAL"

o Documento de trabajo.

Junta del Acuerdo de Cartagena -  
Lima, Octubre 1973.

- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

"Proyecto Solventes"

O Departamento de Petroquímica-  
Petróleos del Perú - Urna, Agosto  
1972.

JOSE LLADO

Así se llama la Industria Petroquímica

o Sociedad de Estudios y Publicaciones - Madrid, 1962.

- O.N.U.

"Evaluación de Proyectos en las Economías de Planificación Centralizada"

O Industrialización y Productividad-  
Boletín N°. 3, O.N.U. -1964.

O. N. U.

"Planificación de la Ubicación Industrial".

o Industrialización y Productividad  
Boletín N°. 13 - ONU -1969.