

17  
2eje



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

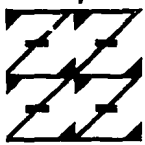
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA REHABILITACION, AMPLIACION E INTEGRACION DEL COMPLEJO INDUSTRIAL METIONINA EN COSOLEACAQUE, VER.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A N :

MARTHA ANGELICA MALDONADO VARGAS  
JOSE FELIPE BRAVO ROMERO



LO HUMANO ES DE NUESTRA REFLEXION

México, D. F. **TESIS CON FALLA DE ORIGEN** 1994



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES \*ZARAGOZA\*

JEFATURA DE LA CARRERA  
DE INGENIERIA QUIMICA


SRES.  
MARTHA ANGELICA MALDONADO VARGAS y  
JOSE FELIPE BRAVO ROMERO,  
P R E S E N T E.

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado para -  
el examen profesional, les comunico que la jefatura a mi -  
cargo ha propuesto la siguiente designación:

PRESIDENTE: ING. RAUL RAMON MORA HERNANDEZ  
VOCAL: ING. TERESA GUERRA DAVILA  
SECRETARIO ING. SALVADOR GALLEGOS RAMALES  
SUPLENTE: ING. ARTURO MENDEZ GUTIERREZ  
SUPLENTE: ING. CORNELIO FLORES HERNANDEZ

A T E N T A M E N T E  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

México, D.F., 2 de septiembre de 1993



M. en C. ALEJANDRO RUIZ CANCINO  
JEFE DE LA CARRERA DE  
INGENIERIA QUIMICA

Irm



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES \*ZARAGOZA\*

JEFATURA DE LA CARRERA  
DE INGENIERIA QUIMICA


SRES.  
MARTHA ANGELICA MALDONADO VARGAS y  
JOSE FELIPE BRAVO ROMERO,  
P R E S E N T E.

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado para -  
el examen profesional, les comunico que la Jefatura o mi -  
cargo ha propuesto la siguiente designación:

PRESIDENTE: ING. RAUL RAMON MORA HERNANDEZ  
VOCAL: ING. TERESA GUERRA DAVILA  
SECRETARIO ING. SALVADOR GALLEGOS RAMALES  
SUPLENTE: ING. ARTURO MENDEZ GUTIERREZ  
SUPLENTE: ING. CORNELIO FLORES HERNANDEZ

A T E N T A M E N T E  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

México, D.F., 2 de septiembre de 1993



M. en C. ALEJANDRO RUIZ CANCINO  
JEFE DE LA CARRERA DE  
INGENIERIA QUIMICA

Irm

**A MI MADRE**

*Este trabajo que ha costado años de esfuerzo por parte de todos los integrantes de la familia ha concluido, en nombre de todos mis hermanos me a tocado entregarselo y decirle que es una pequeña muestra de la educación que nos ha dado.*

**A MIS HERMANOS**

*Por el apoyo y la paciencia que han tenido en todas las etapas de mi formación y el permitirme llegar a realizar este trabajo, el cual sin el apoyo de ustedes no hubiese sido posible.*

**A TODA MI FAMILIA**

*Que siempre me han brindado su apoyo en los momentos que lo he requerido.*

**A MIS AMIGOS**

*Por todos los que momentos que pasamos juntos y el brindarnos apoyo mutuamente.*

**A MI NOVIA**

*Por el esmero de apoyarme en todo para no detenerme y continuar siempre hacia adelante.*

**GRACIAS A TODOS USTEDES.**

---

**José Felipe Bravo Romero.**

*Recordando tus palabras...*

*"En esta vida, hay sólo dos caminos por los que tienes que ir, el que tu escogas o por el que te lleven, tu has elegido ya uno, ese tendrá que ser el mejor, sin embargo, durante el camino tropezarás pero tienes que aprender a levantarte habrá veces que yo te pueda ayudar, otras ocasiones lo tendrás que hacer sola, a veces caerás y te costará trabajo levantarte, necesitarás ayuda...*

*Tocarás otras veces puertas, en donde algunas te abrirán, otras sólo lo esperarás en el umbral y otras tantas nunca te serán abiertas, pero tu tendrás la capacidad para abrirlas o para cerrarlas, hija, la vida es dura muy dura, pero yo estoy aquí y siempre lo estare donde me necesites, yo no puedo decirte cual es el mejor camino, tu lo elegirás, pero será tan correcto como tu lo quieras andar...*

*Camina siempre adelante, con la convicción y el firme propósito de llegar, y esta es la meta llegar a ser algo positivo en tu vida"*

*Estos son tus consejos, y este es el tributo que yo te ofrezco.*

Cuando se quieren decir muchas cosas, a veces no se encuentran las palabras adecuadas, y todo lo que podemos decir se encierra en una palabra común, simple, trillada, y que sin embargo, refleja todo lo que sentimos...

Gracias a DIOS, por todo lo que me ha brindado.

Gracias a mis padres por darme la vida.

Gracias a tí mi querida abuelita, que has sido más que una madre, amiga y compañera para mí. Acepta este trabajo como fruto de tantos años de paciencia.

Gracias Olivia porque has sido siempre un ejemplo a seguir como hermana, como persona, como madre, y espero nunca llegar a defraudarte.

Gracias a la familia Maldonado, por su apoyo y confianza

Gracias, a todos y cada uno de los integrantes de la familia Bravo, por la confianza, el apoyo y el cariño que me han brindado desde siempre, y en especial a la Sra. Martha, porque me ha cuidado como si fuera su propia hija.

Gracias a mis amigos: Juan Carlos, Memo y Tófo, con quienes compartí penas y alegrías, y también triunfos y fracasos, pero sobre todo compartimos una amistad sincera y profunda.

Gracias a quien siempre me ha dado su apoyo, confianza y valor para enfrentar todos los retos que se han presentado en el camino, porque me ha enseñado a dar y a recibir con paciencia, gracias a tí amor, porque eres la parte de mí que vive fuera de mí.

Dicen que los últimos serán los primeros y tú para mí siempre has sido la primera. Quisiera expresarte una y mil cosas y sé que las palabras no bastarían para decirte cuánto te quiero, pero tú lo sabes ya que juntas hemos compartido sueños, alegrías, ilusiones, fracasos y también muchos triunfos; este es un paso más hacia la meta que nos fijamos y que hemos recorrido juntas no importando que tan difícil sea el camino, ojalá y siempre sea así. Martita, te quiero mucho.

Martha Angélica



*Gracias al Ing. Ramón Mora por la enorme paciencia que nos demostró y sin el cual este trabajo no se hubiera realizado.*

*Gracias H.CH.P.*

*Angélica y Felipe*

## RESUMEN

En el primer capítulo se destaca la importancia de las proteínas y de los aminoácidos, como parte fundamental del desarrollo de los alimentos balanceados. Así como también se destaca la importancia del consumo de los aminoácidos esenciales, principalmente la metionina, dado que ésta se puede obtener sintéticamente.

En el segundo capítulo, se describen brevemente las características físicas y químicas de la metionina y de sus materias primas principales.

El tercer capítulo se refiere principalmente al estudio de mercado de materias primas, productos y subproductos que se generarían en el Complejo Industrial Metionina, así como tamaño y localización de éste.

El capítulo cuarto se refiere al estudio técnico, el cual involucra procesos y equipos.

El capítulo quinto, es el estudio financiero de la rehabilitación, ampliación e integración del Complejo Industrial Metionina, basado en los documentos proforma como son VPN, TIR y TRC.

## INDICE GENERAL

INTRODUCCION	1
CAPITULO I GENERALIDADES	
1.1 Justificación.	3
1.2 Aspectos históricos.	8
1.3 Generalidades.	21
1.3.1 Bases de la suplementación.	21
1.3.2 Relaciones energéticas.	21
1.3.3 Importancia de las proteínas.	22
1.3.4 Valor biológico	25
1.3.5 Metabolismo de las proteínas.	27
1.3.6 Aminoácidos no esenciales.	29
1.3.7 Aminoácidos limitantes.	32
1.3.8 Proteína bruta, proteína pura. y aminoácidos.	33
1.4 Economía de la suplementación con aminoácidos.	36
1.5 Alimentos balanceados.	39
CAPITULO II ESPECIFICACIONES	
2.1 Especificación de la metionina.	40
2.1.2 Características.	42
2.2 Especificación del sulfato de sodio.	44
2.2.1 Definición.	44
2.2.2 Generalidades.	44

2.2.3 Usos.	45
2.2.4 Clasificación y especificaciones.	45
2.3. Especificación de ácido acrílico.	48
CAPITULO III  MERCADO	
3.1 Introducción.	50
3.2 Demanda.	52
3.2.1 Volumen de producción.	53
3.2.2 Principales materias primas utilizadas.	56
3.2.3 Avicultura.	60
3.3 Mercado Mexicano.	68
3.3.1 Consumo de metionina.	68
3.3.2 Mercado.	77
3.4 Situación actual del mercado nacional.	80
3.5 Estrategia de mercado para la venta y distribución de 3000 tons métricas de metionina al mercado nacional.	82
3.5.1 Antecedentes.	82
3.6 Estrategias de penetración al mercado nacional.	87
3.6.1 Estrategias de exportación.	87
3.6.1.1 Latinoamérica.	87
3.6.1.2 Estados Unidos de Norte América.	88
3.6.1.3 Canadá.	88

3.7 Metionina proyecciones futuras, demanda nacional.	93
3.8 Estudio de mercado internacional.	106
3.9 Plantas productoras de E.U.A.	114
3.10 Estudio de mercado materias primas.	115
3.10.1 Acido cianhídrico.	115
3.10.2 Acido acético.	116
3.10.3 Acido sulfurico.	121
3.10.4 Amoniacco.	121
3.10.5 Azufre.	121
3.10.6 Gas natural.	127
3.10.7 Hidróxido de sodio.	127
3.10.8 Metanol.	127
3.10.9 Nitrógeno.	135
3.10.10 Propileno.	135
3.10.13.1 Acroleína.	140
3.11 Estudio de mercado de subproductos.	141
3.11.1 Sulfato de sodio.	141
3.12 Estudio de mercado servicios auxiliares.	144
3.12.1 Agua.	144
3.12.2 Electricidad.	144
3.12.3 Vapor de media presión consumido y tratamiento de agua para calderas.	145
3.13 Tecnologías.	146
3.13.1 Consideraciones técnicas.	146

3.13.2	Tecnologías.	148
3.13.3	Comparación tecnológica de los procesos industriales disponibles.	150
3.13.4	Tecnologías europeas.	151
3.14	Tecnología y proceso.	153
3.15	Tamaño de la planta.	155
3.15.1	Factores de influencia en la determinación del tamaño del complejo industrial metionina.	155
3.16	Localización e infraestructura	163
3.16.1	Localización del complejo metionina.	165
3.16.2	Infraestructura.	169
3.17	Descripción de las instalaciones.	173
3.18	Organización del proyecto.	176
CAPITULO IV ESTUDIO TECNICO		
4.1	Planta de hidrógeno.	180
4.1.1	Síntesis de hidrógeno	180
4.1.2	Conversión catalítica de CO (175°F, 210 PSI).	183
4.1.3	Purificación de hidrógeno.	184
4.1.4	Descripción de los métodos y/o equipos de control de desechos de la planta de hidrógeno.	186

4.2	Planta de metilmercaptano.	188
4.2.1	Sección de preparación de H <sub>2</sub> S.	188
4.2.1.1	Síntesis de H <sub>2</sub> S.	194
4.2.1.2	Etapas de purificación.	194
4.2.2	Síntesis de metilmercaptano (MM).	198
4.3	Planta de acroleína.	208
4.3.1	Síntesis de acroleína.	208
4.3.2	Purificación de acroleína.	213
4.3.3	Deodorización.	214
4.3.4	Refrigeración.	215
4.3.5	Tratamientos de efluentes líquidos y gaseosos.	216
4.4	Sección de MA.	219
4.4.1	Síntesis de MA.	219
4.5	Planta de metionina.	222
4.5.1	Sección de β-mercaptopropion aldehído (MA).	232
4.5.2	Sección de hidantoina e hidrólisis.	238
4.5.3	Sección de bicarbonato de amonio.	240
4.5.4	Sección de neutralización.	241
4.5.5	Sección de cristalización primaria.	245
4.5.6	Sección de secado.	248
4.5.7	Sección de cristalización secundaria.	249

4.5.8 Sección de disposición de desechos.	253
4.6 Sección de licuefacción de ácido cianhídrico.	255
4.6.1 Principio fundamental	255
4.6.2 Descripción del proceso.	257
4.7 Planta de servicios auxiliares.	262
4.7.1 Generación de vapor.	262
4.7.2 Refrigeración.	267
4.7.3 Agua de servicios.	273
4.8 Planta de recuperación de sulfato de sodio.	275
4.9 Evaluación técnica, maquinaria y equipo.	279
4.9.1 Planta de metionina.	279
4.9.2 Planta de metilmercaptano.	281
4.9.2.1 Descripción de la planta de ácido sulfhídrico.	281
4.9.2.2 Descripción de la planta de metilmercaptano.	282
4.9.3 Almacenamiento de materias primas y productos intermedios.	283
4.9.3.1 Área de almacenamiento.	283
4.9.4 Servicios exteriores.	286
4.9.4.1 Generación de vapor.	286
4.9.4.2 Sistema de refrigeración.	287



4.9.4.3 Sistema de aire de instrumentos.	287
4.9.4.4 Sistema de agua de proceso.	287
4.9.4.5 Sistema eléctrico.	288
4.9.4.6 Sistema de control automático.	288
4.9.5 Red de tuberías y equipos dinámicos.	288
4.9.5.1 Red de tuberías.	288
4.9.5.2 Equipos dinámicos.	290
4.9.6 Servicios auxiliares.	292
4.9.7 Servicios exteriores.	293
4.10 Cédula de Requerimientos.	296

#### CAPITULO V EVALUACION FINANCIERA

5.0 Inversión total.	345
5.1 Activos fijos.	345
5.2 Activos diferidos.	357
5.3 Capital de trabajo.	362
5.4 Premisas para la evaluación económica	365
5.5 Estructura financiera.	371
5.6 Presupuesto de ingresos.	377
5.7 Presupuesto de egresos.	384
5.8 Documentos Proforma.	389
5.8.1 Estado de Pérdidas y Ganancias.	390
5.8.2 Estado de Flujo de Efectivo.	391

5.9	Técnicas de evaluación.	292
5.9.1	Valor Presente Neto.	392
5.9.2	Tasa Interna de Retorno.	392
5.9.3	Tiempo de Recuperación de Capital.	393
5.10	Análisis de Sensibilidad.	397
5.10.1	Estado de Pérdidas y Ganancias.	
	Incremento de costo de M.P.	398
5.10.2	Estado de Flujo de Efectivo.	
	Incremento de costo de M.P.	399
5.10.3	Estado de Pérdidas y Ganancias.	
	Incremento de sueldos y salarios.	401
5.10.4	Estado de Flujo de Efectivo.	
	Incremento de sueldos y salarios.	402
5.10.5	Estado de Pérdidas y Ganancias.	
	Incremento de tasa de interés bancaria.	404
5.10.6	Estado de Flujo de Efectivo.	
	Incremento de tasa de interés bancaria.	405
5.10.7	Estado de Pérdidas y Ganancias.	
	Decremento de precio de ventas.	408
5.10.8	Estado de Flujo de Efectivo.	
	Decremento de precio de ventas.	409
5.10.9	Estado de Pérdidas y Ganancias.	
	Decremento volumen de ventas.	411

**5.10.10 Estado de Flujo de Efectivo.**

**Decremento volumen de ventas. 412**

**Conclusiones 417**

**Bibliografía 422**

## INTRODUCCION

Para que se pueda llevar a cabo el desarrollo de los seres vivos en las mejores condiciones, es necesario el suministro continuo de proteínas. Las brillantes investigaciones de W.C. Roce entre 1938 a 1950 demostraron que las proteínas se podían descomponer en sus partes esenciales, que son los componentes que se encargan de darle la nutrición a los seres vivos. Estos fueron llamados aminoácidos. A la fecha se sabe que existen 24 aminoácidos de los cuales 21 son no esenciales y tres de ellos son esenciales.

Si la proteína llegase a tener una mayor semejanza a las características de los aminoácidos esenciales, que requiere un animal determinado, éstos tendrán una mejor nutrición y aumentará su valor comercial.

Por ejemplo si se le suministra la cantidad de aminoácido suficiente en su dieta a una gallina, ésta consumirá una menor cantidad de alimento, aumentará su peso, también mejorará las características de su huevo, el desarrollo de su plumaje con respecto a la piel, etc.

Lo que hace necesario el desarrollo de investigaciones para obtener aminoácidos esenciales a

partir de procesos químicos, indistintamente del proceso, los cuales resultan más económicos.

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1 JUSTIFICACION

La DL metionina es un aminoácido eslabón importante de la cadena que conforma la proteína esencial e indispensable en la dieta alimenticia de cualquier animal. Si es suministrada en las cantidades óptimas, se logrará un desarrollo mejor y más rápido en cualquier especie animal de que se trate.

Las proteínas de origen vegetal, en general contienen una baja proporción de metionina, por lo que su valor alimenticio es bajo, tanto para el hombre como para los animales. De aquí la importancia que se incorpore a los alimentos balanceados metionina sintética, ya que además de ser pura y concentrada, es económica y origina excelentes resultados tanto para la producción de carne (especialmente en aves y cerdos) como para la producción del huevo en las gallinas ponedoras.

En general el requerimiento de la DL metionina no se encuentra satisfecho en los elementos que componen la dieta de los animales. Por lo que es necesario

complementar con DL metionina sintética.

Uno de los insumos de alimento balanceado que tiene mayor contenido de metionina es la harina de pescado (2.7%), siendo éste uno de los principales objetivos de su uso, pero el precio por tonelada es el más alto de todos los componentes. Son evidentes las ventajas económicas que se obtienen al ir reemplazando harina de pescado por DL metionina sintética.

Además, la harina de pescado es importada en un 50% (promedio de los últimos 5 años) y en razón de baja producción mundial, drástica (80%), su precio está sometido a incrementos sustanciales con las consecuentes fluctuaciones en el costo del alimento balanceado. Al contrario, la DL metionina se puede producir a nivel nacional, a costos y precios de mayor estabilidad y control.

Por lo tanto se puede concluir que el uso de la DL metionina se incorpora a los alimentos balanceados por:

Disponibilidad, costo y fórmula nutricional o rendimientos.

La DL metionina sintética, se obtiene a partir de acroleína, metilmercaptano y ácido cianhídrico.

Actualmente en México la DL metionina es importada porque la única planta, propiedad de Ecología y Recursos Asociados (ERA) que se encuentra instalada en Cosoleacaque Veracruz, por la cercanía de las instalaciones de Petróleos Mexicanos que abastecían el ácido cianhídrico, y en donde el metilmercaptano se producía internamente, y la acroleína se importaba principalmente de Estados Unidos de Norteamérica, se encuentra cerrada.

Esta planta trabajaba a una capacidad de 2500 TMA y como la demanda de DL metionina crecía, Alimentos Balanceados de México (Albamex) decidió en 1980 instalar una segunda planta de igual capacidad y en el mismo sitio.

Las plantas operaron hasta 1985, fecha en que las irregularidades en el abastecimiento de acroleína se volvieron críticas al grado de no poder importarla más; al mismo tiempo se presentaron problemas con el ácido cianhídrico que abastecía Petróleos Mexicanos. Por lo que la empresa decidió en 1985 suspender sus operaciones.



Desde hace 8 años, el Complejo Industrial Metionina se encuentra abandonado, expuesto a serias afectaciones principalmente por la falta de mantenimiento, dentro de una zona agredida por la corrosión y expuesto a las inclemencias del tiempo.

Es por ello que se pretende realizar un estudio de prefactibilidad para la rehabilitación, ampliación e integración del Complejo Industrial Metionina, ya que este estudio indicará si es costeable producir la DL metionina sintética a nivel nacional a costos y precios de mayor estabilidad y control de los que actualmente se presentan.

La rehabilitación incluye:

El incremento de su capacidad (3000 TMA), la modificación de los equipos existentes (evaluación de su funcionalidad y de sus condiciones), así como también el cambio de tuberías y accesorios.

La ampliación incluye:

La instalación de una planta productora de acroleína (licenciada por Sumitomo Co.), una planta de

recuperación de sulfato de sodio y una planta de ácido acrílico.

Y la integración de todas las plantas en su conjunto para que se satisfagan las necesidades del Complejo Industrial para la producción de Dimetionina.

## 1.2 ASPECTOS HISTORICOS

### Descubrimiento

En el año 1923 Müller aisló una sustancia azufrada de un hidrolizado de caseína que no era idéntica a la cistina ni a la cisteína. Se destacaba por una alta estabilidad. Mientras que la cistina y la cisteína se descomponen con hidróxido de sodio liberando ácido sulfhídrico, el nuevo aminoácido no reaccionaba en este medio. Sólo se mostró una descomposición bajo condiciones drásticas, por ejemplo en ácido yodhídrico en ebullición o a temperaturas superiores de 150 °C.

Barger y Coyne pudieron determinar su estructura, algunos años más tarde, lo llamaron "metionina", ya que se trataba de un metiltioéter. Hoy se sabe que el aminoácido metionina es un elemento básico de todas las proteínas naturales. Entre tanto, por su importancia sobresaliente para la nutrición animal, la metionina es producida sintéticamente.

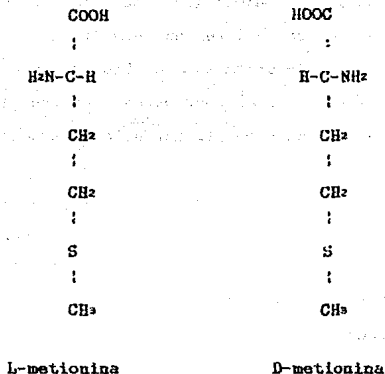
La metionina posee como todos los aminoácidos en la naturaleza (con excepción de glicerina) un átomo de carbono asimétrico. De estos compuestos, también llamados sustancias ópticamente activas, hay dos formas

diferentes. Estas se distinguen por la formulación esférica de los cuatro diferentes sustituyentes en el átomo de carbono ópticamente activo. Las características químicas y físicas de estos compuestos, también llamados esteroisómeros ópticos o enantiómeros, son prácticamente iguales.

Pero en una característica los compuestos enantiómeros sí se distinguen fuertemente. Es la forma en la cual influyen el plano de la luz polarizada. Ciertos compuestos mueven el plano de la luz polarizada hacia la izquierda y los otros lo mueven hacia la derecha de la misma magnitud. Esto es una consecuencia de la ya mencionada asimetría en la estructura de la molécula.

Ambas formas esteroisoméricas de la metionina están relacionadas entre sí como un objeto y su imagen reflejada en un espejo, o por ejemplo, como la mano izquierda y la derecha. Según la configuración especial de los sustituyentes en el átomo de carbono ópticamente activo se clasifican las diferentes formas a la serie "D" o a la serie "L".

Las relaciones son mostradas en la figura 1.2.1

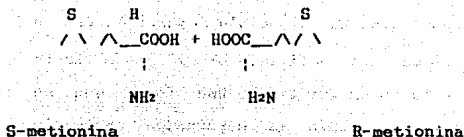


Formas esteroisoméricas

FIGURA 1.2.1

Otra posibilidad para la descripción de la estereoquímica de este compuesto es la indicación de la configuración "S" o "R", la cual clasifica ambas formas de una sustancia ópticamente activa en la serie "S" respecto a "R". En la metionina la forma "L" corresponde a la serie S y la forma "D" a la serie R.

La figura 1.2.2 muestra estas relaciones:



Formas esteroquímicas

FIGURA 1.2.2

Las formas esteroisoméricas de un aminoácido pueden diferenciarse significativamente en sus características fisiológicas. La forma natural en las proteínas de los alimentos de un aminoácido siempre es la forma L. o sea que todas las proteínas en los alimentos constan de L-aminoácidos. De la división enzimática de las proteínas de los alimentos en el trayecto estomago-intestinos consecuentemente siempre resultan L-aminoácidos, los cuales son usados por el organismo para la formación de su propia proteína.

En la síntesis química de metionina no existe una razón para la preferencia de una de las dos formas de metionina. De acuerdo a las reglas de la probabilidad en la producción técnica de metionina, L-D-metionina siempre se producen en igual cantidad. De esta mezcla de 50% de L- y 50 % de D-metionina se denomina como racemato o DL-metionina.

Fundamentalmente es posible separar de este racemato formas ópticamente activas, L- y D- metionina. Sin embargo, ésto no es muy fácil. Una forma que se puede usar, es por ejemplo la separación enzimática del racemato. La figura 1.2.3 muestra estas relaciones:

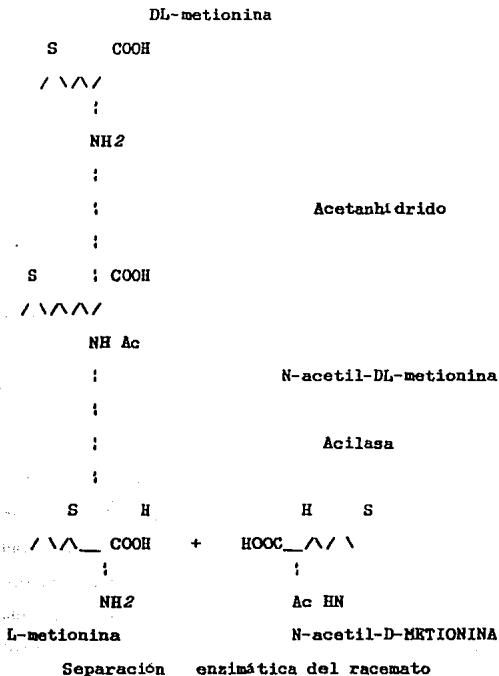


FIGURA 1.2.3

En este método la DL-metionina primeramente es tratada con anhídrido de ácido y convertida a N-acetil-DL-metionina. Después la N-acetil-DL-metionina puede ser tratada con acilasas específicas. Las enzimas solamente descomponen la N-acetil-L-metionina en L-metionina y ácido acético, mientras que la N-acetil-D-metionina no es atacada. La separación de L-metionina y N-acetil-D-metionina es relativamente sencilla, ya que ambas sustancias poseen diferentes características químicas. La N-acetil-D-metionina no descompuesta se puede transformar de nuevo en N-acetil-DL-metionina mediante una racemización, un proceso en el cual es cambiada la configuración volumétrica de la formación en el átomo de carbono ópticamente activo de acuerdo a las reglas de la probabilidad por exactamente 50%. Con esto se cierra el círculo, el cual posibilita una transformación de la DL-metionina técnicamente producida a L-metionina. La pregunta es, si esto realmente es necesario y razonable para el fin de la suplementación.

La DL-metionina se compone de 50% de L- y de 50% de D-metionina. Para la parte de L-metionina, ya de antemano todo está aclarado. Ella es idéntica con la L-metionina natural. Todavía resta la parte D. La D-metionina en sí no puede ser utilizada para la biosíntesis de proteínas.



No obstante la D-metionina si es utilizada por el organismo.

La figura 1.2.4 muestra estas relaciones:

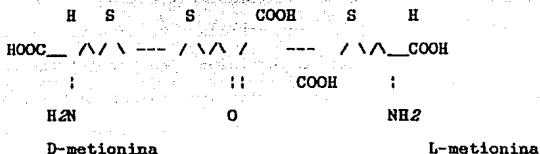


FIGURA 1.2.4

El metabolismo dispone de sistemas enzimáticos, los cuales pueden efectuar esta transformación. Primeramente, D-metionina es oxidada enzimáticamente al  $\alpha$ -ácido cetoso que es ópticamente inactivo. Después este es convertido en L-metionina por medio de una transaminación. Prácticamente, esta reacción sucede cuantitativamente y suficientemente rápido. La L-metionina transformada en el organismo proveniente de la D-metionina, es utilizada completamente para la síntesis de proteína y para reacciones con grupos metálicos, ya que esta L-metionina es idéntica a la que se encuentra en la naturaleza. Esto ha sido indudablemente demostrado en numerosos experimentos.

Se presentan solamente algunos ejemplos especialmente intuitivos de esa numerosidad de experimentos. Bauriedel llevó a cabo experimentos, en los cuales fueron alimentados 200 pollitos de un día durante 7 días con una ración normal de arranque para polluelos. Con esto todos los animales partían de la misma situación. Después del séptimo día se escogieron 3 grupos con 16 animales cada uno. Estos polluelos recibieron por igual raciones suplementadas con L o D-metionina hasta las cuatro semanas de edad. En el experimento se midieron semanalmente el aumento de peso y la conversión del alimento. La ración basal correspondió a los requerimientos del NRC, con excepción de metionina. La tabla 1.2.1 muestra la composición del alimento.

TABLA 1.2.1

Ración basal para el experimento

MATERIA PRIMA	% DE LA RACION
Maíz triturado	30.0
Almidón de maíz	18.4
Harina de maní (cacahuates)	
52.5% de proteína bruta	35.7
Harina de alfalfa	

17% de proteína bruta	2.0
Suero de leche en polvo	2.0
Solubles de destilería	2.0
Solubles de pescado	
50% de proteína bruta	2.0
Aceite de maíz	3.0
Carbonato calcico	1.5
Fosfato bicálcico	2.0
Sal	0.5
L-lisina monoclorhidrato	0.3
Mezcla de micro elementos	0.1
Concentrado vitamínico	0.5

El contenido de metionina de la ración es 0.28%, el de cistina 0.36%. Esto forma un contenido de 0.64% de metionina + cistina, lo cual equivale a un déficit aprox. 0.25% de aminoácidos azufrados en la ración. Para permanecer en el óptimo sector de medida, la ración basal se suplementó con 0.2% L-metionina y 0.2% D-metionina, respectivamente. El resultado del experimento se indica en la tabla 1.2.2

TABLA 1.2.2

## Efectividad de L- y D-metionina

Suplementación	Numero de animales	Aumento de peso	Conversión del alimento
	16	388+-9 g	2.03+-0.02
0.2% D-metionina	16	461+-13 g	1.83+-0.2
0.2% L-metionina	16	430+-13 g	1.84+-0.2

El aumento de peso del grupo no suplementado con metionina y del grupo con la adición de D-metionina se diferencia en forma significativa. También es significativa la diferencia entre el grupo suplementado con L-metionina y el grupo de control. En cambio, la diferencia entre los grupos con D- y L-metionina no es significativa. Lo mismo es válido para la conversión del alimento.

Los experimentos fueron repetidos por Bauriedel, aumentando el número de animales aprox. 50 por grupo para poder asegurar aún más los resultados estadísticamente. Como se puede apreciar en la tabla 1.2.3. Los resultados del primer experimento fueron confirmados.

TABLA 1.2.3

Suplementación	Num. de animales	aumento de peso	conversión de alimento
	41	388+-7.6 g	1.86
0.2% D-metionina	44	506+-7.6 g	1.65
0.2% L-metionina	48	502+-8.0 g	1.66

Así quedó demostrado indudablemente, que fisiológico-nutritivamente D-metionina es utilizada como L-metionina. Tipón y colaboradores inclusive llegan a la opinión, que D-metionina es mejor utilizada por las aves que L-metionina. Esto tal vez puede estar relacionado con las diferentes velocidades de reabsorción de las dos formas de metionina.

Entre los numerosos experimentos que se llevaron a cabo para determinar la efectividad fisiológica-nutritiva de DL-metionina y ambos estereoisómeros, naturalmente también hay algunos experimentos los cuales tienen otro resultado. En experimentos biológicos esto no se puede esperar de otra manera. Así por ejemplo, Gordon y Sizer encontraron una menor actividad para DL-metionina en comparación con L-metionina. Los datos experimentales de esta publicación sin embargo, no permiten una comparación con los experimentos de Bauriedel.

Otro punto de vista, son las diferencias que pueden existir entre las características de la reabsorción de la D- y L- metionina. Gibson y Wiseman han demostrado en experimentos in vitro, que la L- metionina es mejor reabsorbida por el intestino y por el riñón en comparación con la D-metionina; la relación de absorción es de 1.6:1 respectivamente. Esto puede tener su causa en que L- metionina es transportada en forma activa. Transporte activo quiere decir que la L- metionina es transportada a través de una membrana semipermeable también en contra de un gradiente de concentración. La D- metionina por el contrario, siendo transportada sólo pasivamente, tiene que seguir la dirección del gradiente de concentración. En el grado en que se puedan traspasar los resultados de un experimento in vitro a relaciones in vivo esto significaría, que la D- metionina por ejemplo, sólo puede ser reabsorbida del intestino, si la concentración de la D- metionina en el intestino es mayor que la concentración en las células adyacentes de esta parte del cuerpo. Ya que esto es el caso normal, la reabsorción de la D- metionina, in vivo no es limitada en el caso de las suplementaciones usuales de la práctica. Naturalmente, las relaciones pueden ser cambiadas por medio de suplementaciones muy altas con la D- metionina.

Brüggemann y colaboradores pudieron mostrar que la

D-metionina en suplementaciones muy altas tiene una efectividad menor que L-metionina. En cambio, la eficiencia fisiológicamente-nutritiva de L- y DL-metionina ya que otra vez es completamente igual. Esto es comprensible ya que una determinada adición de DL-metionina equivale sólo al 50% de la correspondiente adición de D-metionina. El posible efecto de retardación de reabsorción por medio de grandes cantidades de D-metionina no se presenta en el caso de las suplementaciones en la práctica.

### 1.3 GENERALIDADES

#### 1.3.1 BASES DE LA SUPLEMENTACION

Las primeras investigaciones en forma científica sobre la composición de alimentos se comenzaron a principios del siglo XIX. En ese entonces se determinó la clásica, (hoy aún válida) clasificación de las materias nutritivas en carbohidratos, proteínas y grasas. Sólo mucho después se descubrieron también minerales, vitaminas y oligoelementos, reconociendo a estas sustancias como indispensables para una nutrición completa.

#### 1.3.2 RELACIONES ENERGETICAS

Los carbohidratos y las grasas se encargan de la mayor parte del suministro de energía. Ellos son necesarios para mantener la temperatura necesaria del organismo y suministrar energía para toda clase de trabajo. En los procesos de oxidación que ocurren en el cuerpo, en un principio es indiferente si los suministradores de energía son grasas o carbohidratos. Ambos nutrientes son ampliamente intercambiables en la nutrición. Esto no es válido para grasas no saturadas o mejor dicho para ácidos grasos no saturados.



La gráfica 1.3.2.1 muestra las diferentes energías que son de importancia para los procesos fisiológicos en la nutrición.

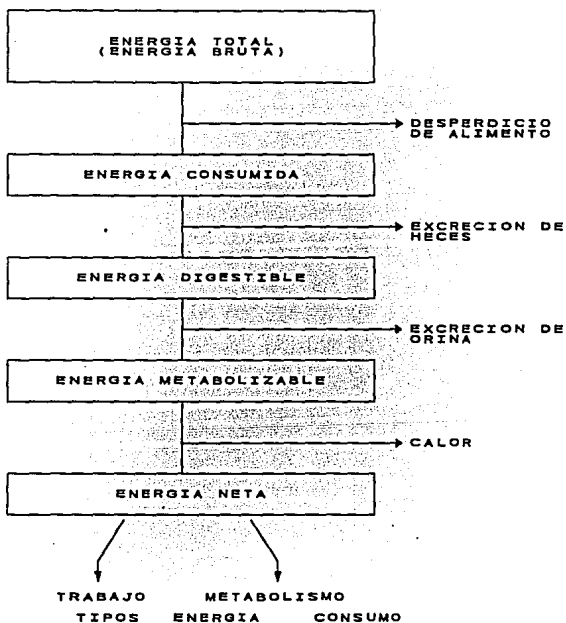
### 1.3.3 IMPORTANCIA DE LAS PROTEINAS

Ningún compuesto es tan importante en los organismos vivos como el que menciona Berzelius en una carta a Múlder en 1838, sugiriendo el nombre de proteína (de la palabra griega proteios que significa "primero"). Estos compuestos nitrogenados son los sólidos más abundantes en el protoplasma celular. El núcleo celular, uno de los componentes del protoplasma, contiene proteínas (nucleoproteínas) que están íntimamente relacionadas con la división celular y con la herencia. Otra parte, el citoplasma celular, contiene un millar, o más de proteínas distintas, denominadas enzimas que catalizan los múltiples cambios químicos que se requieren para el mantenimiento de la vida celular. Además los animales, plantas y microbios producen enzimas extracelulares que descomponen la dieta compleja de proteínas, lípidos y carbohidratos para simplificar los nutrientes, que son fácilmente absorbidos y utilizados por la célula.

Las proteínas también pueden ser empleadas para el suministro de energía, pero esto no es normal. La tarea

TABLA DE ENERGIA

GRAFICA 1.3.2.1



principal de las proteínas es la síntesis de proteína de cada organismo. En esta función son indispensables para el cuerpo y no pueden ser reemplazadas por otros nutrientes.

Músculos, órganos y sangre están formados principalmente de proteínas. Por lo tanto, es comprensible que sobre todo el organismo joven aún en crecimiento, tenga un alto requerimiento de proteínas. La proteína propia, una vez formada, está sometida a una constante degradación formándose como producto final urea o ácido úrico, los cuales son eliminados. Por esta razón el cuerpo necesita un constante suministro de proteína. Por lo tanto, las proteínas de un organismo están en un equilibrio dinámico entre síntesis y degradación. Sobre la velocidad con la cual ocurren estos procesos, sólo se han conocido datos recientemente. El tiempo de vida medio por ejemplo, del total de proteínas del cuerpo humano es aproximadamente de 80 días. El tiempo de vida medio de la proteína del hígado es de sólo 10 días, el de los leucocitos de 3-9 días. El tiempo de vida medio de proteínas funcionales, como por ejemplo de las que forman retinol es de algunas horas. Un suministro deficiente de proteínas se nota rápidamente, ya que las proteínas no pueden ser acumuladas en el organismo. Son muchos los síntomas de deficiencia de proteína, agotamiento general

y enflaquecimiento son los más sobresalientes.

Una de las tareas más importantes de las proteínas es el suministro de aminoácidos para la síntesis de enzimas propias de cada organismo. Estos biocatalizadores que se componen en su mayor parte de proteína son responsables para todos los procesos de regulación fisiológica.

#### 1.3.4 VALOR BIOLÓGICO

Ya se conoce desde hace mucho tiempo, que no todas las proteínas son igualmente aptas para la nutrición. La proteína de la leche y la del huevo se conocen como nutrientes completos, mientras que la proteína de las leguminosas o de los cereales es menos valiosa. La primera afirmación cuantitativa sobre este tema es de Thomas. El declaró el valor biológico de una proteína como la cantidad de proteína propia, la cual puede ser sintetizada de 100 gramos de proteína consumida. (Ver Tabla 1.3.4.1).

Estas diferencias no se pudieron explicar durante mucho tiempo. Sólo se entendió cuando se llegó a conocer que las proteínas no son asimiladas sin antes ser degradadas y después convertidas a proteína propia. Hoy

TABLA 1.3.4.1  
VALOR BIOLÓGICO DE LAS PROTEÍNAS

VALOR BIOLÓGICO MEDIO DE PROTEÍNAS	
PROTEÍNA	VALOR BIOLÓGICO
HUEVO	90-100
LECHE	85-100
CARNE	60-100
CASEINA	65-80
PESCADO	90-100
ARROZ	65-70
PATATAS	70-85
LEVADURA	70-80
MAIZ	20-60

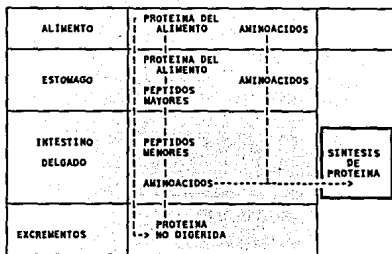
en día se conoce que el contenido total de proteína de una materia prima o de un alimento balanceado no es de por sí una declaración sobre la calidad. La fisiología moderna muestra que finalmente esto depende sólo de la cantidad de aminoácidos.

### 1.3.5 METABOLISMO DE LAS PROTEINAS

Kuhne descubrió en 1876 que en el estómago y en el intestino las proteínas son descompuestas en sus partes estructurales: los aminoácidos. Hoy en día se conoce muy bien el metabolismo de las proteínas.

Las proteínas de los alimentos son hidrolizadas en el estómago y en el intestino para dar aminoácidos por toda una serie de fermentos, como pepsina, tripsina, quimiotripsina y peptidasa, las cuales también se componen de proteína. Los aminoácidos son reabsorbidos por las paredes intestinales y transportados a las células por la corriente sanguínea. La gráfica 1.3.5.1 muestra estas relaciones en una forma resumida. Enzimas celulares específicas originan también la síntesis de proteína de cada organismo a base de aminoácidos. El organismo posee la habilidad de sintetizar una proteína específica para cada finalidad, apartando los aminoácidos requeridos en el orden preciso. El origen de estos

**GRAFICA 1.3.5.1**  
**METABOLISMO DE LAS PROTEINAS**



aminoácidos no tiene importancia propia para la síntesis de proteína.

Las proteínas son polímeros de elevado peso molecular de un grupo de monómeros de bajo peso molecular llamados aminoácidos. Los aminoácidos se derivan de las proteínas animales, vegetales y microbianas y son ácidos orgánicos que contienen, ya sea un grupo amino a un imino en el átomo de carbono alfa. Hoy se conocen 24 aminoácidos diferentes, los cuales aparecen como productos hidrolíticos directos de la proteína de los alimentos. Estos se pueden apreciar en la Tabla 1.3.5.2

Los brillantes trabajos de W.C. Rose entre los años 1938 a 1950 demostraron que una nutrición completa tanto del hombre como de los animales es posible, si en lugar de proteínas se da una mezcla de nutrientes sintéticos. Estos conocimientos son hoy la base de la moderna fisiología de nutrición.

#### 1.3.6 AMINOACIDOS NO ESENCIALES

La división en aminoácidos esenciales y no esenciales no debe guiar a la conclusión errónea que el cuerpo no necesite los no esenciales para la síntesis de su propia proteína. El organismo sólo está capacitado



TABLA 1.3.5.2

AMINOACIDOS

AMINOACIDOS		
NEUTROS	ACIDOS	BASICOS
GLICINA	ACIDO ASPARTICO	ARGININA
ALANINA	ACIDO GLUTAMICO	LISINA
VALINA		HISTIDINA
LEUCINA		PROLINA
ISOLEUCINA		HIDROXIPROLINA
FENILINA		CITRULINA
TIROSINA		ORNITINA
SERINA		
TREONINA		
CISTEINA		
CISTINA		
METIONINA		
TRIPTOFANO		
GLUTAMINA		
ASPARAGINA		

para transformar estos aminoácidos no esenciales entre sí. Para este fin el cuerpo debe disponer de suficientes carbohidratos y compuestos de nitrógeno. De esta manera, por ejemplo, puede ser sintetizado ácido oxálico a base de carbohidratos. Este ácido puede reaccionar después con alanina y formar ácido aspártico y ácido pirúvico. En esta forma alanina es transformada a ácido aspártico. De esto resulta que ambos aminoácidos no son esenciales.

Para una alimentación completa siempre se necesita aparte de los aminoácidos esenciales una cierta cantidad de nitrógeno proveniente de aminoácidos no esenciales. En este caso es igual cual de los no esenciales proporcione el nitrógeno con tal que existan suficientes cantidades de carbohidratos. Si la cantidad de aminoácidos no esenciales no es suficiente, entonces los aminoácidos esenciales también son utilizados por el organismo como fuente no específica de nitrógeno. Desde luego esta no es una situación fisiológica deseable.

Algunos aminoácidos no esenciales cumplen una función especial en ciertos animales. En un principio, estos pueden ser sintetizados por ellos o ser transformados entre sí, pero la velocidad con la cual ocurren estos procesos, no es suficiente en todos los casos. Así por ejemplo, prolina es semiesencial para el

polluelo y por eso la ración debe contener cierto valor mínimo de este aminoácido.

### 1.3.7 AMINOACIDOS LIMITANTES

Una proteína puede estar formada, según el peso molecular, de aproximadamente 50 a 5000 aminoácidos, los cuales por su parte pueden tener de 20 a 25 estructuras. La posibilidad de variación de la estructuración de una proteína es inimaginablemente grande y se podría comparar con la posibilidad de formar palabras de 50 a 5000 letras. Por esta razón sería pura casualidad si la proteína de un alimento correspondiera a los requerimientos de un animal determinado. En la mayoría de los casos el suministro de por lo menos un aminoácido esencial está por debajo del requerimiento, es llamado aminoácido limitante. Este determina por lo tanto, que cantidad de proteína puede ser utilizada por el organismo.

Por lo tanto, el valor biológico de una proteína será mayor, en cuanto más se parezca la composición de aminoácidos de la proteína al requerimiento de un animal determinado. La determinación experimental del valor biológico de una proteína significa mucho trabajo. Sin embargo, si se conoce el requerimiento de un animal

también se puede calcular el valor biológico de una proteína en cuanto se conozca la composición de aminoácidos de ésta.

### 1.3.8 PROTEINA BRUTA, PROTEINA PURA Y AMINOACIDOS

Para un análisis exacto de proteína se debería aislar la proteína total de una materia prima o de un alimento compuesto. Debido a los diversos grados de solubilidad de las diferentes serían necesarias muchas etapas bastante complicadas.

Análisis de muchas proteínas aisladas han demostrado, que el contenido de nitrógeno varía muy poco, aunque las diferentes proteínas muestran una gran variedad en su estructura. El contenido medio de nitrógeno es de 16%. Por esto basta determinar el contenido de nitrógeno de una sustancia proteínica y multiplicar éste por 6.25, para saber el contenido de proteína bruta.

Usando este método multiplicando el contenido de nitrógeno por 6.25 se asume a la vez, que todo el nitrógeno presente en la muestra sea nitrógeno proteínico. Pero esto no es cierto en todos los casos. Por esto el contenido de proteína analizado mediante este

método es llamado "proteína bruta", en vez de "proteína pura", la cual está realmente presente, pero cuyo análisis es muy difícil. El contenido de proteína pura siempre es inferior a la proteína bruta, ya que una parte del nitrógeno no es de origen proteínico.

El contenido de proteína bruta no es significativo sino el contenido de proteína pura o más exacto todavía: la composición de aminoácidos.

El solo valor de la proteína pura tampoco informa sobre la composición de aminoácidos en la ración, siendo esto precisamente lo más importante.

En el pasado, la definición "proteína bruta", a pesar de sus desventajas, si fue de valor para la formulación de alimentos compuesto. Hoy en día ya no tiene tanta importancia, ya que en la fisiología nutritiva se está pensando más y más en aminoácidos. En la mayoría de los casos sólo cuatro aminoácidos pueden llegar a ser críticos en la alimentación, ya que las proteínas naturales no siempre llevan el contenido necesario. Generalmente, aquí se trata de metionina, lisina, triptófano y treonina. En la práctica usualmente bastaría declarar el contenido de estos aminoácidos como declaración de calidad. Si el requerimiento de estos

cuatro aminoácidos queda cubierto, entonces el requerimiento de los otros aminoácidos con bastante seguridad también estará cubierto.

Hoy en día se puede partir de la situación, que DL-metionina y L-lisina-HCl están disponibles para suplementarlos en los alimentos balanceados, mientras que el requerimiento de triptófano y treonina es cubierto por la proteína. Con esto la proteína sigue siendo un factor importante, pero siempre se tendrá que dar preferencia a la declaración de los cuatro aminoácidos metionina, lisina, triptófano y treonina.

El suministro de proteínas seguirá siendo difícil en los años que vienen. Por esto siempre llegará a ser más importante que se logren buenos resultados en la nutrición animal con un mínimo gasto de proteínas. Para lograr esto realmente sólo hay una posibilidad: la anticuada forma de pensar en el contenido total de proteína bruta debe ser reemplazada por una forma de pensar moderna, que sea adaptada a la situación. Hay que considerar directamente el contenido de aminoácidos. El contenido de aminoácidos en una ración es un factor preciso y correcto y de mayor importancia. El que considera estos aspectos no sólo ahorrará proteína sino al mismo tiempo costos efectivos.

#### 1.4 ECONOMIA DE LA SUPLEMENTACION CON AMINOACIDOS

El fin de un alimento balanceado formulado de acuerdo a los modernos puntos de vista, es el de cubrir en forma óptima el requerimiento de nutrientes de un animal determinado y esto a un costo mínimo. En eso los aminoácidos tienen un papel importante. El cubrir el requerimiento de aminoácidos no sólo es de interés desde el punto de vista fisiológico-nutritivo, sino también es de considerable importancia económica. Los aminoácidos responden a la proteína al fin al cabo casi siempre pertenecen a los factores de mayor costo de un alimento balanceado.

El criterio más importante de un alimento, prescindiendo de su precio, es la eficiencia que se pueda lograr. Esta eficiencia se mide primeramente en la conversión del alimento, y el aumento de peso. Pero también las características como la producción de huevos, desarrollo del plumaje respecto de la piel, etc., dependen directamente del suministro adecuado de aminoácidos.

También es importante desde el punto de vista económico, cuales son los aminoácidos limitantes en el alimento. Especialmente, si ellos tienen una influencia

decisiva sobre los costos.

En este contexto, la metionina y la lisina tienen un papel fundamental. Ambos aminoácidos provenientes de una producción sintética están a disposición en forma económica.

La DL-metionina y la L-lisina HCl son usadas hoy en día a cambio o como suplemento de portadores naturales de la metionina y la lisina.

La Treonina y el triptófano, que en muchos casos son limitantes después de la metionina y la lisina todavía no están a disposición económicamente para usarlos como suplementos.

El principio de la suplementación de aminoácidos será discutido usando metionina como ejemplo. Para compensar el déficit de metionina en una ración fundamentalmente hay 3 posibilidades:

- Se llena el vacío de metionina en la ración con el aminoácido sintético DL-metionina. De esta manera, el contenido de proteína puede quedar bajo y se ahorrará proteína.



- Se llena o se aumenta el contenido de proteína bruta en la ración más allá del nivel normal de tal manera, que el déficit de metionina sea cubierto por la proteína adicionalmente introducida en la ración. Este proceso conduce a un desperdicio de proteína.

- Se compensa el déficit de metionina en la ración mediante el uso de materias primas muy ricas en metionina. También en este caso se usará más proteína de lo que sería necesario.

En la práctica se usan combinaciones de todas las tres variaciones. Siempre y cuando las restricciones para un alimento determinado lo permitan, se preferirá el método, que garantice el cumplimiento de todas las normas del requerimiento.

## 1.5 ALIMENTOS BALANCEADOS

La determinación de aminoácidos suplementados en concentrados proteínicos o en alimentos balanceados solamente puede conducir a valores razonables, si estos alimentos de por sí no contienen aminoácidos libres y si el método usado no incluye una hidrólisis de los componentes proteínicos. Para la determinación de aminoácidos suplementados, por ejemplo, la DL-metionina y la Lisina monoclóridato, son separados del alimento. Esto se lleva a cabo mediante un tratamiento de corto plazo en frío con ácido clorhídrico diluido. En este proceso como es requerido, no ocurre una hidrólisis de proteínas ya separadas o insolubles. Los aminoácidos suplementados entran en solución en forma de hidroclozuros.

La suplementación de alimentos balanceados con DL-metionina tiene hoy en día una gran importancia económica. Muchas raciones no se pueden producir rentablemente sin usar este aminoácido sintético.

## CAPITULO II

### DEFINICION DEL PRODUCTO

#### 2.1 ESPECIFICACION DE LA METIONINA

Descripción :

racemato del aminoácido natural

Forma comercial :

calidad para alimentos balanceados

Contenido de metionina :

min. 99.0%

Humedad :

max. 0.3%

Cenizas :

max. 0.5%

Densidad aparente :

650 g/l (+-)10%

Estabilidad :

en lugar fresco y seco, min. 1 año

**Empaque :**

costales de papel o polietileno  
costal gigante (bulk bag)  
transporte en tanque a granel

**Suministro :**

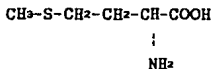
costales, 40 x 25 Kg sobre paletas  
empaque de 1,000 Kg  
transporte a granel 20,000 Kg

## 2.1.2 CARACTERISTICAS

Denominación química :

ácido-DL- $\alpha$ -amino- $\gamma$ -metilmercapto-butírico

Forma estructural :



Fórmula condensada :



Peso molecular :

149.2

Aspecto :

cristales incoloros o ligeramente amarillentos

Olor :

olor típico, ligeramente a compuestos orgánicos  
azufrados

Solubilidad :

3.3g en 100 ml de agua a 20°C, poco soluble en  
solventes orgánicos

**Contenido de nitrógeno :**

**9.4%**

**Punto de descomposición :**

**270-273°C**

## 2.2 ESPECIFICACION DEL SULFATO DE SODIO

### 2.2.1 DEFINICION

Para los efectos de esta especificación, se entiende por sulfato de sodio la sal que corresponde a la fórmula  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ó  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  para su decahidrato.

### 2.2.2 GENERALIDADES

#### PROPIEDADES

La sal anhidra es un polvo blanco, higroscópico; expuesta al aire absorbe una molécula de agua, funde a  $884^\circ\text{C}$ . Su solubilidad en 100g de agua a  $45^\circ\text{C}$  es de 48.8g, elevando la temperatura su solubilidad decrece a  $100^\circ\text{C}$ . Requiere 100g de agua para 42.5g. es insoluble en alcohol.

La sal decahidratada cristaliza en prismas monoclinicos, transparentes, inodoros, incoloros, de sabor salado amargo. Efloresce rápidamente al aire. A  $25^\circ\text{C}$ , su solubilidad en agua es de 1g en 1.5ml; soluble en glicerina e insoluble en alcohol. A  $32.4^\circ\text{C}$  funde en su agua de cristalización, a  $100^\circ\text{C}$  pierde totalmente su agua de cristalización.

### 2.2.3 USOS

La sal anhidra se usa como deshidratante, en la fabricación de vidrio, pulpa de papel, etc. La sal hidratada se utiliza en farmacia, en tintorería, estampado de telas y en mezclas frigoríficas.

### 2.2.4 CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES

#### A.- Clasificación.

Para los efectos de esta tesis el sulfato de sodio comprenderá dos tipos; A y B, con dos grados de calidad, el 1o. A1 y A2 y el 2do. con tres grados: B1, B2 y B3.

Tipo A .- Sulfato de sodio anhidro,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Tipo A1.- Calidad reactivo

Tipo A2.- Industrial

Tipo B .- Sulfato de sodio decahidratado,



Tipo B1.- Calidad reactivo

Tipo B2.- Farmacéutico

Tipo B3.- Industrial



**B.- Especificaciones.**

El sulfato de sodio en sus 5 grados de calidad, deberá llenar las especificaciones que se expresan en la tabla 2.2.4.1

TABLA 2.2.4.1

ESPECIFICACIONES DEL SULFATO DE SODIO

DIMENSIONES	TIPOS				
	"A" (ANHIDRO)		"B" (DECAHIDRATADO)		
	GRADOS DE CALIDAD				
	A 1	A 2	B 1	B 2	B 3
	CALIDAD REACTIVO	INDUS-TRIAL	CALIDAD REACTIVO	FARMA-CEUTICO	INDUS-TRIAL
PERDIDA POR DESECACION, %			51 MIN. 57 MAX.	51 MIN. 57 MAX.	50 MIN. 56 MAX.
PERDIDA POR CALCINACION, % MAXIMO	0.50	1.00	0.50	---	1.00
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , % MAXIMO	99.00	97.50	99.00	99.00	97.50
INSOLUBLES EN AGUA, % MAX.	0.01	0.05	0.01	---	0.05
ACIDEZ (EN H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), % MAX.	0.005	0.05	0.005	---	0.05
ALCALI LIBRE	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	---	NEGATIVO
CLORUROS (EN Cl), % MAX.	0.003	0.2	0.003	---	0.2
COMPUESTOS NITROGENADOS (EN N <sub>2</sub> ), % MAX.	0.0005	0.0005	0.0005	---	0.0005
FOSFATOS (EN PO <sub>4</sub> ), % MAX.	0.003	0.005	0.003	---	0.005
ARSENICO (EN As), % MAX.	0.0003	0.002	0.0003	0.0017	0.002
CALCIO Y MAGNESIO Y SUSTANCIAS PRECIPITABLES	0.02	0.3	0.02	---	0.3
METALES PESADOS (EN Pb), % MAX.	0.001	0.005	0.001	0.0023	0.005
FIERRO (EN Fe), % MAX.	0.001	0.005	0.001	---	0.005

## 2.3 ESPECIFICACION DEL ACIDO ACRILICO

### PROPIEDADES

El ácido acrílico puede estar conformado por los siguientes requerimientos.

Porcentaje en peso, mín. de ácido acrílico :

99.0 %

Porcentaje en peso de agua :

0.20 %

Color, escala Pt-Co, máx. :

20

Inhibidor, monometiltil de hidroquinona, :

200 +- 20 ppm

Apariencia :

Clara, transparente, sin sedimentos.

Porcentaje en peso de dímero :

1.0 %

Punto de congelamiento:

12.3°C

Punto de almacenamiento :

Entre 15 y 25°C.

Precauciones:

Si el material congela, tener extrema precaución en el derretimiento rápido, ya que puede ocurrir polimerización si el ácido acrílico congelado es expuesto a calor excesivo.

Usarse con ventilación adecuada.

Almacenamiento :

El tamaño del empaque podrá convenirse entre el comprador y el suministrador.

Peligrosidad :

Evitar la contaminación y presiones peligrosas que puedan causar reacciones violentas.

## CAPITULO III

### ESTUDIO DE MERCADO

#### 3.1 INTRODUCCION

La D.L metionina es un aminoácido eslabón importante de la cadena que conforma a la proteína esencial e indispensable en la dieta alimenticia de cualquier animal. Si es suministrada en las cantidades óptimas, se logra un desarrollo mejor y más rápido en cualquier especie animal de que se trate.

Las proteínas de origen vegetal, en general contienen una baja proporción de metionina, por lo que su valor alimenticio es bajo, tanto para el hombre como para los animales. De ahí que al incorporar a los alimentos balanceados metionina sintética, por ser pura y concentrada, es económica y origina excelentes resultados tanto en una mayor producción de carne (especialmente en aves y cerdos) como de huevos en las gallinas ponedoras.

Las dietas alimenticias deben suministrar todas las sustancias nutritivas necesarias para el crecimiento, mantenimiento y reproducción de los animales, pero éstas deben estar en el equilibrio adecuado de acuerdo a cada

tipo de animal, su objetivo de consumo final y su edad. Por ejemplo, en las aves ponedoras la necesidad de metionina es de 0.82 grs. por día/animal.

En general, el requerimiento de D.L metionina no se encuentra satisfecho en los elementos que componen la dieta de los animales; para lo que es necesario complementar con DL-metionina sintética.

Uno de los insumos del alimento balanceado que tiene mayor contenido de metionina es la harina de pescado (2.7%), siendo este uno de los principales objetivos de su uso, pero el precio por tonelada es el más alto de todos los componentes. Son evidentes las ventajas económicas que se obtienen al ir reemplazando harina de pescado por DL-metionina sintética. Además, la harina de pescado se importa en un 50% (promedio de los últimos 5 años) y en razón de baja de producción mundial (80%), su precio está sometido a incrementos sustanciales con las consecuentes fluctuaciones en el costo del alimento balanceado.

Por lo tanto, se puede concluir que el uso de DL metionina sintética se incorpora a los alimentos balanceados por: disponibilidad, costo y fórmula nutricional o rendimientos.

### 3. 2 DEMANDA

De lo anteriormente expuesto, se desprende que la demanda de metionina depende de la producción de alimentos balanceados, ya sea en industria exprofeso y en consumidores integrados. Si bien para cada tipo de dieta el equilibrio nutricional del alimento debe ser diferente, el alimento balanceado contiene en general la siguiente estructura:

Sorgo	60%
Pasta Oleaginosas (soya)	20%
Otros productos del agro	14%
Harina de pescado y otros	5%
Químicos	1%

La metionina representa alrededor del 0.4% en fórmulas nutricionales óptimas. En particular para cerdos es del 0.3% y para aves del 0.5%.

### 3.2.1 VOLUMEN DE PRODUCCION

#### -Mercado Nacional

La demanda de metionina depende de la producción de alimentos balanceados, ya sea por la industria o por los consumidores integrados.

#### México: Industria Alimentos Balanceados (1990)

La industria de alimentos balanceados es aquella que a través de una mezcla científica de materias primas, principalmente agrícolas, obtienen un producto para alimentación animal, el cual cubre las necesidades de proteína, grasa, aminoácidos, minerales y medicamentos para diversas especies animales, tomando en cuenta las edades, clima y condiciones de crecimiento.

La industria de alimentos balanceados desempeña un importante papel en el sector pecuario de México.

A continuación se presenta la estructura general de la industria, compuesta por el sector industrial-comercial propiamente dicho, los integrados y los pseudointegrados (ver tabla 3.2.1.1):



TABLA 3.2.1.1

Situación de la Industria de Alimentos balanceados (1990):

	TM (miles)	%
Industria	3 534	47.5
Integrados	3 215	43.2
*Pseudointegrado	695	9.3
Totales	7 444	100.0

\*Comercialización y tienen autoconsumo.

La distribución de los recursos pecuarios por zonas durante 1990, muestran a la zona del centro del país como la mayor consumidora de alimentos balanceados con un 42% de la producción total seguidas por la zona del pacífico con 24% (ver tabla 3.2.1.2).

TABLA 3.2.1.2

Distribución de los recursos pecuarios 1990.

		Capacidad Instalada TM Anuales (miles)
Zona Noroeste	12%	1,800
Chihuahua, Nvo. León		
Tamaulipas, Coahuila		
Zona Pacífico	24%	1,700
Sonora, Nayarit,		
Sinaloa, Jalisco,		
Michoacán, Guerrero		
Zona Bajío	13%	1,900
Querétaro, Guanajuato,		
Agascalientes, Zacatecas,		
San Luis Potosí		
Zona Centro	42%	4,100
Distrito Federal,		
Estado de México,		
Hidalgo, Veracruz		
Tabasco, Oaxaca		
Zona Peninsular	9%	900
Campeche, Yucatán,		
Quintana Roo		
TOTAL	100%	10,000
		1,650
Plantas cicladas, no registradas		11,650

### 3.2.2 PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS

TABLA 3.2.2.1

Materias primas utilizadas en alimentos balanceados para animales

Acemite	DL-Alfa-Hidroxi
Acido 2 Hidroxi-4-Metil butírico (Alimet)	Gama-Metil Mercapto- butirato de (MHA)
Azúcar	Ortofosfato
Canela	Pasta de ajonjolí
Cebada de Maíz	Pasta de carcamo
Harina de alfalfa	Pasta de soya
Harina de carne y hueso	Pasta de girasol
Harina de flor de zempazúchitl	Pigmentantes
Harinolina	Pulido de arroz
Harina de pescado	Roca fosfórica
Harina de pluma	Saborizantes
Lisina	Sal
Levadura de cerveza	Salvado de maíz
Maíz	Salvado de trigo
Mieles incristalizables	Sorgo
Mijo	Substituto de leche
Minerales	Tapioca
	Trigo forrajero

La producción de alimentos balanceados para animales durante el periodo comprendido entre 1978 y 1990, nos muestra que después de haberse alcanzado la máxima producción en 1982, se produjo un grave descenso en la década de los ochentas, siendo 1988 el año más crítico, para ahí empezar un ligero y esperanzador repunte (ver tabla y grafica 3.2.2.2).

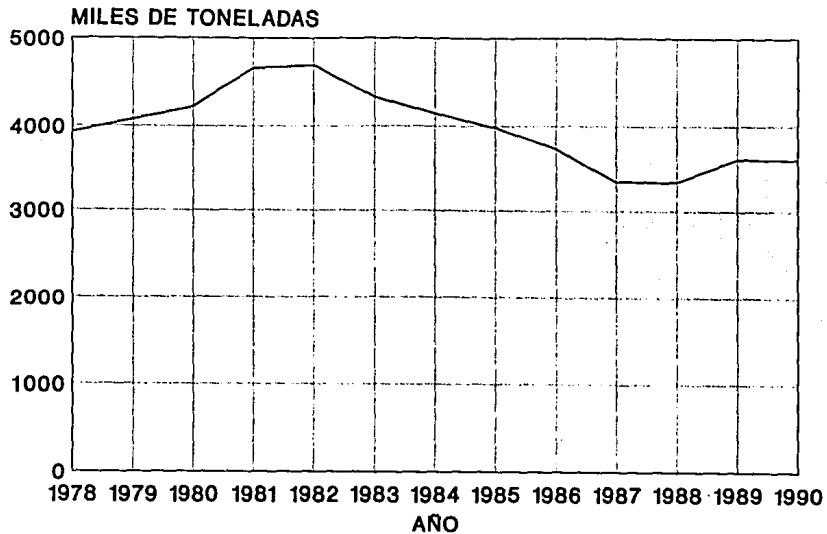
**TABLA 3.2.2.2 PRODUCCION  
ALIMENTO BALANCEADO PARA ANIMALES**

AÑO    MILES TONS.

1978	3930
1979	4078
1980	4220
1981	4647
1982	4680
1983	4326
1984	4150
1985	3980
1986	3720
1987	3336
1988	3332
1989	3609
1990	3600

fuelle: INEGI

## GRAFICA 3.2.2 PROD. ALIMENTO BALANCEADO PARA ANIMALES



fuelle: INEGI

### 3.2.3 AVICULTURA

La avicultura, quizá la industria pecuaria que ha alcanzado mayor fortaleza, integración y la más elevada tecnología del país, es un excelente consumidor de alimentos balanceados, siendo la rama de pollo de engorda el que mayor volumen consume.

La gráfica (3.2.3.1) presenta la producción del sector industrial de alimentos para aves de postura y de engorda durante el periodo de 1978 a 1990, donde se observa que mientras los alimentos balanceados para el pollo de engorda han alcanzado buenos niveles de producción, los enfocados a gallina de postura han descendido alarmantemente, lo que se explica por la etapa tan difícil que vive esta rama avícola. También se observa la participación en el volumen de producción de las principales empresas durante 1990, en las líneas de postura (tabla 3.2.3.2) , de engorda (tabla 3.2.3.3) y reproductoras-progenitoras (tabla 3.2.3.4).

Los líderes son: Purina en las dos primeras con el 19.5 y 10.35% respectivamente y Hacienda en la última, con el 14.53%.

### 3.2.3 AVICULTURA

La avicultura, quizá la industria pecuaria que ha alcanzado mayor fortaleza, integración y la más elevada tecnología del país, es un excelente consumidor de alimentos balanceados, siendo la rama de pollo de engorda el que mayor volumen consume.

La gráfica (3.2.3.1) presenta la producción del sector industrial de alimentos para aves de postura y de engorda durante el periodo de 1978 a 1990, donde se observa que mientras los alimentos balanceados para el pollo de engorda han alcanzado buenos niveles de producción, los enfocados a gallina de postura han descendido alarmantemente, lo que se explica por la etapa tan difícil que vive esta rama avícola. También se observa la participación en el volumen de producción de las principales empresas durante 1990, en las líneas de postura (tabla 3.2.3.2), de engorda (tabla 3.2.3.3) y reproductoras-progenitoras (tabla 3.2.3.4).

Los líderes son: Purina en las dos primeras con el 19.5 y 10.35% respectivamente y Hacienda en la última, con el 14.53%.



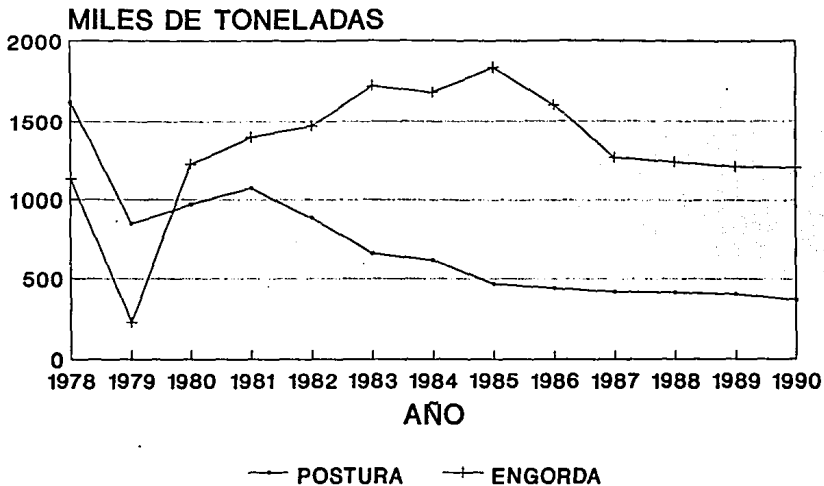
**TABLA 3.2.3.1 (Producción)**  
**ALIMENTO BALANCEADO PARA AVES (POSTURA-ENGORDA)**

<u>AÑO</u>	<u>POSTURA (MILES TON)</u>	<u>ENGORDA (MILES TON)</u>
1978	1625	1130
1979	849	224
1980	970	1228
1981	1069	1394
1982	884	1468
1983	657	1730
1984	617	1687
1985	466	1848
1986	440	1606
1987	417	1270
1988	412	1241
1989	402	1207
1990	367	1204

fuelle: INEGI

# GRAFICA 3.2.3.1

## PROD. ALIMENTO (POSTURA-ENGORDA)



Fuente: INEGI

**TABLA 3.2.3.2**  
**PARTICIPACION Y VOLUMEN DE PRODUCCION (1990)**  
**LINEA DE POSTURA**

LINEA DE POSTURA	TONELADAS	%
Purina	42,691	19.51
La Hacienda, S.A. de C.V.	25,640	11.72
Alimentos industriales, S.A. de C.V.	17,014	7.60
Alimentos balanceados la Frontera, S.A de C.V.	13,557	6.20
Anderson Clayton & Co., S.A. de C.V.	25,504	11.66
Malta Texo, S.A. de C.V.	8,008	3.66
Investigacion Aplicada, S.A de C.V.	9,430	4.31
Alimentos Balanceados de Oriente, S.A de C.V.	9,005	4.12
Nutrimentos Mexicanos, S.A de C.V.	5,477	2.50
Alimentos Tecamac, S.A de C.V.	4,450	2.03
Alimentos Industriales San Marcos, S.A. de C.V.	19,279	8.81
Albanex, S.A.	8,135	3.72
Molino el Emporio, S.A de C.V.	5,105	2.33
J. Guy Puerto y Copropietarios	5,512	2.52
Prov. de Alimentos Ave-Pecuarios, S.A de C.V.	2,811	1.28
Otros	17,158	7.84
TOTAL	218,776	100.00

**TABLA 3.2.3.3**  
**PARTICIPACION Y VOLUMEN DE PRODUCCION (1990)**  
**LINEA DE ENGORDA**

LINEA DE ENGORDA	TONELADAS	%
Purina	119,057	10.35
Alimentos Pecuarios del Sureste, S.A. de C.V.	109,820	9.55
Alimentos Industriales, S.A. de C.V.	104,492	9.09
Productos Agropecuarios de Tepepan, S.A.	104,109	9.05
Anderson Clayton & Co., S.A. de C.V.	79,498	6.91
Malta Texo, S.A. de C.V.	78,628	6.84
Union de Avicultores de Queretaro, SP.R.	77,421	6.73
Nutrimentos del Itsmo, S.A. de C.V.	72,034	6.27
Nutrimentos del Sureste, S.A. de C.V.	71,458	6.21
Alimentos Tecamac, S.A.	40,009	3.48
Alimentos Industriales San Marcos, S.A. de C.V.	39,421	2.99
Alimentacion y manejo de aves, S.A.	32,702	2.84
Molino Sanjor, S.A. de C.V.	30,920	2.69
FLAGASA	28,487	2.48
Nutrimentos La Granja, S.A. de C.V.	18,775	1.63
Otros	255,999	23.22
<b>TOTAL</b>	<b>1'149,763</b>	<b>100.00</b>

**TABLA 3.2.3.4**  
**PARTICIPACION Y VOLUMEN DE PRODUCCION (1990)**  
**LINEA DE REPRODUCTORAS Y PROGENITORAS**

LINEA DE REPRODUCTORAS Y PROGENITORAS	TONELADAS	Z
La Hacienda, S.A. de C.V.	18,674	14.52
Alimentos Pecuarios del Sureste, S.A. de C.V.	12,659	9.85
Aceitera La Junta, S.A. de C.V.	2,387	1.88
Productos Agropecuarios de Tepexpan, S.A.	9,261	7.21
Anderson Clayton & Co., S.A. de C.V.	9,188	7.14
Malta Texo, S.A. de C.V.	11,913	9.27
Union de Avicultores de Queretaro, SP.R.	11,578	9.88
Nutrimientos del Norte, S.A. de C.V.	11,931	9.28
Nutrimientos del Sureste, S.A. de C.V.	13,575	10.56
Nutrimientos de Occidente, S.A. de C.V.	6,994	5.44
Alimentos Industriales San Marcos, S.A. de C.V.	3,885	2.83
Alimentacion y manejo de aves, S.A.	4,313	3.85
Molino Sanjor, S.A. de C.V.	4,173	3.25
FLAGASA	3,579	2.78
Otros	2,867	1.61
TOTAL	128,516	100.00
<p>RAN TOTAL, AVICULTURA ALIMENTOS BALANCEADOS</p>	<p>1*495,888 T/A</p>	

Finalmente, en el cuadro de participación y volumen de producción totales, se contempla el porcentaje de participación de las empresas en el mercado, considerando las ventas dirigidas a los sectores porcino, bovino (leche y carne), avícola (engorda, postura, progenitoras y reproductoras) y otros, y se demuestra que Purina, ACCO, La Hacienda y Malta, son las empresas con mayor participación en el mercado (ver tabla 3.2.3.5).

**TABLA 3.2.3.5**  
**PARTICIPACION Y VOLUMEN DE PRODUCCION (1990)**  
**PRODUCCION TOTAL**

PRODUCCION TOTAL	TONELADAS	%
Purina	546,013	14.29
La Hacienda, S.A. de C.V.	374,577	10.58
Anderson Clayton & Co., S.A. de C.V.	389,839	11.01
Malta Texo, S.A. de C.V.	321,794	9.09
U. Credit. Indt. y Agrop. de la Laguna,	169,749	4.79
Alimentos Pecuarios del Sureste, S.A. de C.V.	140,907	3.98
Nutrimientos del Sureste, S.A. de C.V.	133,607	3.77
Alimentos Industriales, S.A. de C.V.	125,750	3.55
Alimentos Agropecuarios de Tepexpan, S.A. de C.V.	122,627	3.46
Union de Avicultures de Queretaro, S.A. de C.V.	105,278	2.97
Nutrimientos del Itsmo, S.A. de C.V.	78,882	2.23
Albamex, S.A. de C.V.	74,960	2.12
FLAGASA	70,968	2.00
Alimentos Industriales San Marcos, S.A. de C.V.	68,283	1.93
Nutrimientos Mexicanos, S.A. de C.V.	66,597	1.88
Otros	791,646	22.35
<b>TOTAL</b>	<b>3'541,477</b>	<b>100.00</b>

### 3.3 MERCADO MEXICANO :

#### 3.3.1 CONSUMO DE METIONINA (1977-1990)

La producción de metionina en México, es de gran importancia, en vista de que nuestro país fue el primer productor de metionina y lisina en América, por lo que gran parte del desarrollo del mercado de estos aminoácidos en el mundo, se debe a la estructura de aplicación que México logró implementar para su uso eficiente. Bajo este mismo patrón, están varios países de América Latina, con excepción de Brasil y Argentina, que son fuertes productores de frijol, soya y que no requieren lisina, en tanto si de metionina.

La metionina que se consume actualmente en México, proviene principalmente de Estados Unidos, Francia y Japón, o bien de sus filiales en Brasil, en especial , como se puede observar en las siguientes gráficas 3.3.1.1, 3.3.1.2, 3.3.1.3 y 3.3.1.4 Estados Unidos y Francia han tenido un nivel alto de exportación hacia México, siendo mayor este nivel a partir de 1984 y 1985, que fue cuando la planta de México fue cerrada. Por otro lado, Japón en un principio tenía mayor participación de la que actualmente tiene, aunque deja de ser significativa.



# TABLA 3.3.1.1

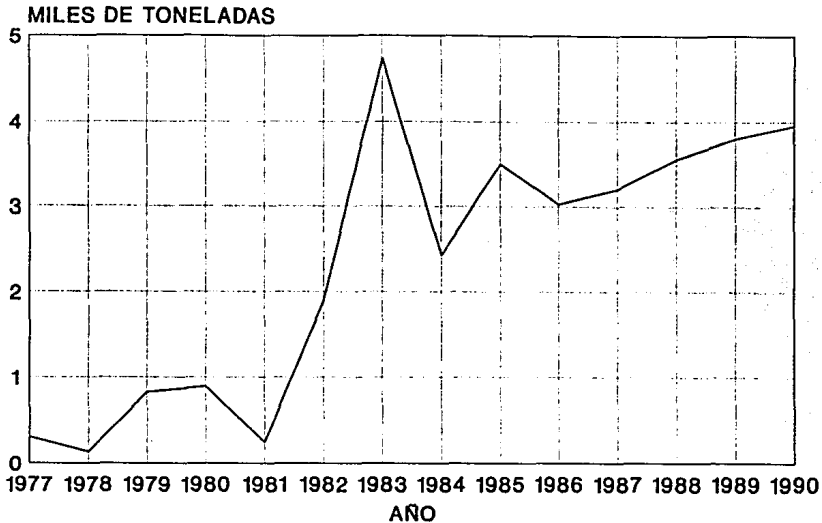
## NIVEL DE IMPORTACIONES DE E.U.A.

<u>AÑO</u>	<u>MILES TONELADAS</u>
1977	0.301
1978	0.134
1979	0.822
1980	0.891
1981	0.241
1982	1.849
1983	4.722
1984	2.431
1985	3.494
1986	3.027
1987	3.196
1988	3.556
1989	3.790
1990	3.950

fuentes: INEGI

# GRAFICA 3.3.1.1

## NIVEL DE IMPORTACIONES E.U.A.



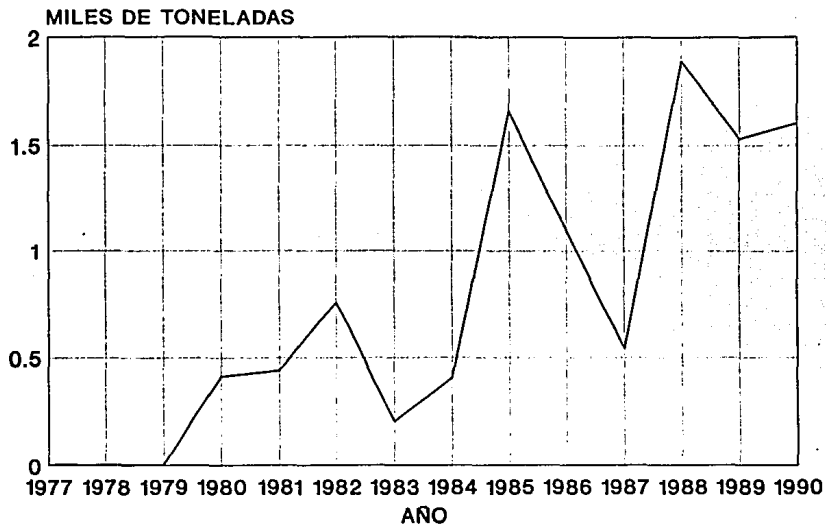
fuelle: INEGI

**TABLA 3.3.1.2**  
**NIVEL DE IMPORTACIONES DE FRANCIA**

<u>AÑO</u>	<u>MILES DE TONELADAS</u>
1977	0.003300
1978	0.001108
1979	0.001080
1980	0.417220
1981	0.444532
1982	0.771535
1983	0.410500
1984	0.200900
1985	1.657500
1986	1.098500
1987	0.540400
1988	1.894700
1989	1.530000
1990	1.600000

fuentes: INEGI

## GRAFICA 3.3.1.2 NIVEL DE IMPORTACIONES FRANCIA



fuelle: INEGI

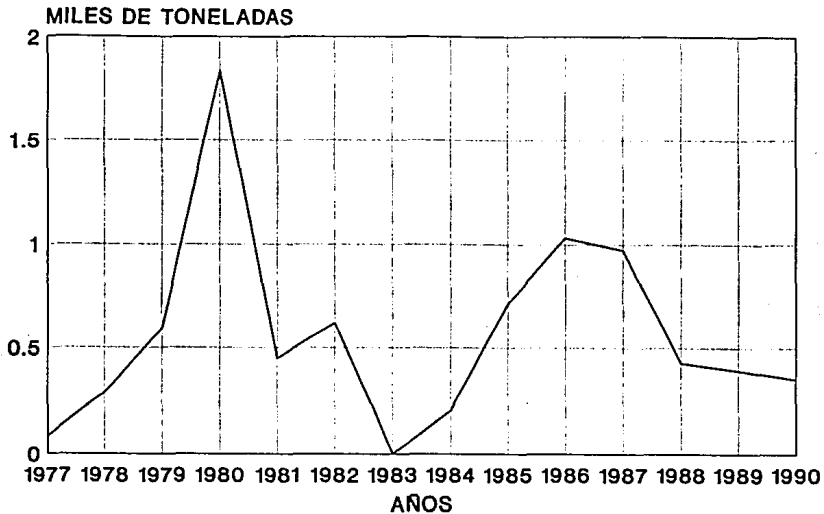
**TABLA 3.3.1.3**  
**NIVEL DE IMPORTACIONES DE JAPON**

<u>AÑO</u>	<u>MILES DE TONELADAS</u>
1977	0.081080
1978	0.279290
1979	0.595560
1980	1.835300
1981	0.448160
1982	0.620730
1983	0.000179
1984	0.198230
1985	0.719030
1986	1.032300
1987	0.972890
1988	0.427560
1989	0.392000
1990	0.350000

frente: INEGI

# GRAFICA 3.3.1.3

## NIVEL DE IMPORTACIONES JAPON



fuelle: INEGI

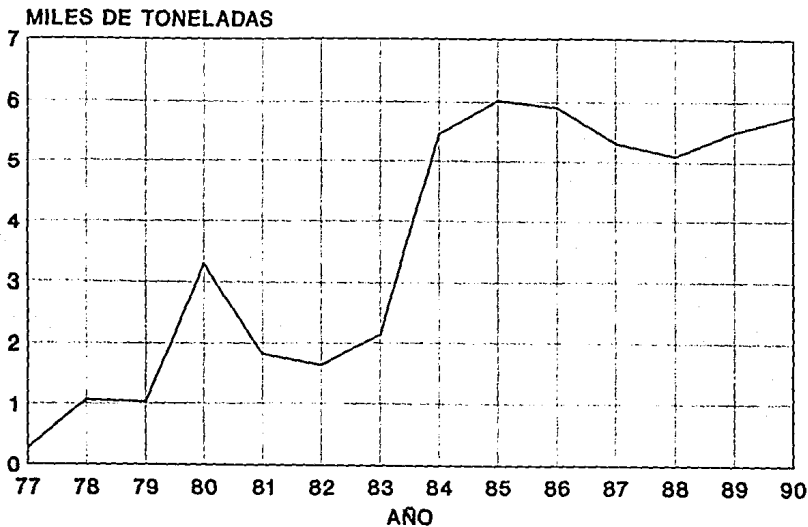
**TABLA 3.3.1.4**  
**VOLUMEN DE IMPORTACIONES DE METIONINA**

<u>AÑO</u>	<u>MILES DE TONELADAS</u>
1977	0.2750
1978	1.0650
1979	1.0310
1980	3.2810
1981	1.8030
1982	1.6330
1983	2.1430
1984	5.4510
1985	6.0240
1986	5.9050
1987	5.2970
1988	5.0900
1989	5.4780
1990	5.7400

fuelle: INEGI

# GRAFICA 3.3.1.4

## VOLUMEN DE IMPORTACIONES DE METIONINA



fuentes: INEGI



### 3.3.2 MERCADO

La metionina se distribuye directamente a los fabricantes de Alimentos Balanceados en un 40%, a las uniones de avicultores en otro 40%, a los fabricantes de premezclas, de vitaminas y minerales 10% a pequeños productores avícolas. El volumen total de las importaciones a partir de 1985, tuvieron un fuerte crecimiento, ya que al estar fuera de operación la planta existente en México, el país se vió en la necesidad de importar alrededor de 5000 Ton de metionina para satisfacer la demanda nacional, con un valor de 16 millones de dólares. Lo anterior se puede observar en la gráfica 3.3.2.1.

TABLA 3.3.2.1

VOLUMEN, PRECIOS Y CANTIDADES DE LAS IMPORTACIONES MEXICANAS DE METIONINA

AÑO	VOLUMEN	VALOR	PRECIO		IMPUESTOS	FACTOR	PRECIO
			UNITARIO	UNITARIO			
	KGS	PESOS	PESOS	USD/KG	IMPORT.	INFLACION	PESOS
1977 <sup>1</sup>	275.002	13.978	50.83	2.23	0.45	100.00	50.83
1978 <sup>1</sup>	1,065.498	66.141	63.95	2.81	0.56	100.30	63.76
1979 <sup>1</sup>	1,031.804	58.103	56.31	2.87	0.49	100.51	56.92
1980 <sup>1</sup>	3,281.297	209.348	63.80	2.78	0.55	101.24	63.92
1981 <sup>1</sup>	1,803.538	108.631	60.23	2.48	0.49	100.52	55.59
1982 <sup>2</sup>	1,632.828	218.026	133.53	2.35	0.47	250.92	53.22
1983 <sup>1</sup>	2,143.245	797.586	372.14	3.05	0.61	537.29	69.26
1984 <sup>1</sup>	5,451.333	2,281.124	418.45	2.45	0.49	747.12	56.01
1985 <sup>1</sup>	6,023.994	2,930.129	486.41	1.84	0.37	1,165.22	41.74
1986 <sup>2</sup>	5,905.582	7,940.782	1,344.62	2.13	0.42	2,761.95	48.51
1987	5,297.530	22,174.978	4,185.91	1.95		6,240.27	66.99
1988	5,090.380			3.06			
1989	5,478.380			3.00			
1990	5,740.000			2.53			
1991 <sup>3</sup>	6,470.000			3.20			
1992 <sup>4</sup>	6,664.000			2.60			
1993 <sup>4</sup>	6,864.000			2.60			
1994 <sup>4</sup>	7,070.000			2.60			
1995 <sup>4</sup>	7,282.000			2.60			
1996 <sup>4</sup>	7,500.000			2.60			

FUENTE:

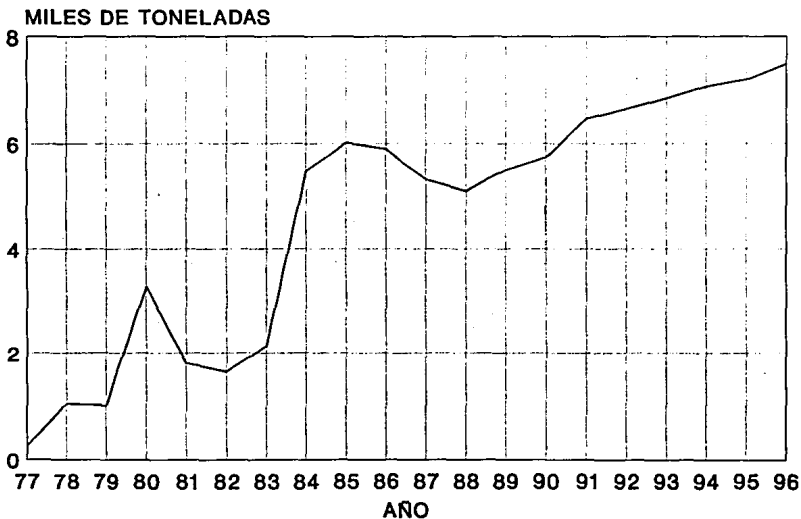
ESTIMACIONES DEL CIATEJ, A.C. EN BASE A DATOS DE LOS ANUARIOS ESTADÍSTICOS DE COMERCIO EXTERIOR DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Y DEL BANCO DE MEXICO.

NOTAS:

- (1) +20% IMPUESTO AL VALOR
- (2) SE ELIMINA EL IMPUESTO DE IMPORTACION
- (3) ESTIMACIONES
- (4) PROYECCIONES A FUTURO

# GRAFICA 3.3.2.1

## VOLUMEN DE IMPORTACIONES DE METIONINA



fuelle: CIATEJ, A.C.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

### 3.4 SITUACION ACTUAL DEL MERCADO NACIONAL

El mercado de metionina en México, ha crecido en un promedio del 5% anual a partir de 1986 y la demanda total se satisface con importaciones.

Las ventajas que la producción mexicana tuvo en la década pasada han cambiado respecto a la situación actual.

Actualmente el mérito de abastecimiento oportuno ha desaparecido, en gran parte, en vista de que los grandes fabricantes de metionina en el mundo tienen inventarios en México, que son normalmente suficientes como para cubrir de inmediato cualquier demanda, aún cuando ello provoca costos adicionales.

Para los consumidores, esto automáticamente a eliminado trámites y gastos correspondientes a los pagos por anticipado para importar metionina, a tener altos niveles de inventario y principalmente al pago del producto en USD.

En relación a cantidad y precio el producto mexicano compete con el producto de importación.

Como conclusiones se pueden tener las siguientes:

- 1.- La posibilidad de desabasto al mercado nacional con producto importado, es baja pero existe.
- 2.- No se requiere el pago en moneda extranjera; todo producto compite con ventas o en moneda nacional, en base a la paridad respecto al dólar.
- 3.- Existe un creciente consumo de metionina en el mercado nacional; esto es una función lineal del aumento en el consumo de carne de pollo y huevo, como fuentes de proteínas de consumo humano.
- 4.- De las últimas entrevistas personales que se han realizado se encontró que el 50% del consumo de metionina es importada directamente por los consumidores, a este mercado es al que hay que atacar directamente ya que cumple con condiciones ideales para mercadear el producto nacional.

### 3.5 ESTRATEGIA DE MERCADO PARA LA VENTA Y DISTRIBUCION DE 3000 TONS METRICAS DE METIONINA AL MERCADO NACIONAL.

#### 3.5.1 ANTECEDENTES

Con el inicio de la producción de metionina en México, en 1976, se promovió una demanda superior nacional a la producción de dicha planta; en el año en que se inicio la producción de 2,500 TMA. La demanda anual fué de 1,000 TMA, mismas que tenían que importarse.

En la etapa de ampliación de la unidad industrial para alcanzar las 5,000 tons. métricas por año en 1981, la demanda estaba sobre las 6,000 tons., alcanzando en 1982 arriba de 7,500 TMA. De haber continuado esta tendencia, la demanda de metionina para fines de la década de los 80's hubiese alcanzado volúmenes superiores a las 10,000 Toneladas métricas por año.

En 1983, al presentarse los problemas de devaluación de la moneda mexicana, inmediatamente vino una contracción en la demanda de carne de pollo y huevo y a la fecha se estima que existe una reducción del 30% en consumo de estos alimentos básicos.

Esto se ha reflejado en una baja sensible en la demanda de metionina, sin embargo, dicha demanda en los años críticos del 83, 84 y 85 fué ligeramente superior a las 5,000 TMA. De los años 86 a la fecha se ha observado un ligero incremento en la demanda llegando a estimarse para el presente año un consumo superior a las 6,300 TM, aún cuando los niveles de producción de carne de pollo y huevo todavía se encuentran por abajo del nivel de los años 81 y 82.

La producción de metionina nacional de 1975 a 1984, penetró exitosamente en el mercado nacional (Ver gráfica 3.5.1.1), vendiéndose en forma inmediata, no teniendo necesidad de instalar bodegas con inventarios o realizar ventas a crédito. Se continuó importando metionina en cantidades complementarias a la producción nacional, abasteciéndose con metionina mexicana del 70 al 80% del consumo nacional, ya que la producción nacional siempre fue inferior a la demanda del mercado doméstico, en las mejores épocas de la planta solamente se logró producir 4,200 TMA.

Para importarla fué necesario obtener el permiso previo de importación, y pagar por adelantado en USD la cantidad que se requería consumir en los tres siguientes meses. Bajo este esquema, la producción nacional total,

# **TABLA 3.5.1.1**

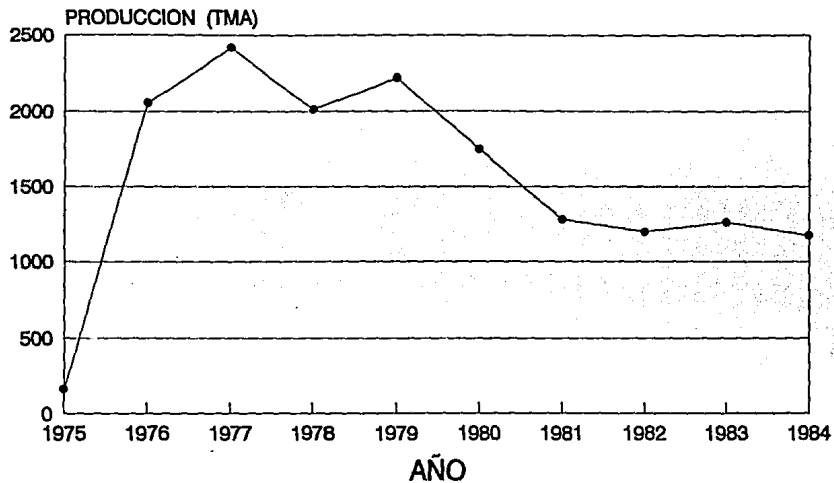
## **PRODUCCION NACIONAL DE METIONINA**

<b><u>AÑO</u></b>	<b><u>PRODUCCION NACIONAL (TMA)</u></b>
<b>1975</b>	<b>157</b>
<b>1976</b>	<b>2059</b>
<b>1977</b>	<b>2415</b>
<b>1978</b>	<b>2015</b>
<b>1979</b>	<b>2220</b>
<b>1980</b>	<b>1745</b>
<b>1981</b>	<b>1282</b>
<b>1982</b>	<b>1200</b>
<b>1983</b>	<b>1261</b>
<b>1984</b>	<b>1175</b>

**fuentes: INFORME DE ALBAMEX**



# PRODUCCION NACIONAL DE METIONINA



fuelle: ALBAMEX

aún teniendo temporalmente sobreprecio, se vendió de manera oportuna básicamente porque aún el precio al mercado nacional siempre fué en moneda mexicana independientemente de que se hacían ajustes en relación a la paridad cambiaria contra el dólar, desde el punto de vista de calidad, el producto mexicano tuvo las mismas especificaciones que el producto importado.

Por otra parte, las entregas de metionina en función a la disponibilidad fueron más eficientes, provocando la entrega de metionina en lotes por semana y en cantidades menores, situación que tanto al productor como al consumidor beneficiaba por menores inventarios de producto y por ende costo financiero.

Para el año de 1985 la planta nacional solamente fué capaz de producir algo más de 1,000 TM, como resultado del abastecimiento muy irregular de materias primas, principalmente de acroleína importada de USA.

Esto provocó pérdidas a la empresa por operar muy por debajo de su punto de equilibrio, que motivó el cierre de operaciones.

### 3.6 ESTRATEGIAS DE PENETRACION AL MERCADO NACIONAL

En vista de la demanda nacional existente y considerando que la producción local bajo los criterios con los que ha sido diseñada la planta productora de metionina, ésta no tendrá capacidad para cubrir la totalidad del mercado y observando el comportamiento de la competencia, la planta satisficará en su primera fase el 40% del mercado mexicano.

Esto hace que el proyecto se analice bajo la siguiente óptica que contempla parámetros técnicos, económicos y de mercado:

#### 3.6.1 ESTRATEGIA DE EXPORTACION

##### 3.6.1.1 Latinoamérica

Es factible tener atractivas posibilidades de exportación en vista de que las distancias a cubrir por Centro América son relativamente cortas, la experiencia de Albamex ha demostrado que la exportación de Metionina a países como Guatemala y el Salvador en cantidades de 17 a 18 toneladas por contenedor, es factible a 24 hrs de la planta localizada en cualquiera de estas capitales.

Las cantidades básicas para promover la venta a la exportación en América Latina es que su estructura social y económica es muy semejante a la del mercado nacional, por lo que se simplifica la operación de venta.

### 3.8.1.2 Estados Unidos de Norteamérica

Considerando que actualmente la producción de DL-metionina en USA es de máximo 36,300 TMA por Degussa (Alimet por Monsanto, 52,200 TMA) y que esta planta productora requiere de abastecimiento externo a través de Fenwalt (Metil-Mercaptano) y Union Carbide (Acroleína), de que el mercado de consumo doméstico de USA requiere de importaciones de DL-metionina de (Alemania (Degussa) y Francia (Rhone - Poulenc)), del orden de 12,000 TMA, se vislumbra una atractiva expectativa de exportar cantidades marginales (500-1,000 TMA), considerando las ventajas logísticas y de costos de producción inferiores, independientemente a las ventajas adicionales que provoque el tratado de libre comercio, (Estados Unidos, Canadá y México).

### 3.8.1.3 Canadá

Durante los últimos 5 años, ha importado DL-metionina (no produce) de 3,000 a 4,000 TMA, principalmente de

Alemania, Francia y Japón e igual que en el caso de Estados Unidos el tratado de libre comercio puede brindar a la metionina de origen mexicano, ventajas competitivas para su exportación.

Se deberán establecer estrategias y mecanismos de distribución y ventaja que aún cuando sean marginales, darán ventajas al consumidor nacional, tales como:

Oportunidad en la entrega, así como mantener un inventario que garantice un mes de consumo y a su vez otorgar créditos al consumidor de metionina, por un lapso de 30 días y además realizar la distribución en función de las necesidades de cada unidad.

Rehabilitar una de las dos plantas existentes de metionina hasta alcanzar 3000 TMA, esto permitirá iniciar la penetración al mercado tratando de cubrir al máximo el 40% del consumo nacional de metionina, esto puede darse en forma inmediata, por combinación de las siguientes asociaciones estratégicas.

1.- Como de hecho se está promoviendo, lograr una sociedad y compromiso con la Unión Nacional de Avicultores, para que funcionen como agentes distribuidores a sus agremiados, bajo estas

características, se podrán colocar dentro de este grupo un volumen que variará de 1,000 a 1,500 TMA de metionina.

2.- Así como existirá el socio distribuidor, que es el avicultor, se puede mercadear la metionina nacional a través de empresas que distribuyen insumos para las plantas de alimentos balanceados. Caso concreto lo es Fermentaciones Mexicanas (Fertimex), que distribuye al mercado nacional la premezcla de la lisina, la trionina, el triptófano y la metionina del Japón, Sumitomo. Esta empresa coloca en el mercado nacional cantidades superiores a las 500 TMA, pero esta venta se encuentra limitada por la poca disponibilidad de abastecimiento que existe de Japón hacia México, que una vez mejorada de acuerdo con las expectativas, se pueden colocar entre 880 y 1,200 TM utilizando el mismo canal de distribución. Este esquema se contempla soportado por las condiciones en las que Albamex contrató la tecnología con Sumitomo Chemical Co. y que está transferida a ERA, en vista de que tal convenio establece que siempre que la producción local se mantenga en condiciones aceptables el territorio obligado de esta planta mexicana es toda la América, situación que coloca a ERA, en su producción de metionina, como sustituto de la importación de Japón.

Por lo anterior se desprende una estrategia de producción en la que se estima que por razones de economía y mercado, la primera etapa de producción se realizará bajo un criterio de 3,000 TMA, esto se contempla en los nuevos alcances de diseño de la planta y como consecuencia se bajarían los niveles de inversión a 15.45 Millones de USD en los que se incluye todo el costo de rehabilitación, ampliación, gastos de arranque, puesta en marcha, capital de trabajo e integración.

Dentro de este esquema de inversiones se contempla rehabilitar las plantas existentes en el Complejo, y hacer una nueva planta para la producción de acroleína, vía oxidación de propileno, de producción nacional, y dos plantas de recuperación, una de sulfato de sodio y otra de ácido acrílico.

La siguiente etapa una vez que se haya analizado el nivel de participación de la planta en el mercado nacional, así como tener una empresa en operación que le permita consolidar la situación de liquidez se estudiará la conveniencia de ampliar a mayor capacidad que puede ser al doble o más en función a la disponibilidad de ácido cianhídrico.

Este valor se encuentra desglosado en el capítulo V

El programa de ejecución para introducirse al mercado obligará a la empresa 6 meses antes del arranque de la planta a organizar el grupo de ventas, de manera de iniciar la formalización de contratos y entregas de metionina a 6 meses de distancia y visitar a todos los clientes potenciales, de manera de tener un contacto directo con ellos y estar en posibilidades de ofrecer el producto nacional en condiciones de competencia con el producto importado.

Este esquema permitirá que en un lapso no mayor de 6 meses tener la producción nacional totalmente vendida.

Existen diferentes aspectos que se deberán cubrir para determinar las características de un mercado indefinido, más que potencial. Entre más desconocido sea el producto en el mercado más difícil resulta su análisis.



### 3.7 METIONINA. PROYECCIONES FUTURAS, DEMANDA NACIONAL

Se pueden calcular 4 tipos de demanda de metionina a partir de criterios alternativos:

a) Mínima:

Se utiliza el concepto de demanda real. o sea, lo que se consumió de metionina sintética.

$$DMI = PMN + MMN$$

Donde: DMI : es la demanda de metionina real.  
PMN : es la producción nacional de metionina.  
MMN : es la importación de metionina.

b) Con efecto de sustitución:

Se agrega a DMI el efecto sustitución que hay con el uso de harina de pescado.

$$DM2 = DMI + 0.027 \text{ CHP}$$

Donde DM2 : es la demanda de metionina con efecto sustitución.  
CHP : es el consumo de harina de pescado.

c) Por estructura:

Se toma por un lado la composición interna de los alimentos balanceados y las proporciones aproximadas de metionina en los diferentes insumos y por otra la metionina teóricamente necesaria para el mejor rendimiento de alimento respecto al producto:

$$DM3 = 0.004 \text{ PABT} (0.0022\text{PABT} \ 0.00108\text{PABT})$$

$$DM3 = 0.004 \text{ PABT} - 0.00328 \text{ PABT} = 0.00072 \text{ PABT}$$

DONDE: DM3 es la demanda de metionina por estructura.

PABT es la producción total de alimentos balanceados (0.004 pabt) es la metionina necesaria que debe contener la producción de alimentos balanceados para un rendimiento óptimo promedio.

$(0.2(0.11)\text{PABT})$  es la metionina que hay en la pasta de soya, siendo que esto interviene en la producción de alimentos balanceados en un 20% y contiene un 1.1% de Metionina.

$(0.04(1.027)\text{PABT})$  es la metionina que hay en la harina de pescado que intervienen en un 4% en la producción de alimentos balanceados y contiene 2.7% de Metionina.

d) Potencial:

Se parte de la metionina teóricamente necesaria en los alimentos de animales para un rendimiento óptimo, se le resta la metionina natural incorporada en los distintos insumos y se obtiene la metionina sintética que teóricamente se debería agregar.

$$DM4 = 0.004 \text{ PABT} - (0.011 \text{ CPS} + 0.027 \text{ CHP} + 0.00009 \text{ PABT})$$

Donde.- DM4 es la demanda de metionina porcentual.

(0.004 PABT) es idem c)

(0.011CPS) es la metionina que contiene la pasta de soya que se consumió en el periodo.

(0.027 CHP) es la metionina que contiene la harina de pescado que se consumió en el periodo.

(0.00009 PABT) es la metionina se que supone contiene los otros productos del agro que intervienen en la producción de alimentos balanceados.

aa) Metionina : Demanda mínima:

$$DMI = PMN + NHN$$

La importación de metionina sintética venía creciendo a partir de 1976 (ver cuadro 3.7.1) y es evidente que se retrae en los meses de mayor producción nacional (gráfica 3.7.2) y crece nuevamente cuando esta se deprime. Sin embargo, es interesante notar que a partir de la puesta en marcha de la planta nacional, la producción en que interviene la DL-metionina en la producción de alimentos balanceados aumentó; esto sugiere que los productores de alimentos balanceados asimilaron rápidamente las ventajas de su utilización.

El volumen de importación que aparece en 1984 es de 5,451 toneladas (ver cuadro 3.7.1), que sumando a la producción nacional representa 6,626 toneladas consumidas de metionina sintética. Esta cantidad representa el 0.07% en la producción de alimentos balanceados, que para este mismo año fue de 8.958 millones de toneladas.

De aquí se permite inferir que si sólo se hubiera mantenido la producción en que participó la metionina sintética en los alimentos balanceados en 1984, la demanda de metionina sintética para 1990 debía ser de

**CUADRO 3.7.1**  
**DEMANDA DE METIONINA**

MÍNIMA (DM1) Y CON EFECTO DE SUSTITUCIÓN (DM2)

-- AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION	DEMANDA	CONSUMO	CONSUMO	DEMANDA
	NACIONAL METIONINA PMN	DE METIONINA MMN	REAL DE METIONINA DM1	DE HARINA DE PESCADO CHP	DE HARINA DE PESCADO 0.027 CPH	DE METIONINA CON EFECTO SUSTITUCION DM2
1970	---	643	643	95559	2580	3223
1971	---	804	804	125106	3378	4182
1972	---	603	603	109000	3943	3946
1973	---	1374	1374	27558	744	2118
1974	---	1960	1960	109500	2957	4917
1975	157	1456	1613	87825	2371	3984
1976	2059	511	2570	61503	1663	4233
1977	2415	275	2690	40455	1308	3998
1978	2015	1066	3081	63000	1701	4782
1979	2220	1032	3252	100000	2700	5952
1980	1745	3281	5026	148000	3996	9022
1981	1282	1804	3086	150000	4050	7136
1982	1200	1633	2833	146000	3942	6775
1983	1261	2144	3405	74900	2022	5427
1984	1175	5451	6626	85000	2295	8921
1985	---	6023	6023	61300	1655	7678

### CUADRO 3.7.1

#### DEMANDA DE METIONINA

MINIMA (DM1) Y CON EFECTO DE SUSTITUCION (DM2)

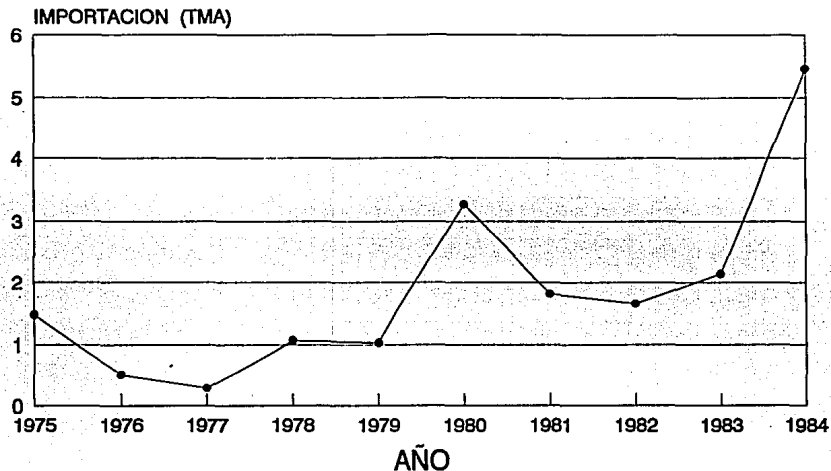
— AÑO	PRODUCCION NACIONAL DE METIONINA PMN	IMPORTACION DE METIONINA IMN	DEMANDA REAL DE METIONINA DM1	CONSUMO DE HARINA DE PESCADO CHP	CONSUMO DE HARINA DE PESCADO 0.027 CPH	DEMANDA DE METIONINA CON EFECTO SUSTITUCION DM2
1986	---	5905	5905	68100	1838	7743
1987	---	5297	5297	52200	1409	6706
1988	---	5890	5890	45100	1218	6388
1989	---	5478	5478	58000	1350	6828
1990	---	5740	5740	50000	1350	7090
1991	---	6470	6470	50000	1350	7820
1992	---	6664	6664	50000	1350	7994
1993	---	4364	6864	50000	1350	8214
1994	2500	4070	7070	50000	1350	8420
1995	3000	4282	7282	50000	1350	8632
1996	3000	4500	7500	50000	1350	8850
1997	3000	4725	7725	50000	1350	9075
1998	3000	4956	7956	50000	1350	9306
1999	3000	5195	8195	50000	1350	9545
2000	3000	5441	8441	50000	1350	9791

FUENTE: INFORME DE ALBAMEX.

ANUARIO ESTADISTICO DEL COMERCIO EXTERIOR DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
SPP 1970-1979

# GRAFICA 3.7.2

## IMPORTACION NACIONAL DE METIONINA



8,403 toneladas. Este cálculo supone que el crecimiento en la producción de alimentos balanceados hubiese sido 5% de promedio anual, lo cual no aconteció, sino que para 1990 se produjeron 7.444 millones de toneladas que equivaldrían a 5,211 toneladas de metionina, basados en la proporción de 0.007%, al comparar con el consumo real de 5,740 toneladas, esta cifra refleja factor de utilización de 0.077%, es decir, continua, aún cuando lentamente, el uso incremental de metionina.

Efecto de substitución.

$$DM2 (A) = DMI \ 0.027 \text{ CHP}$$

Se observa que en 1977 (ver cuadro 3.7.1) la mayor producción de DL-metionina, coincide con la menor cantidad de importación de metionina sintética. Además los movimientos cíclicos del consumo de metionina sintética nacional y del proveniente de harina de pescado son inversos. Esto corrobora la hipótesis de que se utilizan como insumos sustitutos (aa). Lo que se refuerza aun más, si vemos que en 1983 y 1984 años en que bajó el consumo de harina de pescado, aumenta significativamente la importación de metionina sintética.



(A) Esta demanda en términos de metionina sintética y su sustituto la harina de pescado, pero el consumo real es mayor, pues la pasta de soya que interviene en los alimentos balanceados trae muy pequeño porcentaje de metionina.

(AA) Si bien al disminuir CHP y aumentar MMN se da simultáneamente una disminución del sorgo y harina de alfalfa y un aumento de pasta de soya y roca fosfórica.

La caída más que proporcional, en 1985 de metionina en harina de pescado, respecto a la producción de DL-metionina, puede deberse a que la producción de alimentos balanceados de la industria organizada cayó un 9% en ese año.

La no correspondencia absoluta en la inversión de estos ciclos, puede deberse a la variación en los precios relativos de la harina de pescado, de la metionina de producción nacional y de la internacional, lo que a su vez está condicionado por el tipo de cambio vigente en cada periodo.

Aun la demanda tiene un movimiento cíclico fuerte, sin embargo guarda la misma tendencia de DMI, llegando en la actualidad a aproximadamente 9,000 toneladas, lo que

representa un incremento bruto del 35%, este porcentaje depende de los cambios que se realicen al interior de la fórmula, al efectuar la sustitución.

cc) Por estructura:

$$DM3 = 0.004 \text{ PABT} - (0.02(0.011) \text{ PABT} + 0.04(0.027) \text{ PABT})$$

Este cálculo establece primero las necesidades teóricas promedio de metionina en la producción total de alimentos balanceados. El criterio del promedio se establece con base en las necesidades que aves y cerdos tienen de metionina: para las aves se requiere un 0.5% de metionina en el alimento y para cerdos el 0.3%. Actualmente la producción de alimentos balanceados destinados a aves es tres veces superior a la destinada a los cerdos; sin embargo, para proyecciones conservadoras se consideró igual volumen para ambos, y consecuentemente el requerimiento se fijará igual volumen para ambos, y por lo tanto el requerimiento se fijará en 0.4% de la metionina por tonelada de alimento balanceado.

Luego se calcula la cantidad de metionina que hay en la pasta de soya que es de 1.1% y que participa aproximadamente en un 20% en la estructura global de los alimentos balanceados. De la misma forma, la metionina

que contiene la harina de pescado (2.7%) de su participación (4%).

Estas dos cantidades de metionina natural se restan a la necesaria y queda la cantidad de metionina que falta en el alimento balanceado para su rendimiento óptimo, respecto al producto.

Realizando así el cálculo se llega a 6,400 Ton de metionina sintética para 1984, la cual crecerá en el periodo al 5% promedio anual. Si se proyecta este crecimiento hasta 1990, da una demanda aproximada de 8500 Ton, implicarían 12.3 millones de toneladas de alimentos balanceados en comparación con las 7.44 millones de toneladas reales; es decir, el mercado de consumo de alimentos balanceados ha estado fuertemente comprimido en el periodo 1985-1989 y consecuentemente el consumo de metionina en 1990, fué del orden de 5,740 toneladas.

Por lo tanto, de este esquema de análisis, resulta que, mientras el precio de compra de la harina de soya sea competitivo con el precio de compra de metionina, de manera que la soya se incorpore al alimento balanceado en 20%, no existirá consumo incremental de metionina.

dd) Conclusiones sobre demanda de metionina.

Se realizaron distintos estudios con criterios alternativos.

- DM1 Es la demanda mínima; o sea lo que se consumió de metionina; tomando el criterio de producción real de 0.07% en la producción total de alimentos balanceados, se proyecta a 1990-1995 (ver cuadro 3.7.1) y los resultados fueron:

1990	5,740 ton
1995	7,282 ton

- DM2 se realiza esencialmente para probar si existe el efecto de sustitución entre harina de pescado y metionina sintética de producción nacional, lo cual aparece como aceptable. Por lo tanto, se elevará la demanda de metionina sintética como se muestra:

1990	7,090 ton, diferencia a DM1 : 1350 tons
1995	8,632 ton

Lo cual no aconteció en 1990 en tal proporción, sino sólo marginalmente : 522 ton de incremento en uso de metionina, en comparación al de 1,350 Ton teóricamente proyectadas.

### 3.8 ESTUDIO DE MERCADO INTERNACIONAL

Más del 90% de la producción de metionina está destinada como suplemento a los alimentos de la industria pecuaria. La razón por la que es tan alto este consumo, se debe a que la metionina es el primer aminoácido esencial para el desarrollo y salud de las gallinas y la mayoría de las raciones de comida provenientes de ingredientes naturales, son bajas en metionina, lo que provocaría una reducción del crecimiento de la aves.

Además, el empleo de este aminoácido sintético se ve reflejado en los costos de producción de la carne y el huevo, los cuales se reducen considerablemente.

Por lo indispensable que resulta la metionina en el desarrollo de la industria pecuaria, ha habido un acelerado crecimiento en la demanda a nivel mundial, por lo cual se han tenido que realizar planes de expansión para aumentar las capacidades de producción.

En los años comprendidos entre 1981 y 1985, la capacidad instalada aumentó en 6.8% anual promedio y el consumo en un 9.3% anual promedio. Posteriormente, del año 1985 a 1989, estos porcentajes se vieron fuertemente incrementados, como se muestra en la tabla 3.8.1.

TABLA 3.8.1

CONSUMO Y PRODUCCION MUNDIAL

(M TMA)

DL metionina

	1981	1985	1989	crecimiento	
				anual promedio	
				81-85 %	85-89 %
Capacidad instalada	110	143	258	6.8	15.8
Consumo	47	67	152	9.3	22.8

En la tabla 3.8.2 se muestran la producción, importaciones, exportaciones y consumo doméstico mundiales para 1985.

De ésta misma tabla se graficaron, cada uno de sus conceptos para observar mejor su comportamiento durante 1985.

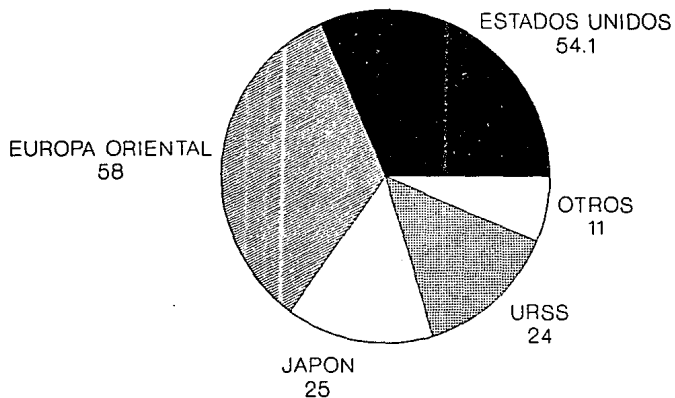
TABLA 3.8.2

PRODUCCION, IMPORTACIONES, EXPORTACIONES Y CONSUMO  
DOMESTICO MUNDIAL EN M TMA. (1985)

	EUA	ED	JAPON	OTROS	URSS	CAN	TOTAL
Producción	54	58	25	11	24	--	172
Importaciones	42	3.5	1.3	50	--	--	97
Exportaciones	24	26	15	1.5	--	--	67
Consumo doméstico	42	35	6.3	59	--	3.3	146
Incremento por año	--	2	1.2	--	--	--	3.2

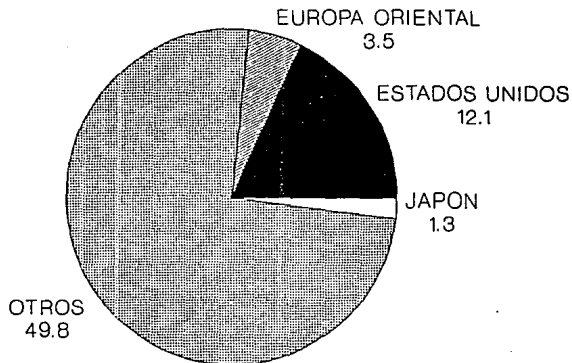


### 3.8.2a PRODUCCION MUNDIAL (miles de toneladas)



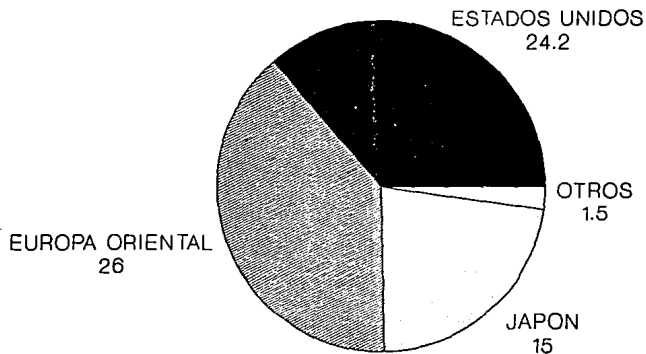
fuentes: INEGI

### 3.8.2b IMPORTACION MUNDIAL (miles de toneladas)



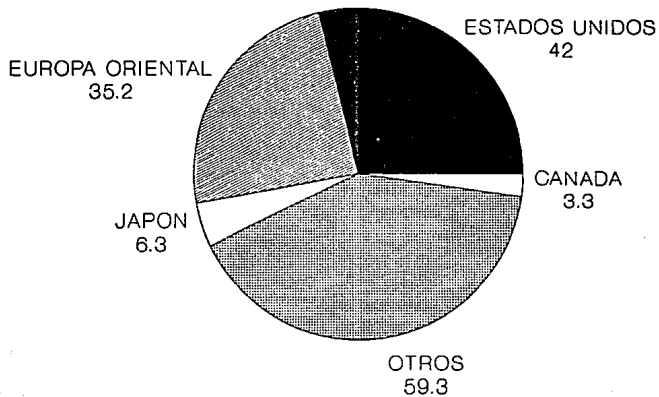
fuelle: INEGI

### 3.8.2c EXPORTACION MUNDIAL (miles de toneladas)



fuentes: INEGI

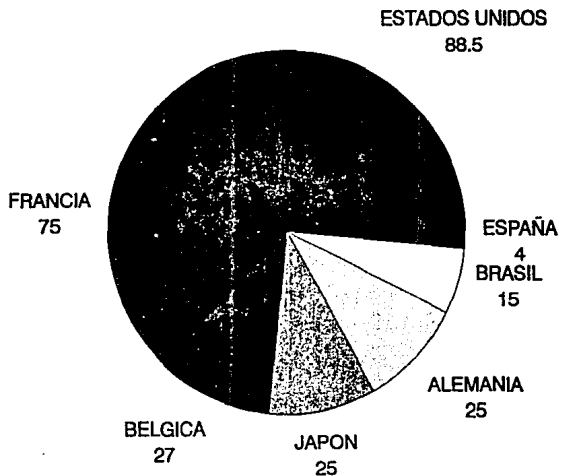
### 3.8.2d CONSUMO DOMESTICO (miles de toneladas)



fuentes: INEGI

# GRAFICA 3.8.2e

## CAPACIDAD INSTALADA



fuate: INEGI

### 3.9 PLANTAS PRODUCTORAS DE EUA

Estados Unidos es uno de los mayores productores de metionina sintética en el mundo. Actualmente cuenta con dos plantas, en una produce DL-metionina y en la otra un sustituto de la metionina conocido como análogo hidroxidado de metionina "alimet". Este compuesto tiene una eficiencia del 80% equivalente a la de DL-metionina.

#### PRODUCCION

(miles de toneladas)

Planta	DL metionina	Alimet
Degussa Corp.	36.3	---
Monsanto Co.	---	59.0*

\*Equivalente a 52.2 de DL metionina

fuelle: Chemical Economics Handbook. Stanford Research Institute. Marketing Research Report 1989.

### 3.10 ESTUDIO DE MERCADO, MATERIAS PRIMAS

A continuación se establece un análisis breve de mercado de las materias primas utilizadas en la producción de metionina, para asegurar su abasto.

#### 3.10.1 ACIDO CIANHIDRICO

El abastecimiento de ácido cianhídrico (máximo 1,500 TMA) normalmente será efectuado directamente por tubería existente que se encuentra en operación y es propiedad de la planta. Tal tubería de 6" de diámetro, interconecta a la planta de acrilonitrilo de Femex (un kilómetro) que produce normalmente 3,200 TMA de ácido cianhídrico, con las dos únicas plantas consumidoras; Complejo Industrial Metionina y Fenoquimia, de las cuales metionina tiene prioridad legal y fiscal en el abasto de ácido cianhídrico hasta por 1,500 TMA, requiriéndose 660 TMA para producir 3,000 TMA de metionina.

En caso de falla en el suministro directo por tubería de ácido cianhídrico, se tendrá la posibilidad de:

Comprar cianuro de sodio de la planta productora de Dupont (inicio operaciones en febrero de 1991), localizada a 400 Km, y posteriormente producir ácido

cianhídrico por acidulación con ácido sulfúrico (tal es el proceso de Rhone Poulanc en Europa, con sobre costo de producción).

Absorber en agua o sosa cáustica, ácido cianhídrico, actualmente quemándose en las plantas de acrilonitrilo de Pemex en C.P.Q. Morelos (30 Km) y refinería de Tula (600 Km) y por vía terrestre se transportaría al área de almacenamiento del complejo.

En la tabla 3.10.1.1, se puede observar la producción y el consumo aparente (el cual involucra importaciones, exportaciones y producción) del periodo 1986-1991.

En esta tabla se observa que el consumo aparente es igual a la producción, por lo que no se tendrán problemas en su abasto.

### 3.10.2 ACIDO ACETICO

El ácido acético será suministrado por PEMEX y para el periodo comprendido 1986-1991, la producción es mayor (Ver tabla 3.10.2.1).

$$CA = P + I - E$$

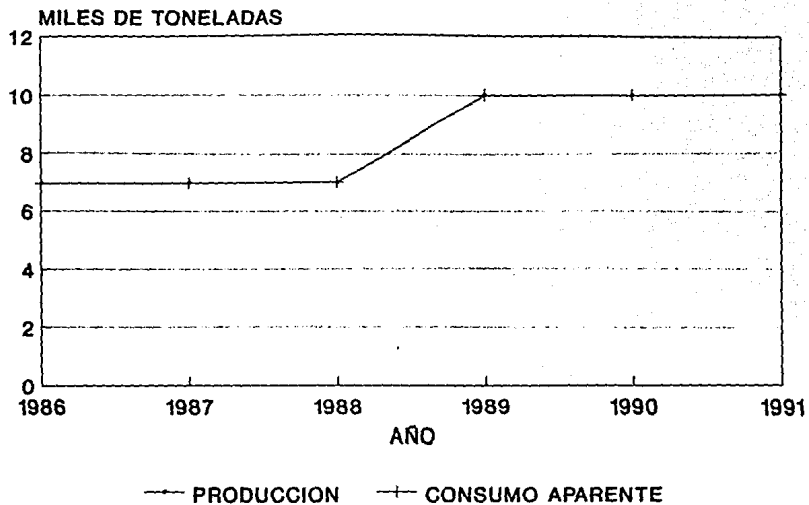


### 3.10.1.1 ACIDO CIANHIDRICO (miles de toneladas)

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CONSUMO APARENTE</u>
1986	7	7
1987	7	7
1988	7	7
1989	10	10
1990	10	10
1991	10	10

Fuente: ANUARIO ESTADISTICO DE PEMEX

## ACIDO CIANHIDRICO



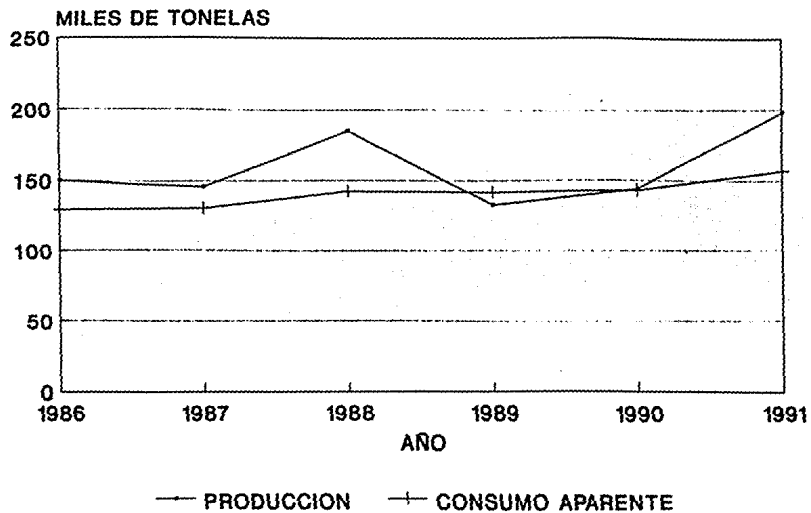
Fuente : ANUARIO ESTADISTICO PEMEX

### 3.10.2.1 ACIDO ACETICO (miles de toneladas)

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CONSUMO APARENTE</u>
1986	150.095	129.250
1987	145.905	130.605
1988	185.128	142.464
1989	132.393	141.062
1990	144.130	143.381
1991	198.024	156.934

Fuente: INEGI

## ACIDO ACETICO



Fuente : INEGI

### 3.10.3 ACIDO SULFURICO

El ácido sulfúrico será suministrado por PEMEX, y como se observa en la tabla 3.10.3.1 el consumo aparente es mayor que la producción. En caso de que llegase a fallar el suministro de ácido sulfúrico por parte de Pemex, se podrá comprar a Industria Química del Istmo, S.A. de C.V. que se encuentra en Pajaritos, Veracruz.

### 3.10.4 AMONIACO

El amoníaco será suministrado por PEMEX, al igual que el anterior. Se observa en la tabla 3.10.4.1 que su consumo aparente es menor que la producción.

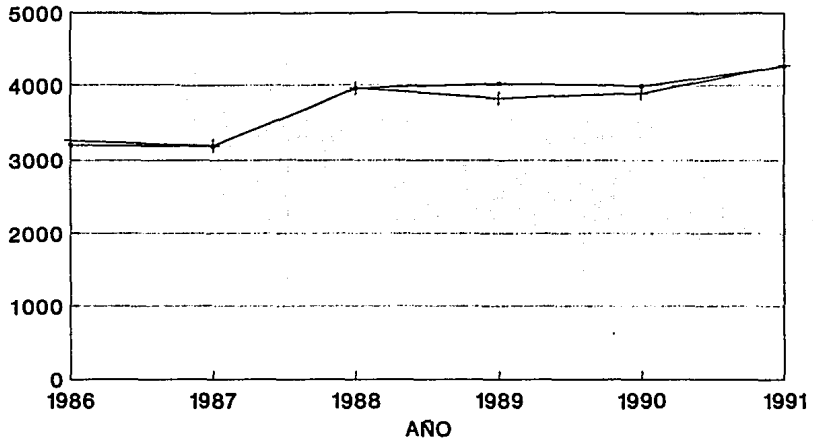
### 3.10.5 AZUFRE

Existen dos grandes fuentes de azufre nacional: sintético y natural. El azufre sintético lo produce Pemex, (350,000 TMA), como subproducto de las plantas purificadoras de gas natural, gas licuado y gasolinas, de los cuales en la región se producen 185,000 TMA. El azufre natural se obtiene en la región, con producción de 165,000 TMA, por dos empresas privadas Azufrera Panamericana y Compañía Exportadora del Istmo. (Ver tabla 3.10.5.1).

### 3.10.3.1 ACIDO SULFURICO (miles de toneladas)

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CONSUMO APARENTE</u>
1986	3194	3249
1987	3180	3184
1988	3956	3958
1989	4026	3831
1990	3988	3889
1991	4267	4282

## ACIDO SULFURICO



—●— PRODUCCION    —+— CONSUMO APARENTE

Fuente : INEGI

### 3.10.4.1 AMONIACO

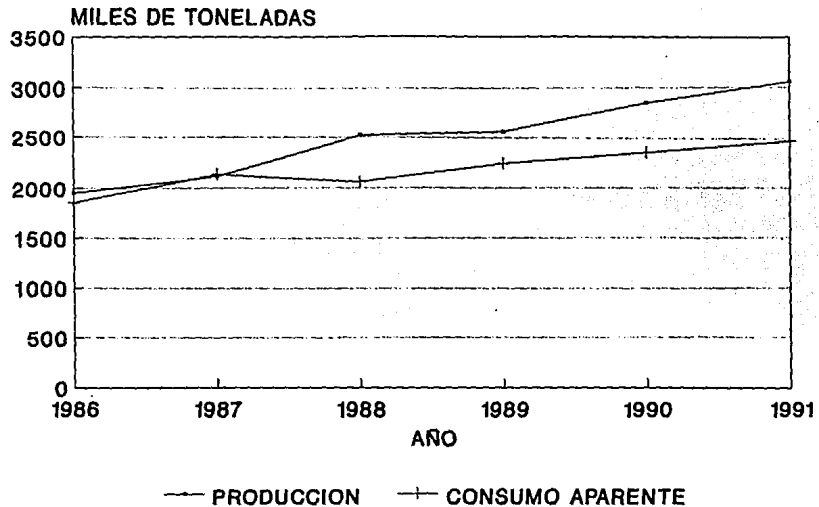
(miles de toneladas)

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CONSUMO APARENTE</u>
1986	1949	1847
1987	2121	2140
1988	2515	2063
1989	2555	2251
1990	2838	2359
1991	3059	2473

Fuente: ANUARIO ESTADISTICO DE PEMEX



## AMONIACO



Fuente : ANUARIO ESTADISTICO PEMEX

### 3.10.5.1 AZUFRE

(miles de toneladas)

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CONSUMO APARENTE</u>
1986	456	
1987	501	
1988	510	
1989	555	
1990	582	
1991	613	

Fuente: ANUARIO ESTADISTICO DE PEMEX

### 3.10.6 GAS NATURAL

La planta dispone de suministro directo por tuberías de dos redes de distribución de gas natural por Pemex, y existe disponibilidad suficiente por parte de la planta.

En caso de falla en el suministro de gas natural, ERA cambiará inmediatamente al uso de cualquiera de los siguientes combustibles: gas licuado, diesel, altamente disponibles en el mercado doméstico, tanto para producir hidrógeno como para alimentar las calderas paquete. (Ver tabla 3.10.6.1).

### 3.10.7 HIDROXIDO DE SODIO

El hidróxido de sodio será suministrado por Cloro de Tehuantepec, S.A. de C.V., y como se puede observar en la tabla 3.10.7.1, el consumo aparente es mayor que la producción. En caso de falla en el suministro de NaOH, se podrá comprar a Alcalis y Soluciones, S.A de C.V.

### 3.10.8 METANOL

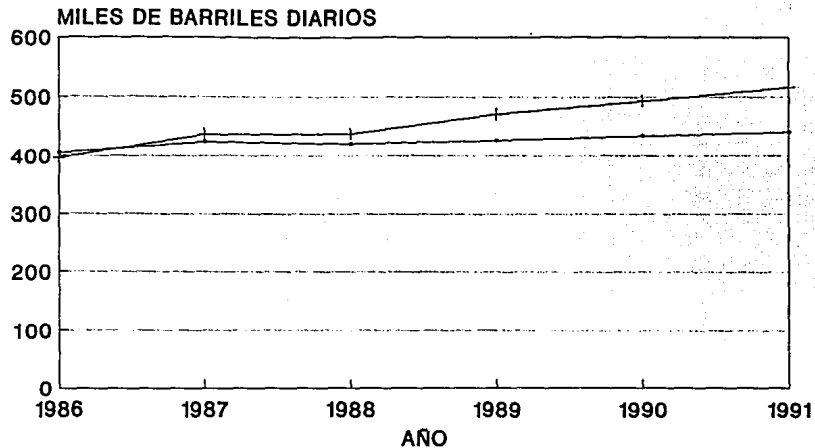
Toda la producción de metanol la efectúa Pemex en el C.P.Q. San Martín Texmelucan, Puebla, con la operación de dos plantas con capacidad total de 200 000 TMA. Actualmente está en desarrollo un nuevo prospecto por

### 3.10.6.1 GAS NATURAL (miles de barriles diarios)

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CONSUMO APARENTE</u>
1986	405	396
1987	425	438
1988	421	439
1989	427	472
1990	435	493
1991	441	516

Fuente: ANUARIO ESTADISTICO DE PEMEX

## GAS NATURAL



— PRODUCCION    + CONSUMO APARENTE

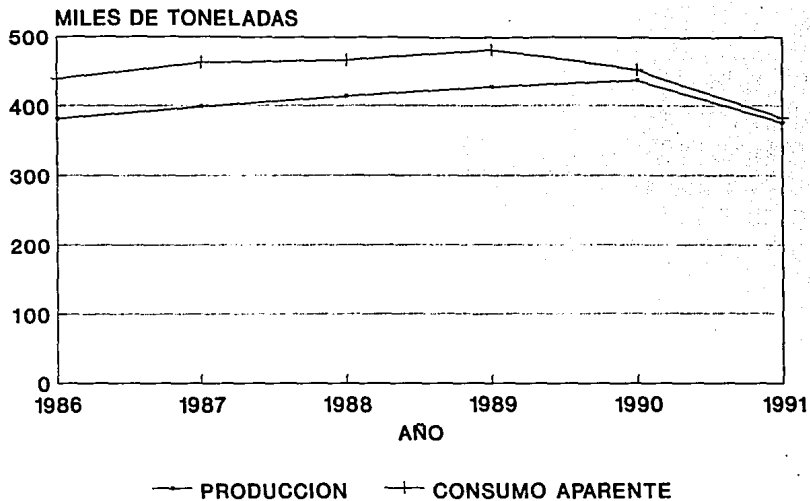
Fuente : ANUARIO ESTADISTICO PEMEX

### 3.10.7.1 HIDROXIDO DE SODIO (miles de toneladas)

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CONSUMO APARENTE</u>
1986	381.704	439.647
1987	398.878	462.369
1988	413.400	465.909
1989	427.689	480.563
1990	437.282	452.254
1991	375.167	382.129

Fuente: INEGI

## HIDROXIDO DE SODIO



Fuente : INEGI

150,000 TMA que se instalará en el C.P.Q. de Cosoleacaque (1 Km) que entrará en operación en 1994. El consumo actual es de aproximadamente 230,000 TMA importándose por Pemex 20,000 TMA y el resto, 30,000 TMA por empresas privadas.

Los requerimientos para producir 3,000 TMA de metionina son de 900 TMA, es decir una pipa de 40,000 litros cada 10 días.

En caso de no disponerse de metanol de la producción nacional por Pemex, se efectuarán importaciones de metanol disponible en Trinidad y Tobago, Venezuela, España, Canadá, Arabia Saudita, etc. Tales importaciones serán vía Altamira Tamaulipas, en un buque tanque/año de 2,500 toneladas de peso muerto, con carga compartida (900 toneladas para la planta) con otra empresa privada que actualmente importa metanol también por Altamira Tamaulipas. Los costos de transporte y financiamiento adicionales serán de 40-60 USD/TM de metanol L.A.B. planta de metionina, que significase incremento en costo de producción de 11 a 17 USD por tonelada de metionina.

En la tabla 3.10.8.1, se puede observar que el consumo aparente es mayor que la producción, sin embargo,



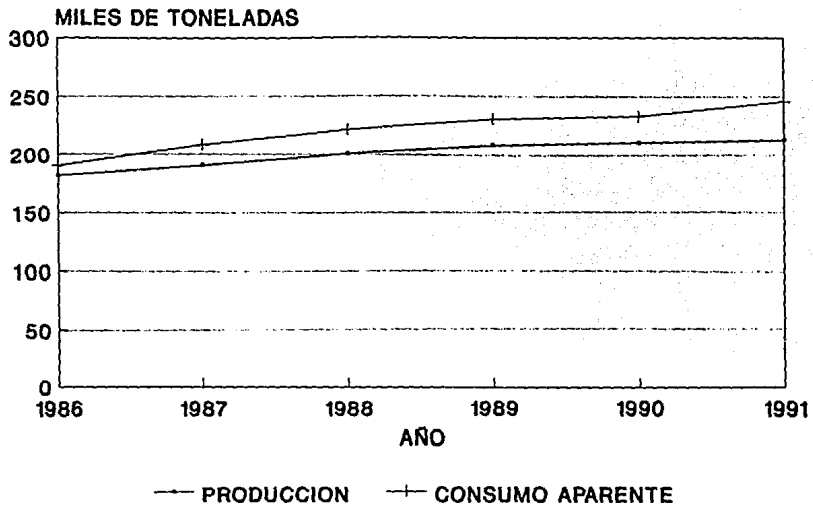
### 3.10.8.1 METANOL

(miles de toneladas)

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CONSUMO APARENTE</u>
1986	182.285	190.285
1987	190.898	207.798
1988	200.666	221.296
1989	207.606	230.221
1990	210.494	232.499
1991	231.280	245.642

Fuente: INEGI

# METANOL



Fuente : INEGI

el abastecimiento lo hará PEMEX, por lo que no se tendrá ningún problema en el suministro de metanol.

### 3.10.9 NITROGENO

El nitrógeno será suministrado por Liquid Carbonic S.A. de C.V., la cual es regional y como se puede observar en la tabla 3.10.9.1, el consumo aparente es igual a la producción. En caso de falla en el suministro de nitrógeno, Gases Industriales Cryoinfra, S.A. de C.V. lo puede proporcionar.

### 3.10.10 PROPILENO

Actualmente y en el futuro existirán excedentes de propileno que garantizan su abastecimiento a la planta para producir acroleína, cuyas necesidades son marginales respecto a otras. Esto se puede observar mejor en la tabla 3.10.10.1, donde la producción es mayor que el consumo aparente.

En caso de falla del suministro normal desde la refinería de Minatitlán se dispondrá de dos opciones de suministro (por auto tanque) confiables y cercanos: C.P.Q. Morelos (30 Km) y refinería de Salinas Cruz (300 Km). Se dispondrá de 15 días de almacenamiento dentro de su límite de baterías.

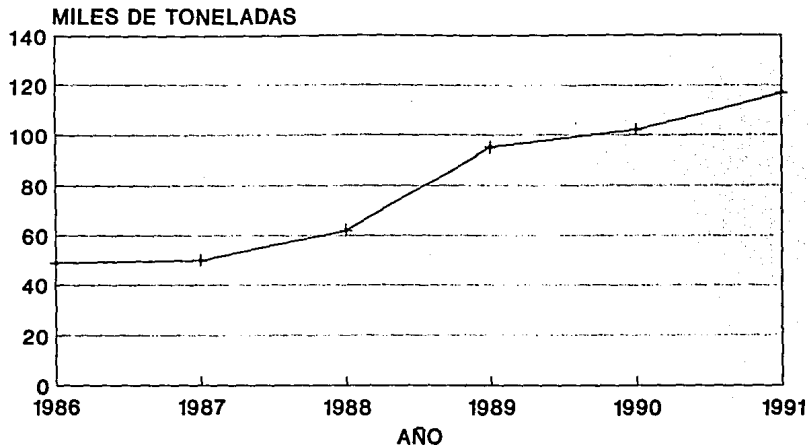
### 3.10.9.1 NITROGENO

(miles de toneladas)

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CONSUMO APARENTE</u>
1986	49	49
1987	50	50
1988	62	62
1989	95	95
1990	102	102
1991	117	117

Fuente: ANUARIO ESTADISTICO DE PEMEX

## NITROGENO



— PRODUCCION    + CONSUMO APARENTE

Fuente : ANUARIO ESTADISTICO PEMEX

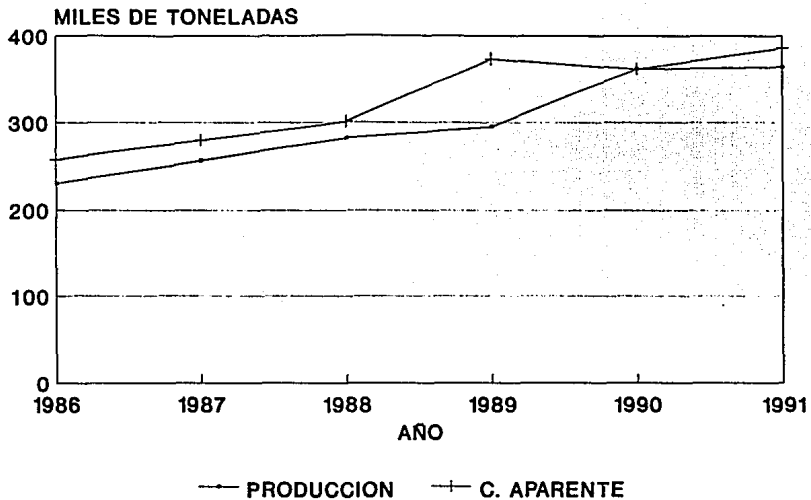
### 3.10.10.1 PROPILENO

(miles de toneladas)

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CONSUMO APARENTE</u>
1986	321.709	257.769
1987	256.836	278.754
1988	281.276	300.959
1989	294.897	373.480
1990	362.665	362.666
1991	364.833	385.616

Fuente: ANUARIO ESTADISTICO DE PEMEX

# PROPILENO



### 3.10.10.1 Acroleína

No existe actualmente, producción nacional de acroleína, por lo cual es indispensable que se diseñe, construya y opere una planta propia, con capacidad de 4,000 TMA, en dos trenes de 2,000 TMA cada uno. Así se dispondrá de almacenamiento interno para ocho días de consumo, considerando que siendo producto tóxico y explosivo, es preferible almacenar el siguiente producto de su reacción con metilmercaptano, que es el metil-mercapto-propionaldehído, no tóxico ni explosivo.

En caso de falla en la producción de acroleína, se tendrán 45 días de almacenamiento del metil-mercapto-propionaldehído a efecto de continuar la operación y producción de 3,000 TMA de metionina en adición a otros 45 días de inventario disponibles en hidantoina y metionato de sodio, es decir, se podrán producir 9 toneladas diarias (equivalentes a 3,000 TMA) de metionina durante 90 días continuos, en caso de falla por cualquier causa, en la producción de acroleína. Tales 90 días permitirán remediar la causa, de falla de la producción de acroleína.



### 3.11 ESTUDIO DE MERCADO, SUBPRODUCTOS

A continuación se establece un análisis breve de mercado de los subproductos obtenidos en la producción de metionina, para asegurar su distribución y venta en el mercado.

#### 3.11.1 SULFATO DE SODIO

Aunque en la tabla 3.11.1.1 se observa mayor la producción que el consumo aparente nacional, el sulfato de sodio obtenido de esta planta y que tendrá dos calidades (anhidro y decahidratado) se podrá vender a la industria del papel, detergentes o como grado reactivo, o farmacéutico. Lo que lleva implícito el mercado de consumo para este subproducto.

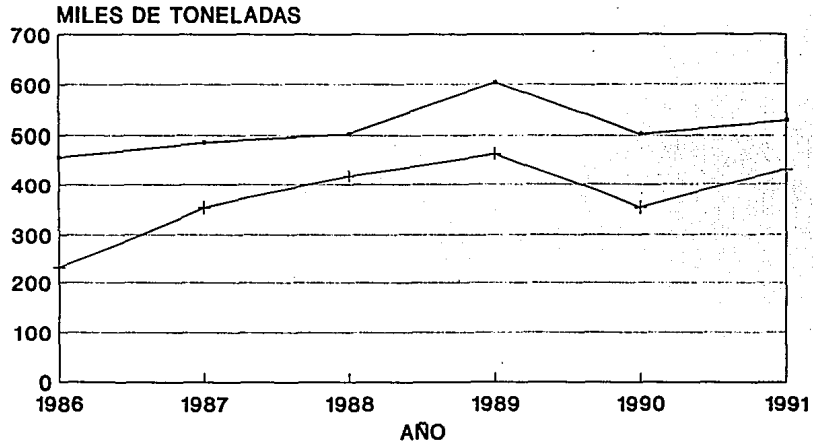
### 3.11.1 SULFATO DE SODIO

(miles de toneladas)

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CONSUMO APARENTE</u>
1986	457.704	231.741
1987	486.245	352.589
1988	502.448	418.111
1989	603.551	464.433
1990	501.690	353.185
1991	528.038	431.577

Fuente: INEGI

## SULFATO DE SODIO



—◆— PRODUCCION    —+— CONSUMO APARENTE

Fuente : INEGI

### 3.12 ESTUDIO DE MERCADO, SERVICIOS AUXILIARES

A continuación se establece un análisis breve de mercado de los servicios auxiliares requeridos en la producción de metionina, para asegurar su abasto.

#### 3.12.1 AGUA

Actualmente existe un acueducto para alimentar agua a las industrias de la región, con capacidad de 2,000 Lts/seg, con consumo actual de 500 Lts/seg. Se requiere de máximo 200 Lts/seg y normalmente 125 Lts/seg, con capacidad de almacenamiento de 15 días.

#### 3.12.2 ELECTRICIDAD

El complejo metionina tiene instalado equipo de intercomunicación y alimentación con CFE por 6,000 KVA, siendo el consumo de la planta por 2,500 KVA para producir 3,000 TMA de metionina.

En caso de falla en el suministro eléctrico por CFE, el complejo metionina dispondrá de tres generadores eléctricos de emergencia, para producir 500 KVA constantes, que permitirán operar los equipos críticos

del complejo para continuar la producción de metionina por períodos de hasta 48 hrs.

### 3.12.3 VAPOR DE MEDIA PRESTION CONSUMIDO Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA CALDERAS

El complejo metionina tiene instalaciones suficientes para generar vapor de agua de 20 Kg/cm<sup>2</sup> de presión y sistemas complementarios requeridos para producir 5,000 TMA de metionina.

### 3.13 TECNOLOGIAS

#### 3.13.1 CONSIDERACIONES TECNICAS

La producción de metionina es un proceso petroquímico complejo, que requiere de gran experiencia para operar una planta de este tipo.

Los procesos tecnológicos que existen tienen el mismo principio, sin excepción todos parten de acroleína, metilmercaptano y ácido cianhídrico o cianuro, siendo estas las materias primas básicas para la producción de metionina.

El proceso operado por ALBAMEX fué adquirido a SUMITOMO CHEMICAL CO. del Japón, dicho proceso opera bajo el siguiente esquema:

acroleína + metilmercaptano =  
metil-mercapto-propionaldehido

metil-mercapto-propionaldehido + ácido cianhídrico =  
M-Hidantoina

M-hidantoina + sosa cáustica + nitrógeno + bióxido  
de carbono = metionato de sodio

metionato de sodio + ácido sulfúrico = metionina

Este proceso tiene gran actualidad ya que los procesos francés y alemán sustituyen el uso de ácido cianhídrico por cianuros.

La experiencia de ALBAMEX durante los años de operación, prueba que el proceso es seguro y eficiente.

ERA S.A. de C.V. recibió la asignación de la planta por contar con la amplia experiencia en la producción de metionina.

Se considera hacer varias modificaciones al proceso actual; particularmente ahorros de energía y ahorro de materias primas, a manera de tener una mayor eficiencia en la operación.

Por otra parte, se ha llegado a un acuerdo con SUMITOMO CHEMICAL CO. para tener en caso de ser necesario el apoyo técnico.

### 3.13.2 TECNOLOGIAS

El proceso de producción via hidantoína, que utiliza esta planta es una de las técnicas disponibles para la fabricación de metionina, existe otro tipo de proceso que se realiza a partir del cianuro de sodio (Rhône Poulanc, Francia y Brasil).

La primera, desarrollada por los japoneses es altamente competitiva y depende esencialmente del suministro de los insumos, la acroleína y el ácido cianhídrico. La segunda, es desarrollada por franceses y alemanes y tiene la ventaja de no trabajar a partir de dichas materias primas, que tienen como característica un alto nivel de peligrosidad en su manejo, pero tampoco tienen la versatilidad de la técnica japonesa. La planta de Cosoleacaque tiene una capacidad instalada de 2,500 TMA por cada unidad, que con algunas modificaciones en los equipos llega a 4,000 TMA por cada tren de producción de metionina (aumenta un 60% su capacidad de producción); en cambio en el proceso francés habría que instalar una nueva unidad de producción.

La planta Albamex Cosoleacaque cuenta con dos unidades de producción de DL-metionina. Su compra fue



realizada en distintos periodos (1973 Y 1980) a un consorcio japonés.

Básicamente se realizaron tres tipos de contratos. El primero de ellos fué por la compra de equipos , el segundo por supervisión para el montaje y operación de la planta y el tercero por licencia de proceso.

Respecto al contrato de licencias se realizó uno por cada unidad de producción de DL-metionina con una vigencia de 10 años. El firmado para la primera unidad concluyó en 1983 y el segundo aun está vigente, sin embargo es motivo de renegociación y ajustes ya que desde el punto de vista de la Ley de Transferencia de Tecnología existen elementos en favor de ERA , para disponer de la tecnología sin pagos adicionales. Esto en razón de que los objetos contractuales de ambos contratos son los mismos y que la vigencia de una patente es de 10 años.

### 3.13.3 COMPARACION TECNOLÓGICA DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES DISPONIBLES

Dentro de las tecnologías que existen actualmente, cada una tiene ventajas relativas a otras dependiendo la situación local de cada planta.

Como premisa básica se define que toda la producción de metionina parte de la acroleína y el metilmercaptano y siguen un mismo esquema de proceso, los cambios básicos son la fuente de ácido cianhídrico que se incorpora al proceso.

En el caso de Sumitomo Chemical Co, la producción de metionina depende de la acroleína, metilmercaptano y ácido cianhídrico, este último se produce en una planta anexa de acrilonitrilo, por lo que el proceso de Sumitomo descansa en el producto de sus propias plantas.

Dado que México tiene un desarrollo industrial muy similar al complejo de Sumitomo, su tecnología se aplica en forma directa, ya que cumple con el esquema industrial del proceso de Sumitomo.

Cabe señalar que el ácido cianhídrico tiene un costo marginal, ya que este es un subproducto que tiene que

eliminarse.

Al adaptar la tecnología de Sumitomo, a la planta de México, se encontró que la demanda de materias primas fue menor que el requerimiento tecnológico de Sumitomo, esto hizo mucho más competitiva la operación. Al integrar la empresa con producción local de metilmercaptano y acroleína, los insumos requeridos para esta producción son más baratos en México comparados con los precios internacionales.

#### 3.13.4 TECNOLOGIAS EUROPEAS

La tecnología francesa, parte de acroleína y metilmercaptano y como fuente de cianuración utiliza el cianuro de sodio, esto representa un costo muy alto, pues la sal de sodio sólo aprovecha el 53% como radical cianuro y aun cuando existe un ahorro en el consumo de sosa cáustica, de ninguna manera es comparable, pues el costo del ácido cianhídrico y el uso de sosa cáustica por tonelada de metionina para el caso de México es de 66 USD/TM. En tanto el uso de cianuro de sodio es del orden de 413 Kg/TM de metionina a un costo de 1,200 USD/TM de cianuro de sodio, lo que representa un costo agregado de 496 USD por tonelada de metionina.

La tecnología alemana tiene las mismas características que la francesa, el proceso utiliza cianuro de potasio; este compuesto es mucho más costoso que el cianuro de sodio, sin embargo, este proceso recupera el potasio como hidróxido, lo que implica un proceso más complicado, ya que el desecho de esta planta es el sulfato de potasio mismo que debe recuperarse como hidróxido de potasio y ácido sulfúrico.

La ventaja de este proceso es que la D.Q.O. es muy baja comparado con el proceso de ERA, esta D.Q.O. también se recupera vía sulfato de sodio grado rayón cristalizado.

D.Q.O. : Demanda Química de Oxígeno

### 3.14 TECNOLOGIA Y PROCESO

El proceso de producción de metionina de que dispone la unidad actual de Cosoleacaque, Ver., está basado en la Tecnología de Sumitomo Chemical, este proceso sigue siendo adecuado y eficiente desde el punto de vista económico para México, ya que una de las materias primas, el ácido cianhídrico, llega a la planta a través de una tubería que permite mantenerlo en fase gaseosa a baja presión, de tal manera que no representa ningún riesgo de manejo; el ácido cianhídrico proviene de la planta de acrilonitrilo de Pemex, ubicada a 1,500 metros de distancia de la planta de metionina. Su abastecimiento se lleva a cabo por un cianoducto.

A la fecha, la Tecnología para producción de metionina prácticamente no ha sufrido cambios sustanciales, por lo que este proceso no se debe considerar como obsoleto.

Otra de las materias primas utilizadas para producir metionina es el metilmercaptano. Este se produce directamente en las mismas instalaciones de Albamex a partir de ácido sulfhídrico y metanol.

La acroleína, otra de las materias primas fundamentales, se obtiene de la oxidación directa del propileno que reacciona con oxígeno en presencia de un catalizador. Sin grandes problemas técnicos, la acroleína se podría producir directamente en el complejo de metionina; así se evitaría el riesgo de seguir dependiendo de los proveedores extranjeros.

Con las tres materias primas descritas anteriormente, se lleva a cabo el proceso de síntesis de metionina.

### 3.15 TAMAÑO DE LA PLANTA

El complejo metionina existente tiene instalaciones industriales que fueron diseñadas en 1972 y 1981 para producir 5,000 TMA de metionina en dos trenes, cada uno con capacidad nominal de 2,500 TMA operando continuamente durante 330 días cada año, con 35 días de parada para efectuar trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo. Cada uno de los trenes están interconectados en sus fases producción de intermedios de tal manera que puedan operar con gran flexibilidad intercambiándose secciones de un tren con las equivalencias del otro tren.

#### 3.15.1 FACTORES DE INFLUENCIA EN LA DETERMINACION DEL TAMAÑO DEL COMPLEJO METIONINA

Los factores de influencia que se utilizaron en el pasado por Albamex, siguen teniendo validez para confirmar que la capacidad de producción debe estar entre 2,500 y 5,000 TMA, los correspondientes a a) mercado de consumo, b) mercado de abastecimiento de materias primas, c) tecnología aplicada (Sumitomo) y parcialmente la d) economía de escala.

a) Mercado de consumo.

Considerando que el objetivo prioritario actual de la planta es el abastecimiento del mercado nacional, y este muestra niveles de consumo creciente, tanto por sus proyecciones históricas como por las potenciales mejoras e incrementos en la dosificación de aminoácidos (Metionina), en la dieta más eficiente de engorda de aves, puercos y ganado ovino, se contempla que la demanda nacional estará en 1993 entre 6,000 y 8,000 TMA de metionina y en el año 2000 entre 10,000 y 15,000 TMA.

Lo anterior significa que produciendo la planta, en la primera etapa, 3,000 TMA de metionina en 1993 se tendrá una participación del 35 al 50% del mercado nacional, con posibilidades inmediatas de aumentar su producción entre 6,000 y 8,000 TMA dependiendo de los resultados de venta y producción de esta etapa inicial.

b) Mercado de abastecimiento de materias primas.

Las características de diseño vigentes en las diferentes plantas industriales del Complejo permitirán procesar materias primas y producir insumos intermedios para producir metionina (Ver tabla 3.15.1.1).



TABLA 3.15.1.1

MERCADO DE ABASTECIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

		PRODUCCION			
PLANTA	INSUMO T/A		METIONINA T/A		
A) Metil Mercaptano (ERA)	1)	1 500	Equivalente	a	4 000
	2)	1 500	"	"	4 000
	<b>total</b>	<b>3 000</b>	"	"	<b>8 000</b>
B) Acroleina (ERA)	1)	2 000	Equivalente	a	4 000
	2)	2 000	"	"	4 000
	<b>total</b>	<b>4 000</b>	"	"	<b>8 000</b>
C) Acido Cianhidrico (Penex)	1)	650	Equivalente	a	3 000
	2)	1 100	"	"	5 000
	<b>maximo 3)</b>	<b>1 500</b>	"	"	<b>8 000</b>
D) Servicios Auxiliares	Suficientes para producir hasta 8 000 T/A de Metionin				
E) Metionina	1 <sup>er</sup> Tran, Produccion de 3 000 T/A.				
	2 <sup>do</sup> Tran, Produccion de 3 000 T/A.				
	<b>total</b>	<b>6 000 T/A</b>			

Es decir, considerando las características del diseño existente y sus correspondientes insumos, el complejo como tal tiene sus limitantes, en la planta específica de producción de metionina, significando 3,000 TMA de metionina. para cada uno de los dos trenes, quedando el resto de las plantas industriales complementarias con ligero exceso en la capacidad instalada.

c) Tecnología aplicada.

La tecnología aplicada por Sumitomo Chemical Corp., para la producción de metionina, aun cuando se desarrolló en 1982, sigue siendo de alta competitividad internacional en virtud de considerar insumos, como ácido cianhídrico y ácido sulfhídrico, que siendo subproductos de otros procesos industriales, representan costos de oportunidad bastante inferiores respecto a las necesidades de insumos por los otros procesos competitivos, así como una mayor eficiencia de conversión.

Sumitomo Chemical, además de licenciador es productor en Japón de metionina bajo el mismo proceso de insumos con capacidad de 6,000 TMA en dos trenes, es decir, exactamente igual al complejo instalado en México. Lo anterior equivale a la aplicación del proceso

productivo de tecnología avanzada y actualizada, para producir metionina en trenes modulares de 3,000 TMA. De hecho durante 1973, los precios por Kg de metionina importada fueron: Sumitomo 1.32, USA 1.66, Francia y Alemania 2.34, que reflejan la alta competitividad de la tecnología de Sumitomo, que suministra en 90% al mercado nacional.

d) Economía de escala.

Las economías de escala que resultarían favorables o desfavorables a la capacidad propuesta de 3,000 TMA de metionina se muestran a continuación:

d-1) Capacidad mundial instalada ver tabla 3.8.1

d-2) Efecto de la inversión inicial:

Considerando que se requiere como inversión inicial de capital 12.87 millones USD, el valor de depreciación anual es de .3536 millones de USD, la anterior significa que:

* Inversión inicial	12.87 * 10 <sup>6</sup> USD
	= 4290 USD/TM metionina
Capacidad instalada	3,000 TMA

* Depreciación anual	.3536 * 10 <sup>6</sup> USD/A
	= 117.86 USD/TM metionina
Producción anual	3,000 TMA

Es decir, 117.68 USD/TM de metionina anuales, representan el equivalente al 2 % de los costos totales de producción y venta. Que es competitivo para los casos de plantas de metionina integradas verticalmente, como lo son las plantas de Sumitomo en Japón (5,000 TMA de metionina) con la misma tecnología, pero inversión inicial de planta nueva, y de Degussa en Alemania, cuya inversión inicial es mayor por tonelada de metionina, en virtud de haber requerido la inversión adicional (del orden de 15 MM USD) en la planta específica productora de ácido cianhídrico a partir de gas natural, vapor de agua y amoniaco, que representa del orden de 75 USD/TM de metionina como depreciación, y que en el caso de Sumitomo como subproducto de las plantas de acrilonitrilo y comprando a costo marginal.

Para los otros productores de metionina, el concepto de depreciación no es comparable en forma directa, porque un valor significativo de la depreciación está implícito en el precio de compra-venta que ellos pagan por la materia prima que no producen y adquieren de otros.

d-3) Efecto de la mano de obra directa e indirecta.

Aun cuando efectivamente el número de personas requeridas para la planta de metionina es 2.8 veces mayor que las requeridas por los productores mayores como Rhone Poulanc y Degussa para el ejercicio productivo de las mismas funciones, el costo unitario involucrado es 5 o 6 veces menor, por lo cual el efecto neto es positivo, superando al valor de la economía de escala de los productores extranjeros.

d-4) Efecto costo unitario por materias primas y energéticos.

Considerando que los consumos unitarios de materias primas de la operación del Complejo metionina cuando fue operada por Albamex, fueron inferiores a los valores que Sumitomo garantizó como máximos en el contrato de tecnología, y estos valores son competitivos a nivel mundial aun comparados con plantas productoras con capacidad 10 veces mayor, se concluye que el efecto por consumo unitario de materias primas, en el peor de los casos (valores de garantía por Sumitomo), tendrá valores competitivos respecto a los competidores extranjeros.

d.5) Efecto del tamaño de la planta en eficiencia de conversión.

Categoricamente se sabe que el tamaño de la planta o complejo productor de metionina no tiene efecto en la eficiencia de conversión sino que tal eficiencia productiva, está fuertemente ligada a la tecnología del proceso y sus condiciones de presión y temperatura, catalizador utilizado y materias primas de origen.

d.6) Efecto del volumen en el precio de compra de materias primas.

Para el caso de adquisición de materias primas que Pemex produce y vende al mercado nacional, como son: propileno, metanol, ácido cianhídrico, cloro líquido y gas natural, el precio de venta es único para todo comprador, sin efecto por volumen. Y que históricamente han sido inferiores al precio internacional, teniendo actualmente un diferencial del 5 al 10% (inferior).

Referente a otras materias primas e insumos, como azufre, sosa cáustica y ácido sulfúrico, si existe efecto en el volumen comprado, pero el efecto económico negativo está incluido en las evaluaciones del costo de producción, al considerar precios internacionales al menudeo.

### 3.16 LOCALIZACION E INFRAESTRUCTURA

El complejo industrial metionina se encuentra localizado en el municipio de Cosoleacaque en el estado de Veracruz. Cosoleacaque junto con Pajaritos, Minatitlán, Morelos y la Cangrejera conforman el desarrollo petroquímico más importante del país. En dicha zona, Petróleos Mexicanos cuenta con refinerías, plantas de proceso, fraccionadoras y tratadoras de hidrocarburos. Plantas de etileno, de propileno, de polietileno, de alcohol isopropílico, de acrilonitrilo, butadieno y en general, toda una gama de productos derivados del petróleo que en conjunto, producen millones de toneladas de petroquímicos básicos. Su potencial comercial es importante, prueba de ello es que cerca del 35% de la actividad económica y el 85 % de la actividad industrial del estado se encuentra en dicha zona.

Por toda esta infraestructura, fue localizado el Complejo Industrial Metionina en la zona de Cosoleacaque, ya que se dispone de las materias primas, para la elaboración de acroleína, metilmercaptano y consecuentemente la metionina. Se dispone de propileno, hidrógeno, azufre, ácido cianhídrico y gas natural. Además se cuenta con ácido sulfúrico, sosa cáustica, CO<sub>2</sub>, y nitrógeno.

Veracruz es uno de los estados más ricos e importantes del país por su potencialidad industrial, agricultura y su ganadería. Cuenta con una infraestructura importante ya que se han desarrollado todos los medios del transporte carretero, ferroviario, aéreo y el portuario.



### 3.18.1 LOCALIZACION DEL COMPLEJO INDUSTRIAL METIONINA

El complejo industrial metionina está localizado en el kilómetro 7 del ferrocarril Hibueras-Minatitlán en el municipio de Cosoleacaque, Veracruz y dispone de la siguiente infraestructura:

#### Accesos.-

\* Carretera: Comunicación inmediata con carretera federal transísmica Coatzacoalcos-Minatitlán y de esta al suroeste (Tabasco, Campeche, Yucatán), al sur (Oaxaca y Chipas) y al centro (Veracruz, Puebla, Tlaxcala, D.F., etc).

\* Ferrocarril: Espuela y ladero al ferrocarril principal que comunica el sureste, sur, centro, norte y occidente del país.

\* Aéreo: El aeropuerto de Canticas está localizado a 15 kilómetros de distancia, con vuelos comerciales diarios a México D.F., Monterrey, Tampico, Veracruz, Villahermosa y Cd. del Carmen.

Materias primas y servicios auxiliares.-

a) Vecina al complejo, 1 Km., se encuentra la planta de acrilonitrilo, productora del ácido cianhídrico que se alimenta por tubería al complejo metionina.

b) A 30 Km. de distancia máxima se tienen las plantas industriales de Pemex productoras de:

Propileno

Gas natural

Agua cruda

c) A 10 Km. de distancia se localizan las plantas de Pemex y privadas productoras de azufre sintético y natural.

d) Existe interconexión eléctrica hasta por 6600 KVA con la red de distribución general en 34,500 V. De la comisión federal de electricidad, que alimenta a las áreas industriales de Cangrejera, Pajaritos, Minatitlán y Cosoleacaque, etc.

e) Existen en la región (30 Km) contratistas locales muy calificados en equipo y mano de obra para el desarrollo

de los trabajos de rehabilitación y construcción del complejo.

f) Respecto al mantenimiento preventivo y correctivo, se encuentran en la región (30 Km), talleres especializados con equipo, tecnología y mano de obra calificada suficientes en número y calidad para desarrollar tales trabajos industriales, tanto en sitio como en su propio taller.

Productos.-

a) Metionina: respecto a los principales centros consumidores, se tiene acceso por carretera, vía de ferrocarril y vía aérea, según:

Con radio de influencia de 300 Km se tienen posibilidades de distribución y venta al 30% del mercado nacional de consumidores.

A 600 Km se tienen posibilidades de distribución y venta al 42% del mercado de consumidores.

A 1000 Km de radio de acción, se cubre el 65% del mercado de consumidores.

**b) Subproductos:**

**Sulfato de sodio:** Los principales consumidores en la industria del papel se encuentran localizados en un radio de influencia de 400 Km. (Puebla, Veracruz, Oaxaca, Chiapas, etc).

**Acido acrílico crudo:** El comprador más probable, Celanese Mexicana, está construyendo las instalaciones productoras de purificadores de ácido acrílico a 30 Km de distancia. Otra alternativa se encuentra a 500 Km.

### 3.16.2 INFRAESTRUCTURA

#### Terreno.

Con una superficie de cerca de 40,000 m<sup>2</sup>, el terreno se encuentra bien localizado. Los trabajos de terracerías están ejecutados al 100% y no se ve la necesidad de efectuar ningún trabajo de este tipo en el futuro. El valor agregado que tiene es importante por el desnivel tan fuerte que en su origen presentó. Cuenta con adecuados medios de comunicación y debido a que está en una zona eminentemente industrial, cuenta con todos los servicios necesarios.

#### Espuela de FFCC.

La espuela desde la conexión con la línea principal del FFCC hasta la entrada de la planta, se encuentra cubierta por la vegetación y por arcilla; el grado de oxidación que presentan los rieles aparentemente no es muy importante.

Este tipo de vías están sobre-elevadas con respecto al nivel del terreno natural, para evitar que los rieles y sus conexiones a los durmientes estén en contacto con el agua del suelo y además tengan el suficiente drenaje o

escurrimiento del agua de lluvia.

Se considera que a la espuela habrá que darle un mantenimiento completo para ponerla en condiciones de operación.- Remoción de la capa de vegetación; eliminar la tierra hasta descubrir los durmientes para poder apreciar el grado de corrosión que presenten las planchuelas y los tornillos; formar cunetas para guiar el agua de lluvia; colocación de balastro para fijación de durmientes y revisión de conexiones del riel a durmiente.

Caminos de acceso.

El camino de acceso está bien definido y se está pavimentando; es un acceso que llega a las instalaciones de Pemex y siguiendo esa ruta, llega a la planta de metionina.

Cerca perimetral.

En general, la cerca perimetral se encuentra en buenas condiciones, debido en parte a que esta fue construida de mampostería con block de concreto,

reforzada con castillos y palas. En ciertos puntos presenta rupturas que son fáciles de reparar.

#### Drenaje pluvial y sanitario.

Se considera que el funcionamiento del drenaje es adecuado, ya que no hay muestras de inundaciones.- Esto se pudo verificar durante una de las visitas a la planta, ya que llovió intensamente y el drenaje vació eficientemente el agua de lluvia. Sin embargo, es conveniente desasolver todos los registros previo al arranque de la planta. Aunque la mayoría de las trincheras se aprecian en buen estado, algunas que están cubiertas con rejillas, están muy oxidadas y se deberán reponer.

#### Pavimentos, banquetas y guarniciones.

Se cuenta con calles pavimentadas con concreto hidráulico y calles con asfalto; tanto en un caso como en el otro, la vegetación ha surgido a través de las juntas y de las grietas en el caso del pavimento.

El pavimento de concreto se aprecia en buenas condiciones y quizá lo único que requiere es la remoción de la vegetación y el sellado de las juntas.- En

determinados lugares como la calle localizada entre la planta de metilmercaptano y el área de almacenamiento, se apreciaron agrietamientos excesivos, los cuales requerirán mantenimiento mayor.

Las banquetas y las guarniciones se encuentran en buen estado y requieren solamente un mantenimiento menor, para eliminar principalmente la vegetación.



### 3.17 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

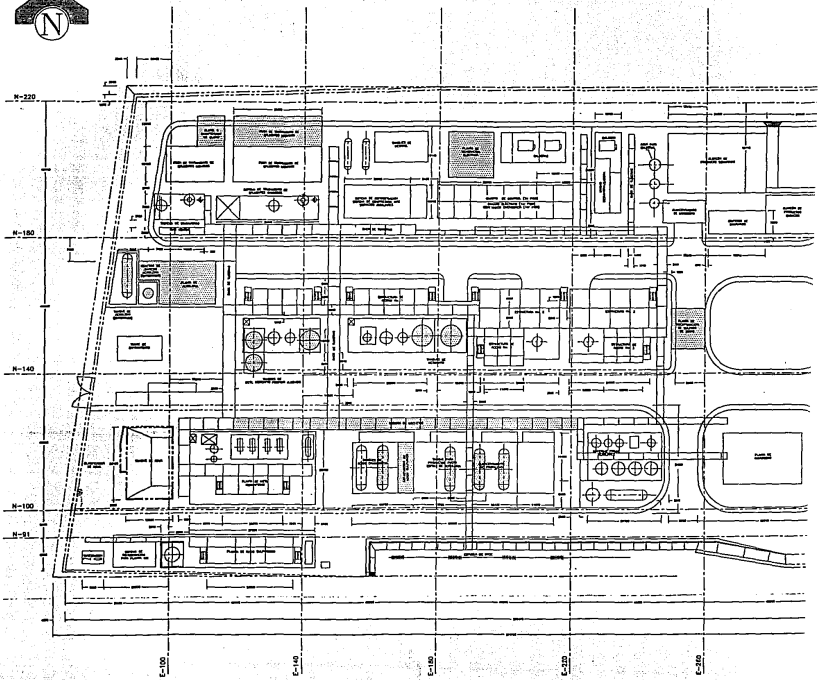
Las instalaciones que integran la planta de metionina en Cosoleacaque, Ver., constan de lo siguiente:  
(Ver PLOT PLAN):

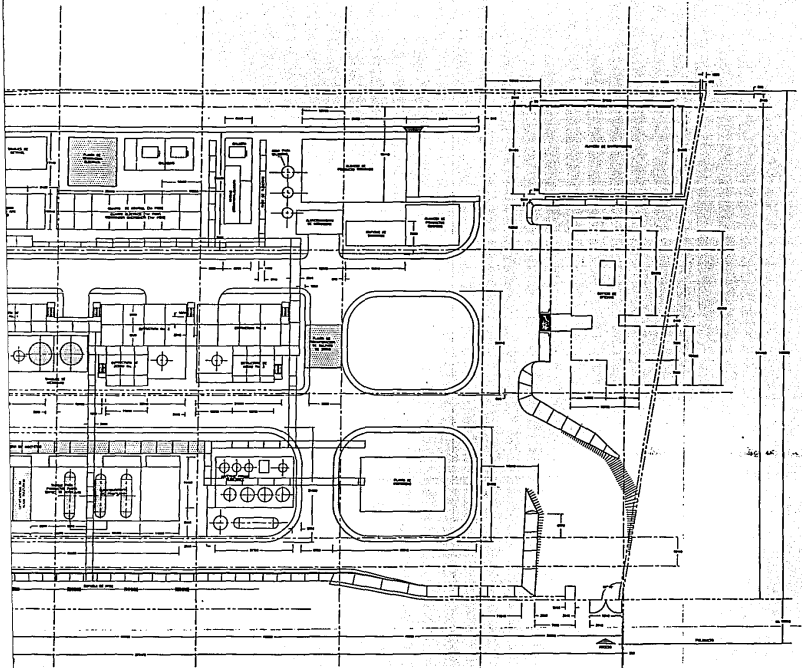
1.- Dos plantas de metionina.- La primera que inició sus operaciones en 1975 y la segunda que arrancó en 1981. Cada una de las plantas cuenta con una capacidad de 2,500 TMA.

De acuerdo al proceso las plantas de metionina pueden ser divididas en tres secciones básicas; síntesis, hidrólisis y neutralización-cristalización-secado.

2.- Planta de metilmercaptano.- Esta planta por su proceso, se puede catalogar como única en Latinoamérica por la versatilidad de su operación, en esta planta se pueden obtener diferentes tipos de mercaptanos ya que permite con relativa facilidad cambios en las formulaciones.

De acuerdo a su proceso, la planta de metilmercaptano, se puede dividir en dos secciones;





**NOTAS**

- 1.- DIMENSIONES DE LAS CONSTRUCCIONES EN METROS.
- 2.- SEÑALES DE EQUIPOS Y MOBILIARIO EN SU LUGAR.
- 3.- SEÑALES DE PASADIZOS Y PUERTAS EN SU LUGAR.

<b>TESIS PROFESIONAL</b> <b>INGENIERO QUIMICO</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL</b> <b>AUTONOMA DE MEXICO</b> <b>ENEP-ZARAGOZA</b>	<b>PLANO DE LOCALIZACION</b> <b>GENERAL DE EQUIPO</b> <b>(PLOT-PLAN)</b>
	<small>A. FELIX BELLO RODRIGUEZ</small> <small>IN. INGENIERIA QUIMICA Y PETROLERA</small>	<small>ENCUADRO No. 400</small>

### 3.18 ORGANIZACION DEL PROYECTO

La empresa cuenta con un órgano supremo de gobierno representado por la asamblea General de Accionistas, quien delega toda la autoridad y responsabilidad en un consejo de Administración, y este a su designa al director general. La organización interna de la empresa contará con cuatro direcciones:

- \* Dirección técnica
- \* Dirección financiera administrativa
- \* Dirección comercial
- \* Dirección de proyecto (temporal)

Anexo:

Organigrama de la empresa (ver fig. 3.18.1).

Cada una de estas direcciones con funciones específicas, y con su propia organización de trabajo.

Los tres primeros directores, tendrán funciones permanentes. Se utilizarán desde el proyecto hasta la puesta en marcha y serán responsables de la operación industrial.

generación de ácido sulfhídrico y síntesis de metilmercaptano.

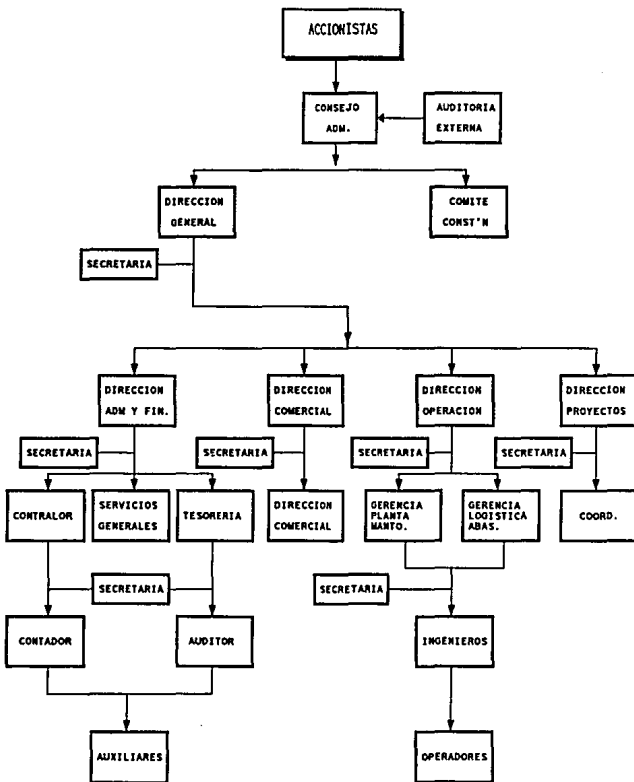
3.- Area de almacenamiento de productos intermedios.- Integrada básicamente por una serie de tanques que almacenan acroleína, metilmercaptano, ácido cianhídrico, ácido sulfúrico, sosa cáustica e hipoclorito de sodio. En su gran mayoría en esta zona predomina el acero inoxidable por el grado de corrosión causan los productos.

4.- Servicios Exteriores.- Integrados por 3 calderas, subestación, unidades de refrigeración, torres de enfriamiento, instalaciones para almacenamiento y tratamiento de agua, y un sistema de aire para instrumentos.

5.- Cianoducto.- 1500 metros de longitud de doble tubería. Acero inoxidable de 6" de diámetro en el interior y acero al carbón de 14" de diámetro en el exterior.

FIG. 3.18.1

ORGANIGRAMA



La dirección de proyectos participará durante la rehabilitación del Complejo Industrial Metionina. Una vez arrancada y entregada a satisfacción de operación de la dirección técnica, se cancelará el trabajo de la dirección de proyecto.

Con relación al personal responsable de la operación industrial, se puede decir que, dicha responsabilidad descansará en ingenieros que diseñaron, construyeron y operaron dicho complejo industrial desde su inicio hasta el año de 1983, teniendo una experiencia de más de 10 años en esta industria en particular.

En relación al personal que tendrá la responsabilidad de mercado, la empresa dispondrá de nutriólogos con experiencia en formulación de alimentos balanceados para la avicultura y la porcicultura, donde la metionina tiene una gran demanda, dicho personal tiene amplia experiencia en el abastecimiento de materias primas producidas en el país e importadas.

Es conveniente señalar que la venta de metionina requiere de un alto conocimiento en nutrición animal, por lo tanto estas ventas tendrán un fuerte apoyo técnico.

A continuación se muestra la estructura del personal sindicalizado y de confianza de la empresa.



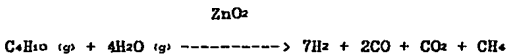
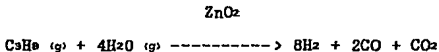
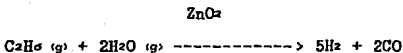
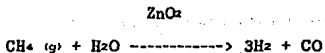
## CAPITULO IV

### ESTUDIO TECNICO

#### 4.1 PLANTA DE HIDROGENO

##### 4.1.1 SINTESIS DE HIDROGENO : (1500°F, 210 PSI)

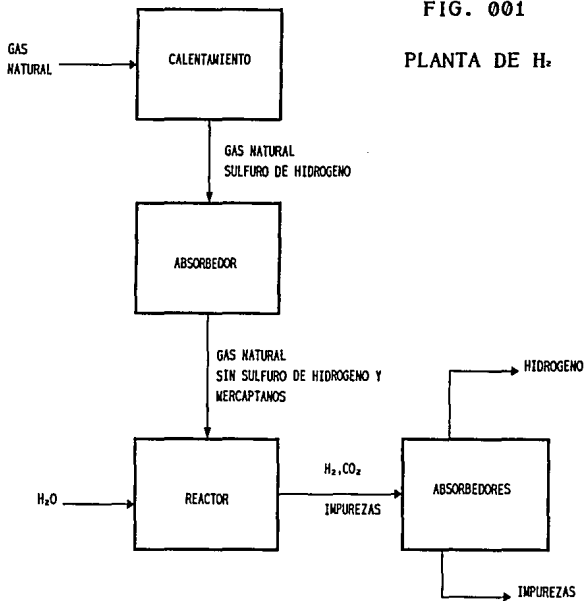
###### REACCIONES:



La corriente de alimentación de gas natural se precalienta por los cambiadores E-154 y E-152 antes de ser alimentado al desulfurizador en el cual se hace fluir la corriente de proceso sobre una cama de óxido de zinc y es posible remover el sulfuro de hidrógeno y cualquier otro mercaptano que pueda envenenar el catalizador, a la corriente de proceso se le incluye vapor.

Sección de radiación del reformador en donde se alcanza la energía necesaria para pasar a la sección de convección fluyendo a través de un banco de tubos conteniendo el catalizador que promueve la reacción de tipo endotérmico en el interior de los tubos, la corriente de salida del reformador alcanza una temperatura aproximada de 1550°F y 210 psig (Ver fig. 001).

FIG. 001  
PLANTA DE H<sub>2</sub>



#### 4.1.2 CONVERSION CATALITICA DE CO : (675°F, 210 PSI)

##### REACCIONES:



La corriente que sale del reformador pasa a través del tanque de apagado ZP-151 en donde es enfriado a una temperatura aproximada de 675°F para posteriormente ser enviado hacia el convertidor en donde en presencia de un promotor de cromo-óxido de hierro se convierte el monóxido de carbono formando dióxido de carbono y de esta manera se genera mas hidrógeno, además de generar más energía térmica ya que la reacción en este punto es exotérmica originando un incremento de temperatura situación que se aprovecha para precalentar la corriente de gas natural previa a la desulfurización hasta la condensación del agua contenida en la corriente de proceso mediante el E-153, separándose posteriormente el gas del líquido formado por medio del vapor de condensado, enviándose el agua recuperada una gran cantidad hacia el tanque de apagado ZP-151 y otra parte hacia la entrada del E-153 para favorecer la condensación de la corriente de proceso.

#### 4.1.3 PURIFICACION DEL HIDROGENO.

La corriente de gas separada en el tambor de condensado pasa a través de un sistema de purificación que involucra un proceso de absorción en un tren de tres absorbedores los cuales producen hidrógeno producto de alta pureza.

En el tren de separación, el material absorbente es elegido de tal manera que favorezca una absorción selectiva hacia las impurezas presentes en la corriente de proceso.

De esta manera cada absorbedor contiene en sus fondos una cama compuesta de material granular de alumina para fijar el agua contenida en la corriente, una segunda cama intermedia conteniendo carbón activado que es selectiva hacia el dióxido de carbono y el metano que no reaccionó; y una tercera cama localizada en los domos del absorbedor, compuesta de malla molecular, la cual fija trazas de compuestos tales como nitrógeno y monóxido de carbono obteniéndose entonces el producto hidrógeno de alta pureza.

De los fondos del tren de absorbedores se recuperan los absorbidos mediante la regeneración de las camas

generalmente a baja presión mediante la operación cíclica del sistema de purificación, enviándose esta corriente hacia el tambor "surge" de residuos de gas D-152 cuyos domos se juntan con una derivación del producto y de esta manera se distribuye a los quemadores del reformador para pasar a ser parte del combustible, conjuntamente con parte de la alimentación de gas natural. Controlándose el flujo de entrada con base en las condiciones de operación de proceso fijadas en los tubos de reacción al reformador.

#### 4.1.4 DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS Y/O EQUIPOS DE CONTROL DE DESECHOS EN LA PLANTA DE H<sub>2</sub>

El complejo industrial metionina cuenta con una planta productora de hidrógeno, la cual abastece la sección de síntesis de ácido sulfhídrico en la planta de metilmercaptano.

Esta planta se encuentra ubicada en las coordenadas N-100, E-300 al costado derecho del patio de tanques (sección de almacenamiento).

La generación de efluentes en la planta de hidrógeno es muy limitada. Los efluentes son del tipo gaseoso y son generados en el reformador catalítico F-151.

Estos desechos gaseosos, son básicamente los gases de combustión que contienen dióxido de carbono, nitrógeno, oxígeno, argón, azufre y vapor de agua, todos ellos en bajas cantidades a excepción del vapor de agua, que no es un contaminante y va en gran cantidad. Las cantidades en Kg/hr se encuentran reportadas en el balance para mayor detalle.

Estos efluentes son producto de la reacción de combustión para lo cual se alimenta con gas combustible (2 corrientes). Una de ellas es una derivación de la corriente de proceso que lleva gas natural, que contiene metano, etano, propano, butano y azufre. La otra corriente proviene de la sección de separación de hidrógeno, es decir, de las torres adsorbedoras T-151 A, B, C, de la corriente de proceso conteniendo el hidrógeno componente de interés. Estos gases adsorbidos son dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano, vapor de agua e hidrógeno correspondiente al utilizado en la regeneración de las camas de las torres adsorbedoras.

El resto del proceso no genera ningún tipo de contaminante.



## 4.2 PLANTA DE METILMERCAPTANO

### 4.2.1 SECCION DE PREPARACION DE H<sub>2</sub>S

Esta sección consiste principalmente de una etapa de reacción donde el azufre reacciona con hidrógeno en presencia de un catalizador.

Posteriormente y debido a los arrastres de azufre y las condiciones de temperatura y humedad, la corriente gaseosa de ácido sulfhídrico se purifica.

El azufre recibido y almacenado en forma líquida a 135°C es enviado a los reactores R-101 A y B, para ello se utiliza bombeo y un tanque vertedor que asegura una distribución uniforme a ambos reactores.

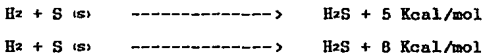
Una vez en el reactor el azufre fundido se calienta a una temperatura cercana a su punto de vaporización, formando un sello de azufre fundido.

El hidrógeno es recibido de la planta productora del mismo y su presión se reduce a un valor cercano a la atmósfera, es alimentado al reactor por 3 boquillas.

Parte del hidrógeno se burbujea en el azufre líquido causando evaporación del azufre, la mezcla se une a otra parte del hidrógeno previamente calentado y juntos se dirigen al sobrecalentador donde alcanzan temperaturas de 400°C antes de ser enviados a los tubos con catalizador.

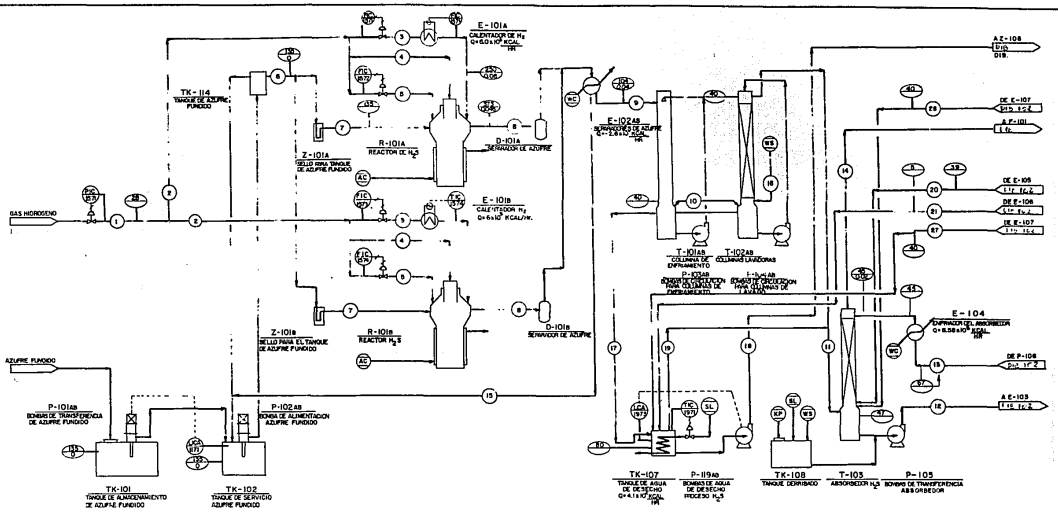
La temperatura del reactor es controlada por los calentadores eléctricos del reactor y por el ventilador de aire para enfriamiento del mismo (Ver figs. 101 y 101 b).

Las reacciones que se llevan a cabo son:



La mezcla obtenida del reactor R-301, 98% de ácido sulfhídrico se pasa a los separadores D-101 A/B y el enfriador E-102 A/B, donde el azufre líquido es separado y retornado al tanque de Día de azufre fundido TK-102.

La corriente gaseosa ya separada del líquido conteniendo un 2% de hidrógeno y trazas de azufre es transferida a las columnas de enfriamiento T-101 A/B. Donde se pone a contra corriente con agua espreada desde la parte superiorde las mismas.



CORRIENTE	FORMULA	M	BP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	27
(%)	(%)	(%)	(°C)																						
ACIDO SULFURICO	H <sub>2</sub> S	34	180																						
HIDROGENO	H <sub>2</sub>	2	235	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
AZUFRE	S	32	445																						
AGUA	H <sub>2</sub> O	18	100																						
FOSFATO TRIBÁSICO DE P	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	212																							
TOTAL				0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	

- NOTAS:**
- CARGADO DE LA PLANTA TODA UNA BASTONADA EN 300 DIAS POR AÑO
  - LEYENDAS:
    - TEMPERATURA °C
    - PRESION Kg/cm<sup>2</sup> D 2 TORR
  - 0+ CARGO CALENTAMIENTO
  - 0- CARGO ENFRIAMIENTO
  - 1- LÍNEA CONECTADA 3" x 1/2" B 2" 1/2" MUESTRAN EL REACTIVO EN CADA REACTOR.
  - 4+ SIGNIFICA OPERACION BATCH EL CICLO ES:
    - 2 HORAS CADA UNO HORAS (3 DIAS)
    - 1 LÍNEA CONECTADA NO. 10, 11 Y 12. NO INCLUYEN LA CANTIDAD DE LA OPERACION BATCH (2 P 28)

CORRIENTE	FORMULA	M	BP	ES
(%)	(%)	(%)	(°C)	(%)
ACIDO SULFURICO	H <sub>2</sub> S	34	180	0.18
HIDROGENO	H <sub>2</sub>	2	235	0.02
AZUFRE	S	32	445	0.01
AGUA	H <sub>2</sub> O	18	100	0.01
FOSFATO TRIBÁSICO DE P	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	212		0.16
TOTAL				0.16

TESIS PROFESIONAL	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	SECCION DE REACCION H <sub>2</sub> S
INGENIERO QUIMICO	ENEP ZARAGOZA	J.F. BRAVO ROMERO M.A. MALDONADO V.
		DIBUJO No. 101

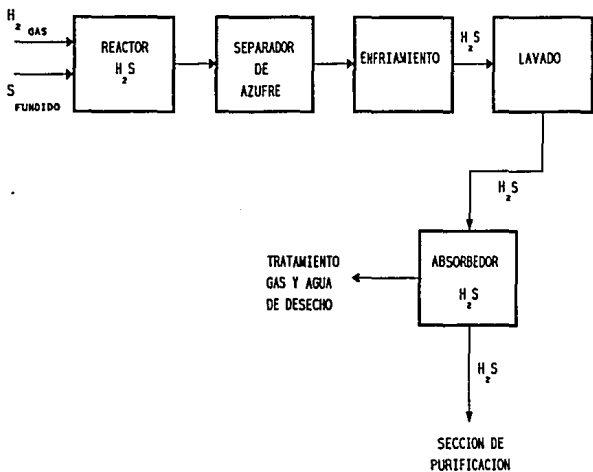


FIG. 101 b

SECCION DE REACCION



De esta forma se enfría y desde el fondo se transfiere a las columnas de lavado T-102 A/B.

Donde se pone en contacto a contra corriente con agua espreada desde la parte superior de las mismas.

El agua utilizada en las columnas mencionadas con azufre y sulfuro de hidrógeno arrastrados se envía al tanque TK-107, donde se calienta con un serpentín de vapor para desorber el sulfuro de hidrógeno, el cual se incorpora a la corriente principal de este gas.

El agua con trazas de azufre se envía a tratamiento de efluentes dentro de la sección de metilmercaptano.

La corriente de sulfuro de hidrógeno y 2% de hidrógeno ya enfriada y lavada, se envía a un absorbedor empacado T-103 que utiliza una solución de fosfato de potasio como absorbente del sulfuro de hidrógeno. El ácido sulfhídrico se absorbe y por la parte superior se obtiene una corriente ahora rica en hidrógeno y vapor de agua. Esta corriente se envía en forma continua al incinerador dentro de la planta y posteriormente a la chimenea del mismo.

El ácido sulfhídrico absorbido se desorbe en el regenerador T-104 el cual constituye una columna empacada con un reboiler inferior. La solución de  $K_2PO_4$  se regenera y se envía continuamente al absorbedor T-103 en circuito cerrado.

El reflujo al absorbedor T-103 se enfría mediante el E-104 para favorecer el equilibrio y lograr una absorción cercana a los 40°C.

#### 4.2.1.1 SINTESIS DEL H<sub>2</sub>S : (752°F, 14.7 PSI)

#### REACCIONES:

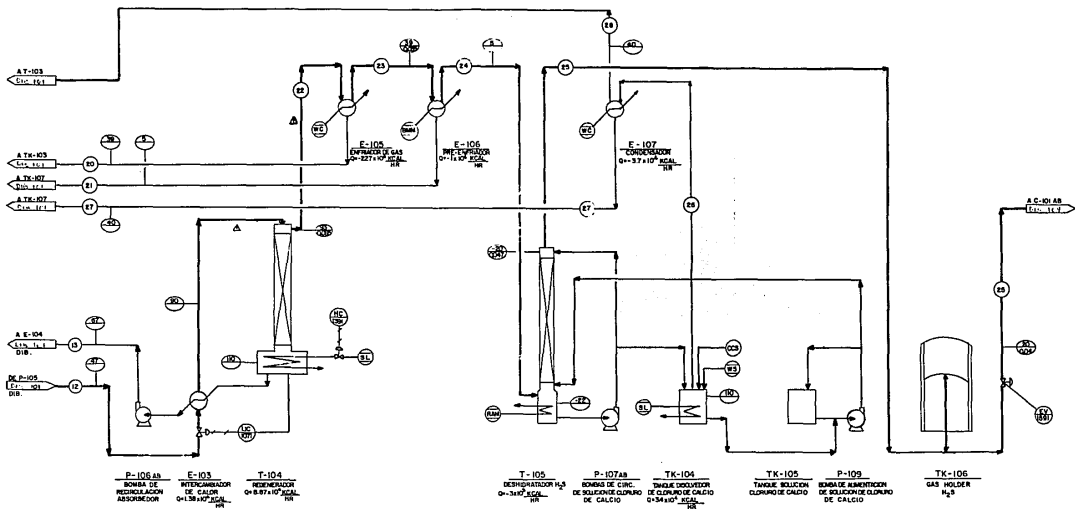


#### 4.2.1.2 ETAPA DE PURIFICACION

La corriente ácido sulfhídrico obtenida del regenerador T-104 rica en el sulfuro pero con un 60% de vapor de agua, es enfriada en serie con 2 cambiadores de calor (Ver figs. 102 y 102 b).

El primero con agua de enfriamiento y el segundo utiliza salmuera a -3°C. El resultado es una condensación del 99% del agua, la cual lleva ácido sulfhídrico disuelto y es enviada como reposición al circuito de absorción de ácido sulfhídrico.

La corriente de sulfuro de hidrógeno ya enfriada hasta 5°C y con una humedad disminuida se transfiere hacia una columna empacada donde se recircula una solución de cloruro de calcio enfriada a -22°C a contra



CORRIENTE	FORMULA	MW	P.P.	12	13	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ACIDO SULFURICO	H <sub>2</sub> S	34	180	71.84	243.3	65.97	270.01	0.03	0.9	1.04	7.89	286.3	7.86	2874	7.86	2874
HIPOCLORITO	HO	52.5	253.5	0.01	0.02			0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	
AGUA	H <sub>2</sub> O	18	100	81.85	252.7	270.01	64.17	0.48	8.6	21.19	381.4	0.54	9.8	0.07	1.6	0.01
PROXITO TRIMODICO DE P.	Na PO <sub>3</sub>	212	67.72	208.2	87.72	208.2										
T. G. V. A. L.				143.5	146.1	144.0	144.0	144.0	144.0	144.0	144.0	144.0	144.0	144.0	144.0	144.0

**NOTAS:**

1: CAPACIDAD DE LA PLANTA 3000 TON BASADO EN 350 DIAS POR AÑO

2: LEYENDAS

TEMPERATURA °C

+Q CANA DE CALENTAMIENTO

-Q CANA DE ENFRIAMIENTO

3: S INDICA OPERACION BASO EL CICLO ES.

4: HORAS CADA 120 HORAS (S OAH)

△ = Kg. m<sup>3</sup>/HR.

○ = Kg. / HR.

TESIS PROFESIONAL	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	SECCION DE PURIFICACION H <sub>2</sub> S
INGENIERO QUIMICO	J.F. BRAVO ROMERO ZARAGOZA M.A. MALDONADO V.	DIBUJO No. 102



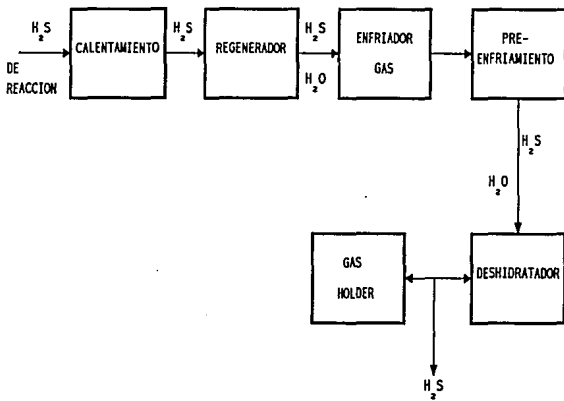


FIG. 102 b  
SECCION DE  
PURIFICACION  
H<sub>2</sub>S

corriente.

La corriente gaseosa se pone en contacto con esta solución fría para absorber casi toda el agua y dejar un punto de rocío muy bajo, así el ácido sulfhídrico prácticamente seco es transferido al TK-106 conocido como gas-holder.

La concentración de cloruro de calcio se controla evaporando agua para mantener su valor constante y evitar una congelación de la misma.

#### 4.2.2 SINTESIS DE MM : (710°F)

El metilmercaptano, MM se obtiene al hacer reaccionar el ácido sulfhídrico con metanol en un reactor catalítico a una temperatura cercana a los 375°C (Ver fig. 103).

Esta sección está constituida por un área de reacción y una de purificación; esta última principalmente por diversas destilaciones que van separando los productos de la reacción.

Los supproductos obtenidos, principalmente el sulfuro de dimetilo se recircula al reactor para ajustar la reacción molar requerida en los reactivos. Este ajuste permite llevar a cabo la reacción como si el ácido sulfhídrico reaccionara con metanol para producir unicamente metilmercaptano.

Las reacciones que se llevan a cabo son:

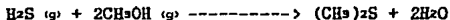
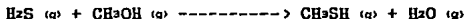
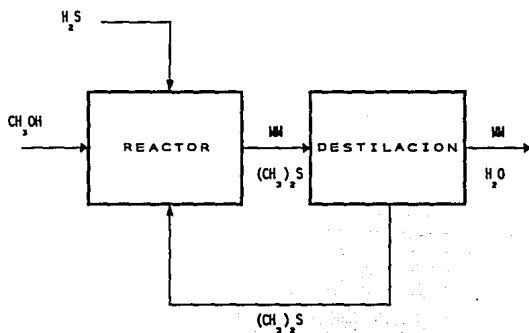


FIG. 103

SINTESIS DE MM



La carga al reactor R-102 está constituida por metanol evaporado en el E-108, ácido sulfhídrico proveniente de la síntesis del mismo, ácido sulfhídrico recirculado de la sección y el dimetilsulfuro recirculado también desde el área de purificación.

La mezcla controlada en composición es transferida a el reactor donde se calienta en el precalentador eléctrico E-110.

La temperatura del reactor se mantiene en el rango de los 375°C, y es controlada por:

- Una mezcla de sales fundidas que intercambian calor por una chaqueta externa.
- Ventilador para aire de enfriamiento.
- Calentador de sales, E-111.

La salida del reactor intercambia calor con su efluente para hacer más eficiente el proceso. El efluente de reactor se enfría hasta 38°C antes de entrar al primer deshidratador T-106.

La sección de purificación comprende principalmente 4 columnas que son (Ver fig. 104).

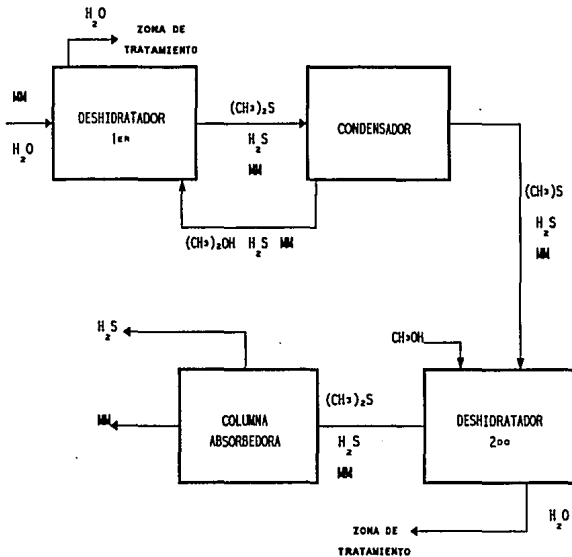
- T-106 Deshidratador primario
- T-107 Deshidratador secundario
- T-108 Desorbedor de ácido sulfhídrico
- T-109 Rectificador final

En el primer deshidratador se separa por destilación el agua formada durante la reacción, siendo el componente más pesado se recoge por los fondos de la columna y es enviada al TK-111. De donde se transfiere a la planta de tratamiento de agua del área de metionina.

Por los domos se colecta dimetilsulfuro, metilmercaptano, y ácido sulfhídrico principalmente. Esta mezcla se condensa mediante el condensador principal E-114. En este condensador prácticamente el ácido sulfhídrico permanece como gas. Parte del condensado obtenido sirve como reflujo a la torre T-106. El destilado proveniente de T-106 se alimenta al deshidratador secundario T-107.

FIG. 104

PURIFICACION DE MM



El propósito del deshidratador secundario es eliminar completamente la humedad remanente y que no pudo separarse en T-106. Lo anterior con la finalidad de que no se forme el hidrato de metilmercaptano y el hidrato de ácido sulfhídrico, pues de no hacerse sería inminente su formación en T-108, corriente abajo.

Para ello se refluye una corriente de metanol previamente enfriada a  $-5^{\circ}\text{C}$  y la corriente de flujo natural proveniente del condensador parcial E-116 ambas a  $-15^{\circ}\text{C}$ . Por los fondos se obtienen una mezcla rica en metanol, dimetilsulfuro y con toda el agua separada que se recircula al reactor R-103 previo calentamiento en E-121.

Los domos de la columna a  $-15^{\circ}\text{C}$  son enviados al agotador T-108.

En este agotador se separa todo el ácido sulfhídrico por los domos, el cual es comprimido antes de condensar el flujo requerido, enviando el producto al reactor R-102. La temperatura en los domos tiene un valor cercano a  $-60^{\circ}\text{C}$  y los fondos de  $19^{\circ}\text{C}$ .

Para condensar se utiliza amoníaco a  $-28.9^{\circ}\text{C}$ , por eso se requiere comprimir los domos antes de condensar



todos los requerimientos de enfriamiento se llevan a cabo con amoniaco líquido a  $-28.9^{\circ}\text{C}$  saturado utilizando un sistema de refrigeración normal.

Los fondos del agotador de ácido sulfhídrico son enviados al rectificador final T-109.

El rectificador final opera con una presión cercana a la atmosférica, por los domos se recoge el metilmercaptano con una pureza de 99 % siendo el resto metanol.

La mezcla es condensada con amoniaco líquido a una temperatura cercana a  $-5^{\circ}\text{C}$  y de ahí se transfiere a almacenamiento para uso posterior.

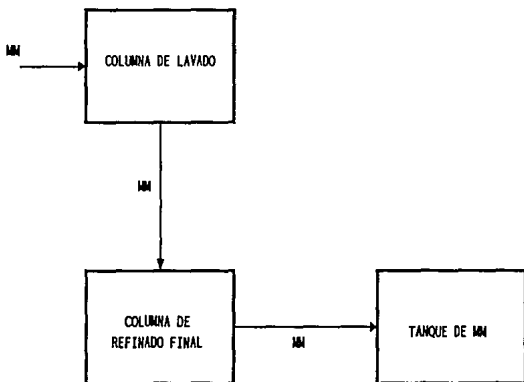
Los fondos están constituidos por una mezcla de metanol y dimetilsulfuro principalmente son obtenidos a  $38^{\circ}\text{C}$  y son enviados a recirculación en la entrada del reactor R-102 de metanol.

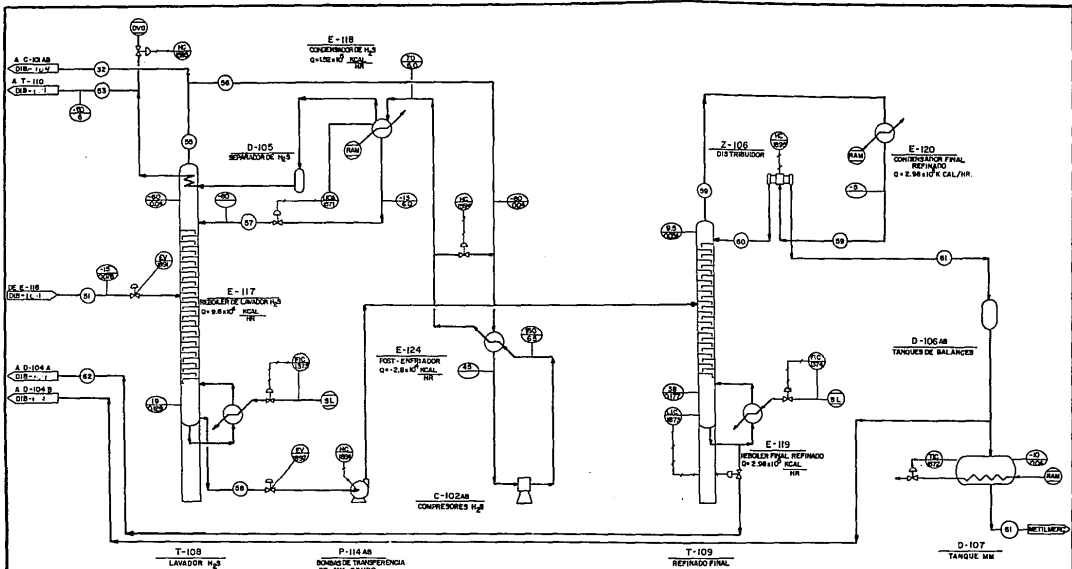
La planta cuenta con una unidad de refrigeración C-060 de 488 Ton-Ref, opera con amoniaco. El compresor trabaja con vapor saturado en la succión a  $-28.9^{\circ}\text{C}$  y descarga para condensar a  $41^{\circ}\text{C}$ . La presión corresponde a

la descarga del compresor y se controla en un rango de  
15.6 Kg/cm<sup>2</sup> man (Ver figs. 105 y 105 b).

FIG. 105 b

DESTILACION DE MM





CORRIENTE	FORMULA	MW	32	31	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42									
ACIDO SULFIDRICO	H <sub>2</sub> S	34	80	165.0	21.09	77.1	0.84	32.1	62.47	783.3	32.32	2096.9	31.58	298.8									
ALCOHOL METILICO	CH <sub>3</sub> OH	32	85		1.11	35.5						1.11	35.5	0.24	7.8	0.20	6.9	0.04	1.3	1.07	34.2		
A D U S	H <sub>2</sub> O	18	100																				
DIMETIL SULFURO	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	78	37	0.25	343.9							0.55	343.9								0.55	343.9	
METILMERCAPTANO	CH <sub>3</sub> SH	78	6	7.90	379.4							7.90	379.4	47.79	2296.0	33.52	1087.9	7.88	377.6	0.04	1.3		
LINEA F.E.S	H <sub>2</sub> O CON CH <sub>3</sub> SH			0.31	7.8	0.48	16.9	0.11	3.12	0.83	20.5	0.49	12.5	0.38	9.4								
TOTAL			20.48	692.8	30.07	1488.1	1.05	35.2	55.27	804.8	32.81	110.4	317.8	3296.2	24.56	788.8	47.43	2272.6	34.52	204.0	7.60	374.8	4.56

**NOTAS:**

1.- CAPACIDAD DE LA PLANTA:  
3000 TONS. METRICAS POR AÑO, BASADO EN  
330 DIAS POR AÑO.

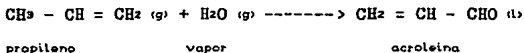
2.- LEYENDA:

TEMPERATURA °C  
 PRESION Kg/cm<sup>2</sup> O ó TORR  
 + Q = CARGA CALENTAMIENTO  
 - Q = CARGA ENFRIAMIENTO.  
 Δ = Kg. mol / Hr.  
 □ = Kg. / Hr.

### 4.3 PLANTA DE ACROLEINA

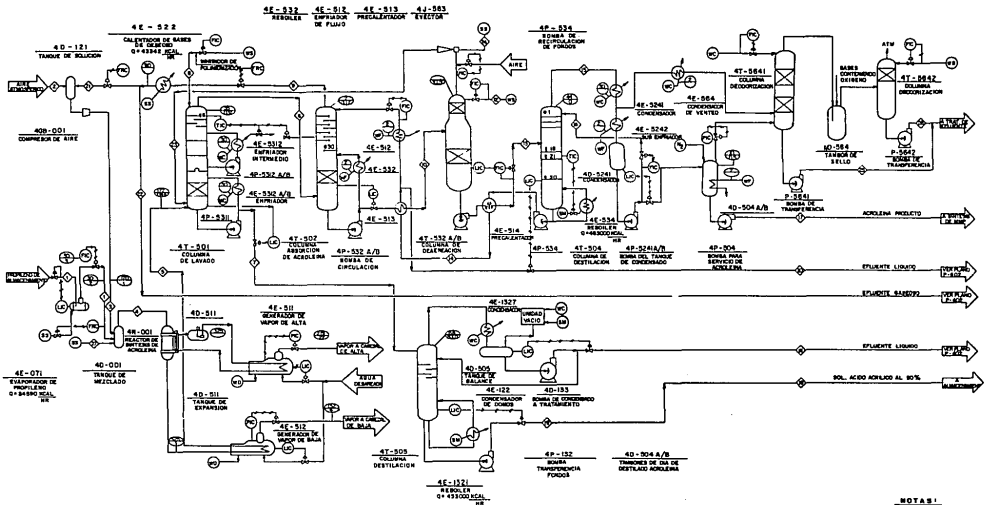
#### 4.3.1 SINTESIS DE ACROLEINA

##### SECCION DE ACROLEINA OXIDACION CATALITICA



El proceso de obtención de acroleina a partir de propileno hace uso de una corriente lateral gaseosa procedente del primer reactor de síntesis de ácido acrílico por lo que el proceso de acroleina se limita al sistema de separación y purificación de la corriente de proceso (Ver figs. 209 y 209 b).

La síntesis de acroleina se lleva a cabo de la siguiente forma: partiendo de propileno, se presenta una oxidación catalítica en fase gas con presencia de vapor en el reactor R-001 una vez llevada a cabo la reacción, la corriente de proceso se precalienta en R-002 para posteriormente será dividida en dos derivaciones, una de ellas será enviada a un segundo reactor y ahí sintetizará ácido acrílico mientras la otra derivación se envía a los fondos de la columna T-501 donde el ácido acrílico es



**RESUMEN**  
4E-522  
4E-512  
4E-513  
4E-514  
4E-515  
4E-516  
4E-517  
4E-518  
4E-519  
4E-520  
4E-521  
4E-522  
4E-523  
4E-524  
4E-525  
4E-526  
4E-527  
4E-528  
4E-529  
4E-530  
4E-531  
4E-532  
4E-533  
4E-534  
4E-535  
4E-536  
4E-537  
4E-538  
4E-539  
4E-540  
4E-541  
4E-542  
4E-543  
4E-544  
4E-545  
4E-546  
4E-547  
4E-548  
4E-549  
4E-550  
4E-551  
4E-552  
4E-553  
4E-554  
4E-555  
4E-556  
4E-557  
4E-558  
4E-559  
4E-560  
4E-561  
4E-562  
4E-563  
4E-564  
4E-565  
4E-566  
4E-567  
4E-568  
4E-569  
4E-570  
4E-571  
4E-572  
4E-573  
4E-574  
4E-575  
4E-576  
4E-577  
4E-578  
4E-579  
4E-580  
4E-581  
4E-582  
4E-583  
4E-584  
4E-585  
4E-586  
4E-587  
4E-588  
4E-589  
4E-590  
4E-591  
4E-592  
4E-593  
4E-594  
4E-595  
4E-596  
4E-597  
4E-598  
4E-599  
4E-600  
4E-601  
4E-602  
4E-603  
4E-604  
4E-605  
4E-606  
4E-607  
4E-608  
4E-609  
4E-610  
4E-611  
4E-612  
4E-613  
4E-614  
4E-615  
4E-616  
4E-617  
4E-618  
4E-619  
4E-620  
4E-621  
4E-622  
4E-623  
4E-624  
4E-625  
4E-626  
4E-627  
4E-628  
4E-629  
4E-630  
4E-631  
4E-632  
4E-633  
4E-634  
4E-635  
4E-636  
4E-637  
4E-638  
4E-639  
4E-640  
4E-641  
4E-642  
4E-643  
4E-644  
4E-645  
4E-646  
4E-647  
4E-648  
4E-649  
4E-650  
4E-651  
4E-652  
4E-653  
4E-654  
4E-655  
4E-656  
4E-657  
4E-658  
4E-659  
4E-660  
4E-661  
4E-662  
4E-663  
4E-664  
4E-665  
4E-666  
4E-667  
4E-668  
4E-669  
4E-670  
4E-671  
4E-672  
4E-673  
4E-674  
4E-675  
4E-676  
4E-677  
4E-678  
4E-679  
4E-680  
4E-681  
4E-682  
4E-683  
4E-684  
4E-685  
4E-686  
4E-687  
4E-688  
4E-689  
4E-690  
4E-691  
4E-692  
4E-693  
4E-694  
4E-695  
4E-696  
4E-697  
4E-698  
4E-699  
4E-700  
4E-701  
4E-702  
4E-703  
4E-704  
4E-705  
4E-706  
4E-707  
4E-708  
4E-709  
4E-710  
4E-711  
4E-712  
4E-713  
4E-714  
4E-715  
4E-716  
4E-717  
4E-718  
4E-719  
4E-720  
4E-721  
4E-722  
4E-723  
4E-724  
4E-725  
4E-726  
4E-727  
4E-728  
4E-729  
4E-730  
4E-731  
4E-732  
4E-733  
4E-734  
4E-735  
4E-736  
4E-737  
4E-738  
4E-739  
4E-740  
4E-741  
4E-742  
4E-743  
4E-744  
4E-745  
4E-746  
4E-747  
4E-748  
4E-749  
4E-750  
4E-751  
4E-752  
4E-753  
4E-754  
4E-755  
4E-756  
4E-757  
4E-758  
4E-759  
4E-760  
4E-761  
4E-762  
4E-763  
4E-764  
4E-765  
4E-766  
4E-767  
4E-768  
4E-769  
4E-770  
4E-771  
4E-772  
4E-773  
4E-774  
4E-775  
4E-776  
4E-777  
4E-778  
4E-779  
4E-780  
4E-781  
4E-782  
4E-783  
4E-784  
4E-785  
4E-786  
4E-787  
4E-788  
4E-789  
4E-790  
4E-791  
4E-792  
4E-793  
4E-794  
4E-795  
4E-796  
4E-797  
4E-798  
4E-799  
4E-800  
4E-801  
4E-802  
4E-803  
4E-804  
4E-805  
4E-806  
4E-807  
4E-808  
4E-809  
4E-810  
4E-811  
4E-812  
4E-813  
4E-814  
4E-815  
4E-816  
4E-817  
4E-818  
4E-819  
4E-820  
4E-821  
4E-822  
4E-823  
4E-824  
4E-825  
4E-826  
4E-827  
4E-828  
4E-829  
4E-830  
4E-831  
4E-832  
4E-833  
4E-834  
4E-835  
4E-836  
4E-837  
4E-838  
4E-839  
4E-840  
4E-841  
4E-842  
4E-843  
4E-844  
4E-845  
4E-846  
4E-847  
4E-848  
4E-849  
4E-850  
4E-851  
4E-852  
4E-853  
4E-854  
4E-855  
4E-856  
4E-857  
4E-858  
4E-859  
4E-860  
4E-861  
4E-862  
4E-863  
4E-864  
4E-865  
4E-866  
4E-867  
4E-868  
4E-869  
4E-870  
4E-871  
4E-872  
4E-873  
4E-874  
4E-875  
4E-876  
4E-877  
4E-878  
4E-879  
4E-880  
4E-881  
4E-882  
4E-883  
4E-884  
4E-885  
4E-886  
4E-887  
4E-888  
4E-889  
4E-890  
4E-891  
4E-892  
4E-893  
4E-894  
4E-895  
4E-896  
4E-897  
4E-898  
4E-899  
4E-900  
4E-901  
4E-902  
4E-903  
4E-904  
4E-905  
4E-906  
4E-907  
4E-908  
4E-909  
4E-910  
4E-911  
4E-912  
4E-913  
4E-914  
4E-915  
4E-916  
4E-917  
4E-918  
4E-919  
4E-920  
4E-921  
4E-922  
4E-923  
4E-924  
4E-925  
4E-926  
4E-927  
4E-928  
4E-929  
4E-930  
4E-931  
4E-932  
4E-933  
4E-934  
4E-935  
4E-936  
4E-937  
4E-938  
4E-939  
4E-940  
4E-941  
4E-942  
4E-943  
4E-944  
4E-945  
4E-946  
4E-947  
4E-948  
4E-949  
4E-950  
4E-951  
4E-952  
4E-953  
4E-954  
4E-955  
4E-956  
4E-957  
4E-958  
4E-959  
4E-960  
4E-961  
4E-962  
4E-963  
4E-964  
4E-965  
4E-966  
4E-967  
4E-968  
4E-969  
4E-970  
4E-971  
4E-972  
4E-973  
4E-974  
4E-975  
4E-976  
4E-977  
4E-978  
4E-979  
4E-980  
4E-981  
4E-982  
4E-983  
4E-984  
4E-985  
4E-986  
4E-987  
4E-988  
4E-989  
4E-990  
4E-991  
4E-992  
4E-993  
4E-994  
4E-995  
4E-996  
4E-997  
4E-998  
4E-999  
4E-1000

COMPONENTE	FORMULA	P.W.	C.E.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
ACETALDEHIDRO	CH <sub>3</sub> CHO	44.05	22.02																												
ACETONA	CH <sub>3</sub> CO	58.08	29.04																												
AC. ACETICO	CH <sub>3</sub> COOH	60.05	30.02																												
AC. VALERICO	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	74.08	37.04																												
AC. BUTIRICO	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	72.08	36.04																												
AC. PROPIONICO	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	74.08	37.04																												
AC. FORMICO	HCOOH	46.03	23.01																												
AC. GLICOLICO	HOCH <sub>2</sub> COOH	76.05	38.02																												
AC. OXALICO	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	90.04	45.02																												
AC. MALONICO	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub>	104.07	52.03																												
AC. SUCCINICO	C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub>	112.07	56.03																												
AC. FUMARICO	C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	110.07	55.03																												
AC. MALONICO	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub>	104.07	52.03																												
AC. GLUCONICO	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub>	176.12	88.06																												
AC. SACARICO	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	180.16	90.08																												
AC. GLUCONICO	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub>	176.12	88.06																												
AC. SUCCINICO	C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub>	112.07	56.03																												
AC. FUMARICO	C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	110.07	55.03																												
AC. MALONICO	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub>	104.07	52.03																												
AC. OXALICO	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	90.04	45.02																												
AC. MALONICO	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>4</sub>	104.07	52.03																												



removido por condensación y absorción al encontrarse en la sección de condensación de la columna con un empaque de 3" de anillos pall, además de la corriente de recirculación del líquido del fondo a través de P-5311 y enfriado por E-5311 condensado al ácido acrílico en esta sección.

Por otro lado la acroleína absorbida en la sección superior de T-501, consistente en 8 etapas de trenes perforados incluyendo una sección empacada de 2" de anillos rasching con la hidroquinona que es alimentada en esta sección procedente del tanque inhibidor TK-451 para prevenir la polimerización, una vez absorbido todo el ácido acrílico se condensa y baja a través del T-501 siendo enviado entonces como sigue, una parte de los fondos a recuperación de acrílico en la columna T-101 con la finalidad de separarlo de la hidroquinona y otra parte se recircula.

El gas separado se introduce a la columna de absorción de acroleína T-502 en la cual es condensado el producto como solución acuosa de acroleína al 4% en peso, esto debido al tiempo de contacto entre los fluidos ya que la columna esta implementada con 30 platos perforados así como una sección empacada de 2" de anillos rasching absorbiéndose fácilmente la acroleína, los gases de



desecho que salen en los domos contienen una pequeña cantidad de acroleína, acetaldehído y etileno que no reaccionó y pasan a ser recalentados a través del E-522 para luego ser enviado al incinerador de gas de desecho F-003.

El pH del líquido de esta columna debe estar controlado en un rango de 3-4 para prevenir la polimerización y la formación de sus productos pesados.

La mayor parte de la corriente de proceso se envía a la columna de deaeración T-503 previo calentamiento hasta 60°F, mientras el restante sufre un enfriamiento y se introduce nuevamente a la sección media del absorbedor T-502.

La corriente principal de proceso se alimenta a la sección media de la columna de deaeración, en su sección baja, se observa la remoción total del aire mediante la corriente de agua de proceso que se introduce en los domos bajando a través de un lecho de 1" de anillos rasching para posteriormente, exento de oxígeno inicializar la polimerización de la acroleína. De esta manera el oxígeno retirado es enviado a los fondos del T-501 para su tratamiento.

#### 4.3.2 PURIFICACION DE ACROLEINA

Uno de los últimos pasos corresponde a la purificación de acroleína, cuando la corriente líquida obtenida del deaerador se introduce a la columna final T-504 en la cual es obtenida la acroleína pura previo calentamiento en el E-514 AB para posteriormente introducirla al plato No. 18 de la columna final con una temperatura aprox. de 75°C dentro del perfil de la temperatura correspondiente a los 30 platos de que consta el equipo. Además la columna es operada atmosféricamente obteniéndose la acroleína como producto de la destilación y siendo enviada posteriormente hacia una serie de enfriadores que operan con agua de enfriamiento hasta alcanzar una temperatura de 15°C facilitando la recuperación de los productos fuera de especificación a tiempo de inicializar o cortar el flujo, estos productos son recirculados a la columna de deaeración.

Asimismo el agua obtenida en los fondos del T-504 es enviada de regreso a la columna de absorción de acroleína a través de una serie de cambiadores de calor E-514AB, E-513, E-512 aprovechando su carga térmica ya que su temperatura disminuye de 94°C hasta 5°C.

#### 4.3.3 DEODORIZACION

Los gases de la destilación se hacen llegar a las columnas de deodorización T-5641 y T-5642, en donde los gases de desechos de los pasos anteriores son removidos por lavado logrando disminuir el olor. Aquellos gases que no contienen oxígeno son enviados a la columna T-51 para su tratamiento y aquellos gases de venteo conteniendo oxígeno son enviados al tambor de sello D-564 y posteriormente una vez tratadas son enviadas al quemador F-003 por medio del soplador GB-564.

El agua de los fondos del T-5641 que contiene una cantidad apreciable de acroleína se recircula a la columna de deaereación.

#### 4.3.4 REFRIGERACION

En el tanque de balance para agua de enfriamiento se suministra agua a 2°C la cual es usada para enfriar el agua absorbente en los equipos T-502. La absorción de acroleína a través del enfriador de la alimentación superior para ser finalmente almacenada en este equipo con una atmósfera de nitrógeno.

#### 4.3.5 TRATAMIENTO DE EFLUENTES LIQUIDOS Y GASEOSOS

Este proceso es para el tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos y está caracterizado por el ahorro en el consumo de combustible auxiliar.

Para la reducción en el consumo de combustible en el incinerador, es deseable la preconcentración de la alimentación tan alto como sea posible. Excepto en el caso 1, la razón de preconcentración del efluente líquido inorgánico no es bastante debido a la limitación del calor que puede ser utilizado.

En el caso 1, esto es posible de conseguir calentando lo suficiente el preconcentrado del efluente líquido inorgánico. De éstos el más económico de los procedimientos de concentración se da por combinación del proceso de tratamiento del efluente líquido y del tratamiento de efluentes gaseosos.

El efluente líquido inorgánico se introduce a l sistema de evaporación a vacío de doble efecto consistente del evaporador (4E-566), evaporador (4E-567), condensador (4E-568) y del sistema de vacío constituido por los equipos 4P-515 y 4P-514 bombas de vacío y agua de sello respectivamente, así como del tanque 4TE-568.

El efluente líquido inorgánico es preconcentrado en este sistema utilizando el calor involucrado en los gases de combustión provenientes del incinerador (4F-0010).

El efluente líquido orgánico, el aceite efluente y el preconcentrado del efluente líquido inorgánico son bombeados al incinerador de líquido (4F-001) el cual a condiciones de operación aproximadas a 950°C descompone totalmente los compuestos orgánicos en los efluentes.

El gas de combustión incluyendo las sales fundidas es inyectado al tanque de apagado (4TK-565), y es enfriado alrededor de 85°C por contacto directo con la solución en ese punto.

Las sales de sodio recuperadas en el tanque de apagado (4TK-565) simultáneamente, alcanzan el 1.5% en peso de la solución y es descargado fuera de la planta.

El gas de combustión que fluye desde el tanque de apagado (4TK-565) es enviado al lavador venturi (4T-5465) donde una pequeña cantidad de sales de sodio remanentes en el gas de combustión, estas sales son descargadas a la atmósfera.

El efluente gas es alimentado al incinerador de gas y posteriormente precalentado, utilizando para ello el calor involucrado en los gases de combustión provenientes del incinerador de gases (4E-002).

Este incinerador es operado alrededor de 800°C descomponiendo totalmente los compuestos orgánicos en el efluente gas, esperando que se descompongan en CO<sub>2</sub> y CO.

El gas de combustión va a través del calentador de gas de desecho (4E-570) y al intercambiador (4E-571) siendo posteriormente descargado a la atmósfera.





La acroleína se recibe del almacenamiento a 10°C y se envía en forma líquida hacia la parte superior del lecho empacado inferior del reactor R-301.

Para controlar la temperatura de la reacción, que es exotérmica, se mantiene una recirculación del producto formado. Esta recirculación es enfriada mediante el K-301 antes de ser retornada al reactor. De esta forma el calor de reacción es removido y la temperatura controlada.

El reactor R-301 tiene dos lechos de empaque, el inferior donde se lleva a cabo la mayor parte de la conversión de la reacción y uno superior que garantiza la conversión total y evita la emisión de vapores de metilmercaptano y acroleína al sistema de desfuegos.

El producto obtenido de la reacción se transfiere a la columna T-401. En esta columna empacada se separan los componentes con menor punto de ebullición que el MA.

Los destilados obtenidos se condensan en la columna de contacto directo T-402 y son recirculados a través del enfriador K-401 que utiliza salmuera a -3°C como medio enfriante.

Los componentes volátiles separados y condensados en el sistema de T-401, una vez enfriados son enviados a la planta de tratamiento de efluentes líquidos. Donde se oxidan antes de ser descargados.

Los fondos de la columna T-401, integrados básicamente por el MA y su dímero se transfieren a un evaporador de película, T-403, aquí son separados por evaporación, el MA de su dímero.

El MA evaporado se condensa en el cambiador E-402 y es transferido al tanque de almacenamiento TK-405, donde se almacena a 10°C en una atmósfera inerte con nitrógeno.

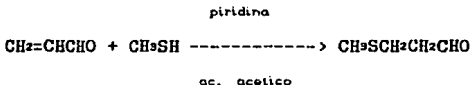
El dímero obtenido se colecta en el tanque TK-401 de donde se transfiere al incinerador localizado en la planta de tratamiento de efluentes.

Tanto la separación de volátiles como la separación del dímero se llevan a cabo a una presión de 14 Torr, y el vacío se logra mediante un grupo de eyectores y condensadores en tres etapas.

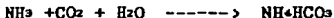
#### 4.5 PLANTA DE METIONINA

La metionina es producida a través de 5 reacciones químicas. A continuación se describen brevemente estas 5 reacciones.

La acroleína reacciona con, metilmercaptano bajo la presencia de un catalizador que sintetiza  $\beta$ -metil-mercapto-propion-aldehído (se muestra por la siguiente fórmula química).

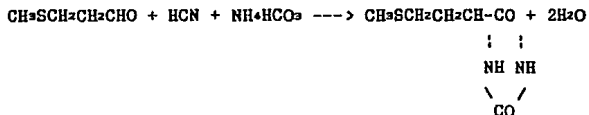


En otra parte el dióxido de carbono y el agua de proceso son adicionadas a la solución de amonio alrededor de la hidrólisis alcalina para producir bicarbonato de amonio.

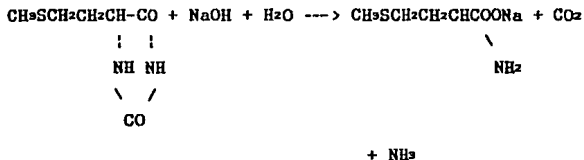


Después de la destilación, y sintetizado el MA, ácido cianhídrico y bicarbonato de amonio son adicionados al destilado, MA para producir 5-( $\beta$ -metil-mercaptoetil)-hidantoina. Se muestra

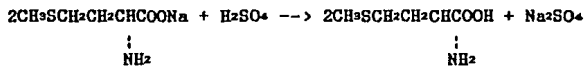
químicamente así :



El metionato de sodio es producido a través de hidrólisis alcalina, la cual toma lugar por reacción de N-hidantoina con sosa cáustica.



Después de haber hidrólisis alcalina, el ácido sulfúrico es adicionado al metionato de sodio para neutralización, produciendo metionina más sulfato de sodio.



El producto metionina, llega a ser metionina después de cristalizar, filtrar y secar.

La producción de bicarbonato de amonio está sujeta a la reacción de hidantoina.

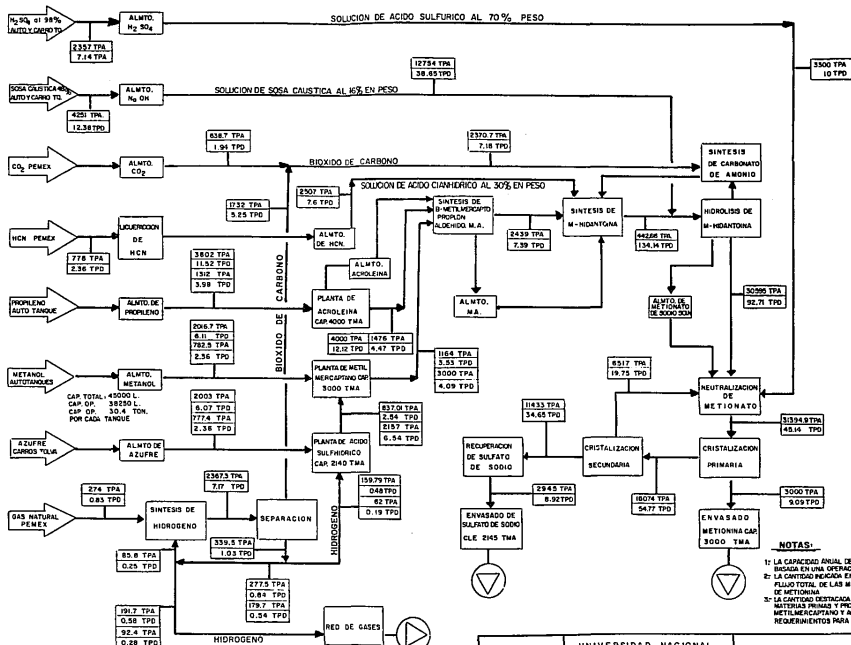
De acuerdo con el diagrama de bloques (figs. 200 y 200 b) del proceso de metionina, incluye alrededor de 5 reacciones químicas, y de siete secciones. Una breve explicación de cada sección se muestra a continuación.

En la sección de MA el metilmercaptano gaseoso reacciona con acroleína líquida en presencia de la mezcla catalítica de piridina y ácido acético.

Las sustancias de bajo punto de ebullición más volátiles que el MA (llamados LB) son sustancias que no reaccionan contenidas en el producto de la reacción y que junto con el catalizador son separados en una columna de destilación.

Cada sustancia de alto punto de ebullición y menor volatilidad que el MA (llamado LB) obtenida como subproducto es separada en otra columna de destilación.

El MA cercano a su punto de destilación es introducido a la sección de hidantonina con 30% en peso de ácido cianhídrico, solución de bicarbonato de sodio y MA son cargados dentro del reactor de hidantonina.

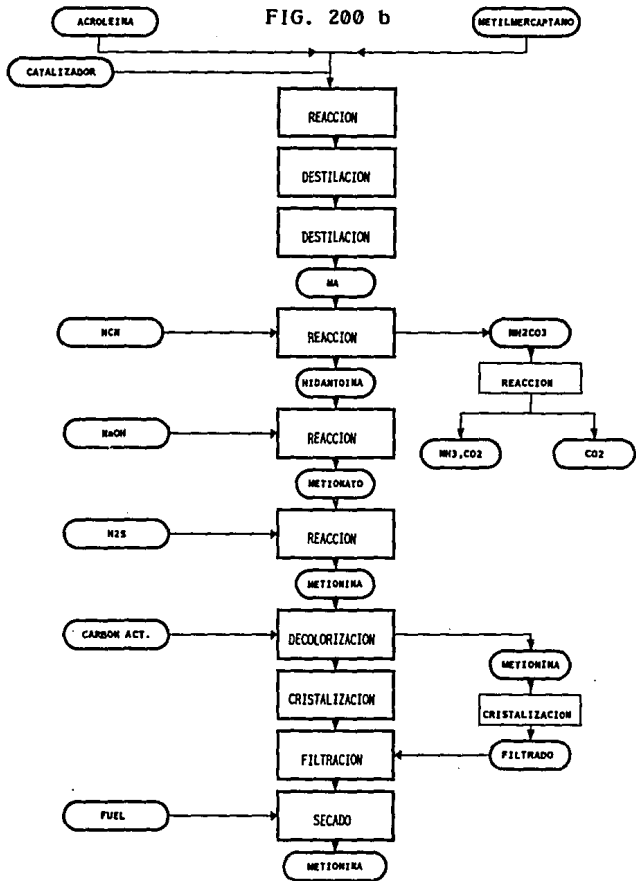


- NOTAS:**
- 1: LA CAPACIDAD ANUAL DE LA PLANTA DE METIONINA ESTA BASADA EN UNA OPERACION DE 330 DIAS POR AÑO
  - 2: LA CANTIDAD INDICADA EN LAS CORRIENTES CORRESPONDE AL FLUJO TOTAL DE LAS MISMAS HAY UNA CAPACIDAD DE 3000 TMA DE METIONINA
  - 3: LA CANTIDAD DESTACADA EN LAS CORRIENTES DE ALIMENTACION DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTO PARA LAS PLANTAS DE ACOLEINA, METILMERCAPTANO Y ACIDO SULFURICO, CORRESPONDEN A LOS REQUERIMIENTOS PARA LA CAPACIDAD DE DICHAS PLANTAS.

TESIS PROFESIONAL	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	DIAGRAMA DE BLOQUES
INGENIERO QUIMICO	ENE P ZARAGOZA	
	J.F. BRAVO ROMERO M.A. MALDONADO V.	DIBUJO No. 200
		1993

# DIAGRAMA DE BLOQUES

FIG. 200 b



Después, solubilizando por calentamiento, la materia prima que estaba en una fase heterogénea pasa a una fase homogénea, la reacción de hidantoina toma lugar.

Obteniéndose M-hidantoina, la solución es mezclada con 16% en peso de solución de sosa cáustica, y la de la mezcla resultante es llevada a alta presión y alta temperatura para obtener la solución de metionato de sodio.

En la siguiente sección, de cristalización primaria, la metionina es cristalizada de la solución de metionina decolorizada con cristalización al vacío.

Los cristales de metionina son separados con un separador centrífugo y la "torta" de cristal es transferida a la sección de secado.

En la sección de secado los cristales forman una torta la cual es secada con aire caliente, este es calentado por combustión de aceite, usando un secador flash.

El filtrado separado en la sección de cristalización primaria es cristalizado con cristalizadores después de empezar la concentración otra vez en la sección de



cristalización secundaria.

Los cristales secundarios son separados por un separador centrífugo.

Después del filtrado, el tamaño del cristal secundario es disuelto en agua de proceso y la solución que resulta es transferida a la sección de decolorización para su reuso.

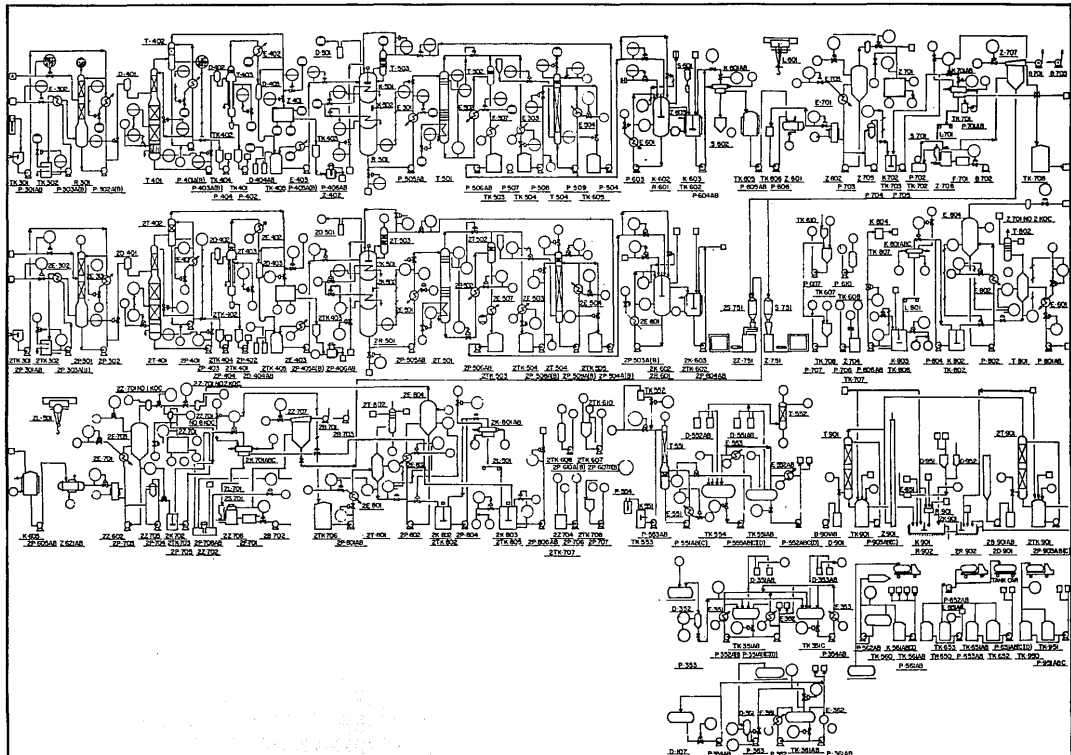
En la sección de bicarbonato de amonio, el dióxido de carbono y agua, que son generados por reacción de condensados. El agua es adicionada al condensarse en la mezcla de la solución a sintetizar, bicarbonato de amonio y haciendo dióxido de carbono reacciona bajo una presión elevada. La solución resultante es transferida a la sección de hidantoina y el bicarbonato de amonio para reuso.

La disposición de la sección de desecho consiste de venteo de gas y tratamiento de agua de desecho. En el anterior sistema se usa una solución de hipoclorito de sodio, acroleína, cianuro de hidrógeno y gas metilmercaptano, los cuales son descargados al proceso (Ver fig. 307).



El sistema último es dañino en la descarga de la solución, por ello se usa un solución de hipoclorito de sodio.

En seguida se describen los procesos para la manufactura de metionina (Ver fig. 200 A).



<b>TESIS PROFESIONAL</b> INGENIERO QUIMICO	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO</b> ENEP ZARAGOZA	<b>DIAGRAMA GENERAL DE FLUJO DE PROCESO</b> J. P. BRAVO ROMERO M. A. MALDONADO V.	DIBUJO No. 200 A	1983
---	---	---	------------------	------

#### 4.5.1 SECCION DE $\beta$ -METILMERCAPTOPROPION ALDEHIDO (MA)

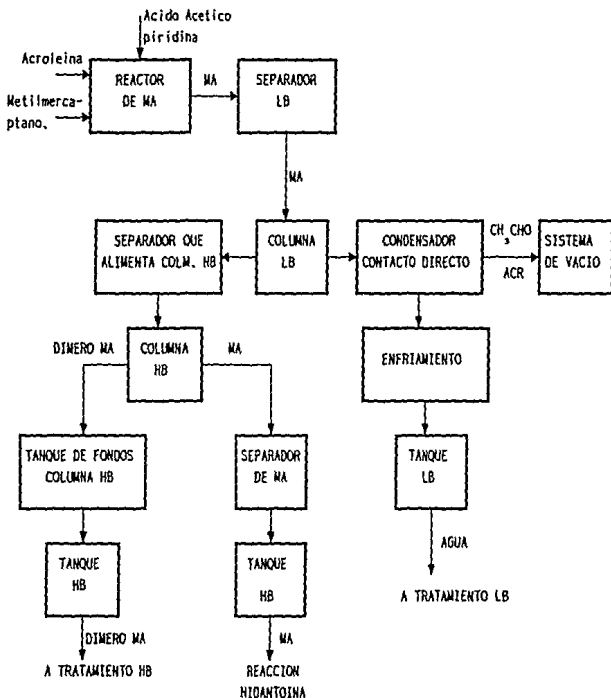
La acroleína y el metilmercaptano (MM) crudos, son transportados en carros tanques en forma líquida y recibidos en tanques de almacenamiento de acroleína y MM respectivamente a 10°C. El ácido acético y la piridina son mezclados en el tanque de catálisis para preparar el catalizador (Ver figs. 201 y 201 b).

La acroleína es alimentada a la parte media del reactor de MA en forma líquida, mientras que el metilmercaptano es alimentado en el fondo del reactor de MA en forma gaseosa via evaporador de MM. El catalizador es alimentado al reactor para llevar a cabo la reacción a 65°C bajo presión atmosférica y así sintetizar la metionina. La mezcla de reacción es reciclada, removida y calentada en el enfriador del reactor de MA.

El MA sintetizado es separado dentro de la columna separadora LB en gas y líquido alimentándose en la parte media de la columna para destilación a vacío. Los materiales de bajo punto de ebullición (LB) son separados por ebullición en la columna LB para obtener MA crudo libre de LB. Este destilado es condensado en la columna DCC y los condensados son reciclados a través del intercambiador de calor para enfriamiento. Una parte de



FIG. 201 b  
 SINTESIS DE MA  
 Y PURIFICACION



los LB reciclados son refluídos a la columna LB mientras que el exceso de LB son transferidos a los tanques de HB.

El MA crudo es separado dentro de la columna HB en gas y líquido siendo la alimentación por el tope, para destilación a vacío donde los materiales de alto punto de ebullición (HB) son separados. El destilado de MA es transferido al tanque de MA después de que han sido condensados los HB en el condensador de la columna. Los HB son transferidos al tanque HB a través de una pierna barométrica y los fondos de la columna al tanque.



#### 4.5.2 SECCION DE HIDANTOINA E HIDROLISIS

La solución acuosa de ácido cianhídrico al 30% en peso es almacenada en el tanque de solución HCN. El MA, el ácido cianhídrico y bicarbonato de amonio son alimentados a la zona de solubilización del reactor de hidantoina en forma líquida para ser solubilizado por calentamiento a 76°C la mitad de bicarbonato de amonio es alimentado al reactor a través del lavador de HCN aunque el HCN gas y amoniaco gas pueden ser absorbidos fuera del sistema. Los gases que no fueron absorbidos serán guiados al lavador de gas para neutralización (Ver figs. 202 y 202 b).

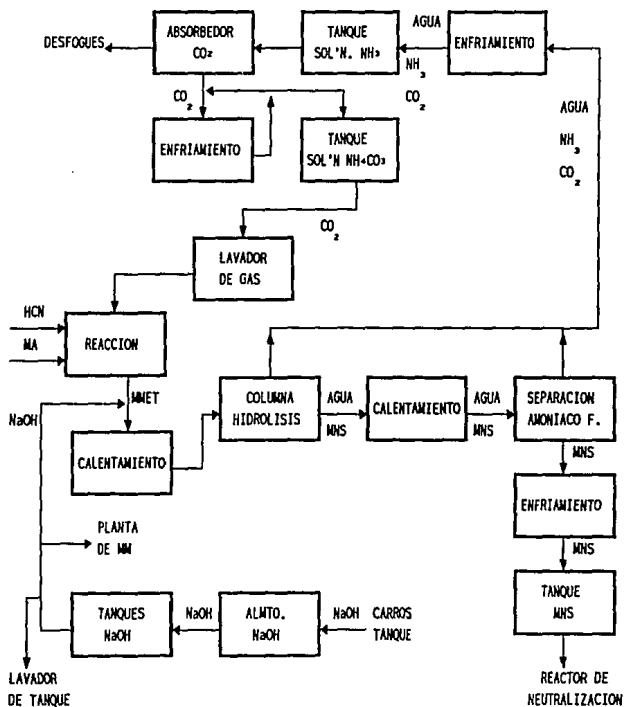
Los reactantes líquidos son solubilizados en la zona de reacción de hidantoina del reactor para producir una solución de M-hidantoina después de haber sido calentados arriba de 85°C en la zona de precalentamiento del reactor.

La sosa cáustica al 16% en peso es adicionada a la solución de M-hidantoina y es alimentada a la columna de hidrólisis después de haber sido calentada en el precalentador de hidrólisis. La solución que ha sido calentada arriba de 185°C se alimenta en los fondos de la columna de hidrólisis donde se hidroliza a presión de 10 Kg/cm<sup>2</sup> g para obtener el líquido hidrolizado. Los gases



FIG. 202 b SINTESIS DE HIDANTOINA

HIDROLISIS DE HIDANTOINA Y ABSORCION DE CO<sub>2</sub>



generados por la reacción son venteados en el tope de la columna.

El líquido hidrolizado obtenido es calentado en el calentador flash amoniaco y es concentrado en el separador flash amoniaco por evaporación flash, para obtener alrededor del 12 % en peso de una solución de metionato de sodio. La solución obtenida es almacenada en el tanque de almacenamiento después de ser enfriada a 80° C en el enfriador de metionato de sodio.

Los gases generados en la columna de hidrólisis en el separador flash amoniaco son condensados y procesados en el condensador de amoniaco y almacenados en el tanque de solución de amonio.

#### 4.5.3 SECCION DE BICARBONATO DE AMONIO

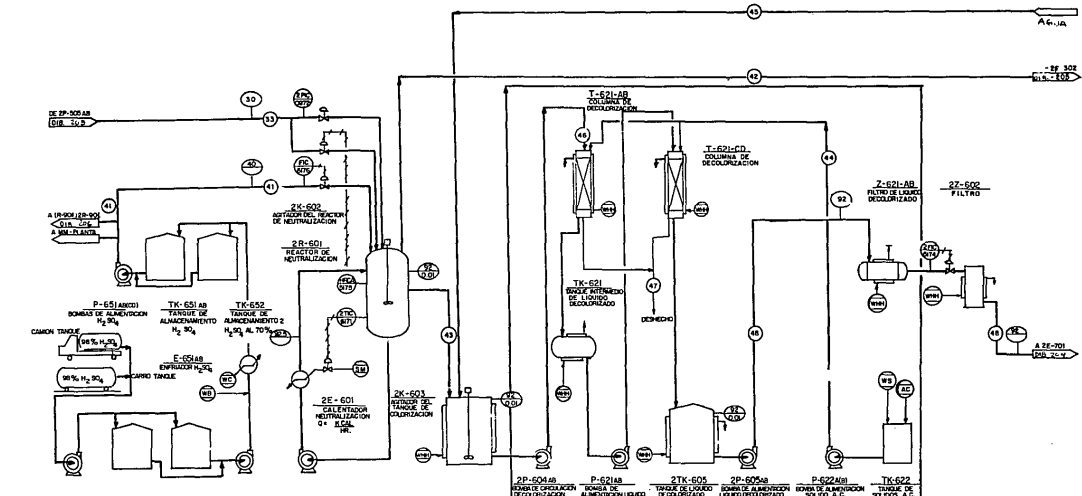
La solución recuperada de amonio es transferida al absorbedor químico de CO<sub>2</sub>, donde se le inyecta bióxido de carbono gas. La reacción toma lugar a 25°C y 2.3 Kg/ cm<sup>2</sup> g y produce bicarbonato de amonio en solución. Mientras que la mezcla de la reacción es reciclada a través del enfriador, una parte de la solución es transferida al tanque de solución de bicarbonato de amonio para almacenamiento hasta que esta es alimentada al reactor de hidantoina.

#### 4.5.4 SECCION DE NEUTRALIZACION

La solución de metionato de sodio es introducida del tanque de metionato de sodio al reactor de neutralización donde ácido sulfúrico al 70 % en peso es alimentado. La solución mezclada es calentada arriba de 92°C por el calentador de neutralización, mientras es circulado. La reacción de neutralización toma lugar a presión normal para obtener líquido neutralizado que contiene metionina y sulfato de sodio. El gas generado en el reactor se envía al lavador deodorizador, donde el gas es lavado con agua y venteado al aire (Ver figs. 203 y 203 b).

El líquido neutralizado es introducido a través de un tubo al tanque de decolorización, donde los cristales secundarios son reciclados a la sección de cristalización secundaria. El carbono activado es adicionado a la solución mezclada en la tolva a través de una válvula rotatoria y la solución es agitada para ser decolorada.

El carbón usado es separado por el carbón activado en el separador centrífugo. El filtrado es enviado al tanque de líquido decolorizado, y además es filtrado a través de un Ultra-filtro y un Cuno-filtro para obtener el líquido decolorizado limpio. Los desechos de carbón removidos son almacenados en una tolva temporal de



P-652 AB BOMBA DE DESCARGA H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 TK-650 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE H<sub>2</sub>O AL 98%  
 TK-653 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE H<sub>2</sub>O AL 98%  
 P-653 AB BOMBA DE ALMACENAMIENTO DE H<sub>2</sub>O AL 98%  
 2P-603A/B BOMBAS DE NEUTRALIZACION  
 2TK-602 TANQUE DE DECOLORIZACION

- NOTAS:**
- 1: CAPACIDAD DE LA PLANTA 3000 TMA BASADO EN 330 DIAS DE OPERACION POR AÑO
  - 2: LEYENDAS
    - TEMPERATURA °C
    - ⊖ PRESION Kg/Cm<sup>2</sup>
    - +Q CARGA DE CALENTAMIENTO
    - 3: LAS CONDICIONES DE TEMPERATURA Y PRESION DE OPERACION ESTAN DADAS.
    - △ = Kg. mol/Hr.
    - = Kg./Hr.

CORRIENTE	FORMULA	NM	PB	3.3	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8
DEBIDO DE CARBONO	CO <sub>2</sub>	44.1	7.8	0.03	0.03	3.38	144.51					
AMONIACO	NH <sub>3</sub>	17.03	3.06	1.15	0.001	144.51						
ASIA		116	100	63.6	325.6	4.34	24.28	0.71	10.87	100.94	35.00	
DIAMONIO-NA	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O	60.05	2.08	0.001	0.01	0.001	31.03			37.81	258.3	107.72
METANOLO DE SODIO	CH <sub>3</sub> OH	32.04	1.71	2.71	0.001							307.26
METANOL METILICO	CH <sub>3</sub> OH	32.04	1.63			2.69	16.08		0.14	18.2	1.37	35.00
METANOL METILICO	CH <sub>3</sub> OH	32.04	1.43									3.354
UREA	CH <sub>2</sub> (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	60.06	1.91	0.58	0.01				0.567	20.87		
UREA	CH <sub>2</sub> (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	60.06	1.91							3.43	75.93	
ACIDO SULFURICO	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	5.8			2.97	29.70					
FORMATO DE SODIO	NaHCO <sub>2</sub>	68	0.56	0.44					2.98	10.21		
DIACRATO DE SODIO	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	5.8	3.08	0.28							
BICLATO DE SODIO	NaHCO <sub>3</sub>	84	14.2			2.97	29.70		0.54	13.11	29.3	
CLORURO ACTIVADO	Cl <sub>2</sub>	71	14.2						0.43	2.22		
METANO DIAMONIO	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O	60.05										

TIPO DE PLANTA	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	NEUTRALIZACION Y DECOLORIZACION
INGENIERO QUIMICO	J.F. BRAVO ROMERO M.A. MALDONADO Y ZARAGOZA	DIBUJO No. 208

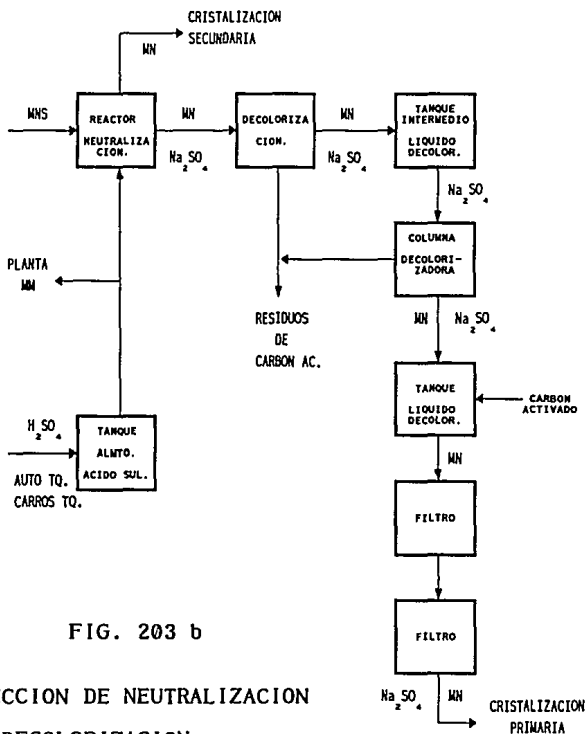


FIG. 203 b

SECCION DE NEUTRALIZACION  
Y DECOLORIZACION



desechos de carbón y se descargan periódicamente.

#### 4.5.5 SECCION DE CRISTALIZACION PRIMARIA

En esta sección el líquido decolorizado es alimentado al cristalizador primario, circulado y calentado por el calentador de cristalización primaria y evaporados a 45 Torr, 40°C donde cristaliza la metionina. Los sólidos de metionina son introducidos al tanque primario de sólidos a través del filtro primario de sólidos, el separador centrífugo de cristales primarios separa la metionina cristalizada mientras que los sólidos son circulados a través del tanque de sólidos. El licor madre con los cristales de metionina es lavado a 40°C con agua de proceso, después del lavado es colectado en el tanque disolvedor primario. La torta húmeda separada es transportada a la tolva de torta húmeda por una banda transportadora, mientras que el filtrado es enviado al tanque de filtrado de cristalización primaria (Ver figs. 204 y 204 b).



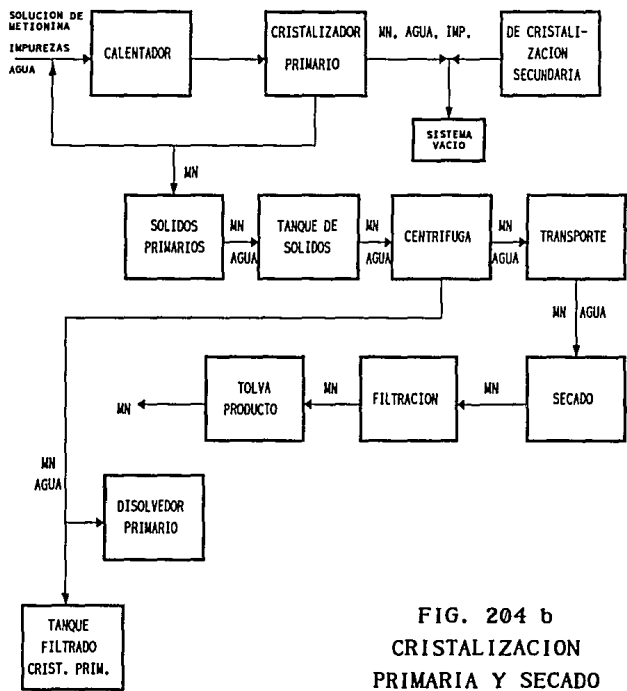


FIG. 204 b  
CRISTALIZACION  
PRIMARIA Y SECADO

#### 4.5.6 SECCION DE SECADO

La metionina húmeda es enviada a la tolva, donde se alimenta al secador y se alimenta en los fondos de la tolva, y el secador flash con aire caliente calentado en el horno en el cual el aire es soplado al horno por el soplador de aire. El aire enfriado es adicionado a la salida del secador a la temperatura mas baja que la del aire caliente, llegando al secador, de 100°C a 65°C. La metionina es enviada a un filtro bolsa donde la metionina seca se separa. El producto metionina es enviado a la tolva de productos a través de una válvula rotatoria para almacenar y empaquetar.

El aire caliente del filtro bolsa es expulsado a la atmósfera por el soplador de aire.

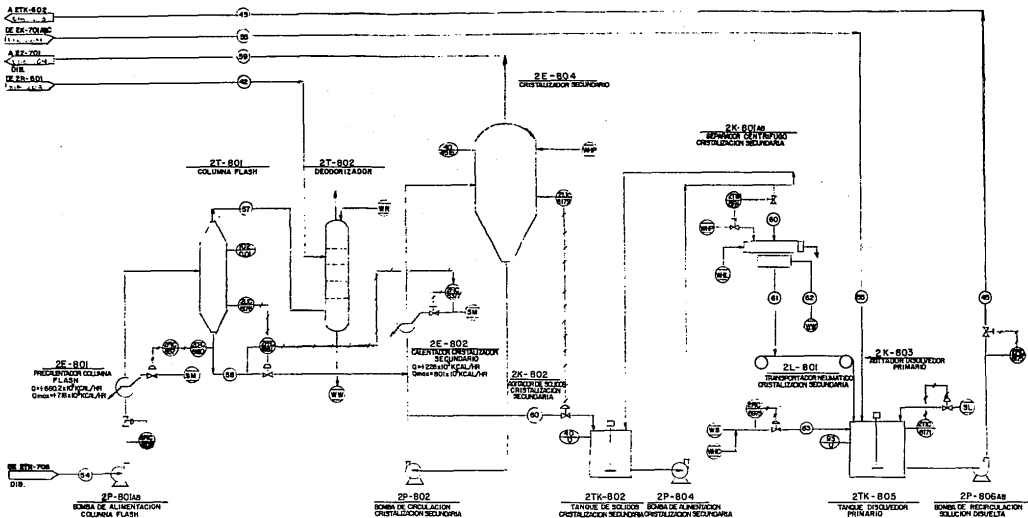
#### 4.5.7 SECCION DE CRISTALIZACION SECUNDARIA

El filtrado de la cristalización primaria separado por el separador centrifugo de cristales primarios es calentado arriba de 100°C por el precalentador de la columna flash, y concentrado por evaporación de agua en la columna flash, y alimentado al cristalizador secundario. El vapor es lavado con agua y deodorizado para ser descargado (Ver figs. 205 y 205 b).

En el cristalizador secundario el filtrado es reciclado y es calentado para la cristalización secundaria y esto permite evaporar a vacío de 45 Torr a 40°C cristalizando cristales secundarios que contienen metionina y una pequeña cantidad de sulfato de sodio.

Los sólidos de metionina son enviados al tanque de sólidos de la cristalización secundaria, mientras son reciclados para alimentar al separador centrifugo y separar la metionina cristalizada. El filtrado se descarga.

Los cristales secundarios son enviados por una banda transportadora al tanque disolvedor primario, donde los cristales primarios son lavados con agua. A 90°C se adiciona el agua de proceso al tanque y se calienta por



CORRIENTE	FORMULA	P.M.	P.B.	4.2	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0	6.1	6.2	6.3		
BÓXIDO DE CARBONO	CO <sub>2</sub>	44	7.8	3.38848																					
AMONÍACO	NH <sub>3</sub>	17	33	1081185																					
AGUA	H <sub>2</sub> O	18	100	9.71774	37.81	38.04	38.26	38.48	38.70	38.92	39.14	39.36	39.58	39.80	40.02	40.24	40.46	40.68	40.90	41.12	41.34	41.56	41.78	42.00	
METANO (SOLUCIÓN)	CH <sub>4</sub>	16	19	1.19163	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	
METANO (CRISTAL)	CH <sub>4</sub>	16	19	1.19163																					
ETANOL 2.4.3	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46	19	4.7	6.73	13.04																			
SULFATO DE SODIO (SOLUCIÓN)	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	142	14.2	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	0.75435	
SULFATO DE SODIO (CRISTAL)	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	142																							
TOTAL				13.04	320.54	832.9	1700.8	359.93	58.13	227.5	728.2	37.35	872.8	842.5	867.1	843.0	819.3	804.0							

NOTAS:

1: CAPACIDAD DE LA PLANTA 3000 TON BARRIO EN 330 DIAS DE OPERACION AL AÑO

2: LEYENDA:

○ TEMPERATURA °C

○ PRESION Kg./cm<sup>2</sup> G TORR

○ LAS CONDICIONES DE OPERACION (PRESION, TEMPERATURA) ESTAN DADAS.

△ LOS DATOS DE TEMPERATURA SON (+) DIFERENCIAL DE LA PLANTA 1 MIN.

□ Kg. mol / Hr.

○ Kg / Hr.

TESIS PROFESIONAL	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	CRISTALIZACION SECUNDARIA	
INGENIERO QUIMICO	ENEP ZARAGOZA	J.F. BRAVO ROMERO M.A. MALDONADO V	DIBUJO No. 208

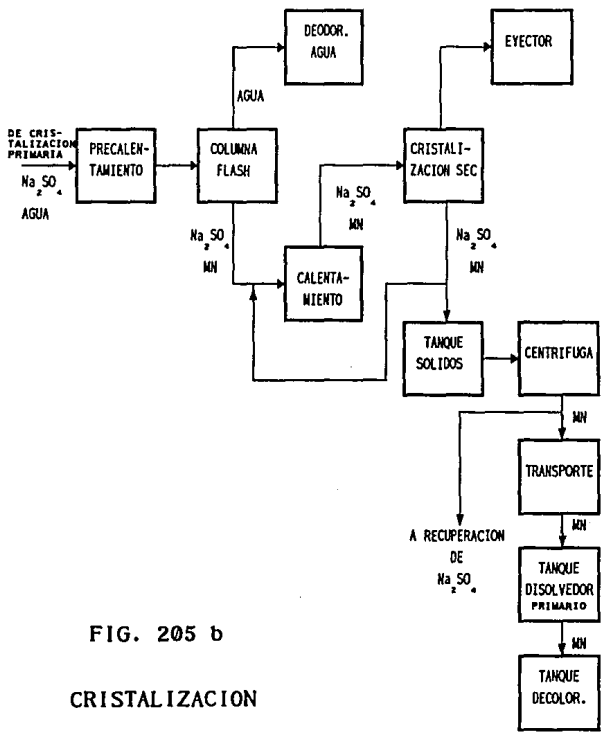


FIG. 205 b

CRISTALIZACION  
SECUNDARIA



arriba de 92°C para disolver el vapor del cristal secundario. La solución de cristales secundarios es reciclada a través del tanque disolvedor secundario y al tanque de decolorización.

#### 4.3.8 SECCION DE DISPOSICION DE DESECHOS

Se usan en esta sección soluciones de hipoclorito de sodio y sosa cáustica. El agua y la solución de hipoclorito de sodio son adicionados dentro del venteo del gas del tanque lavador donde también se hacen circular. Los gases venenosos absorbidos por los venteos del soplador y generados en el equipo, son enviados al lavador de gases de venteo donde en el fondo llegan a ser no venenosos. Los gases de desecho de este lavador son venteados a la atmósfera mediante una chimenea (Ver fig. 206).

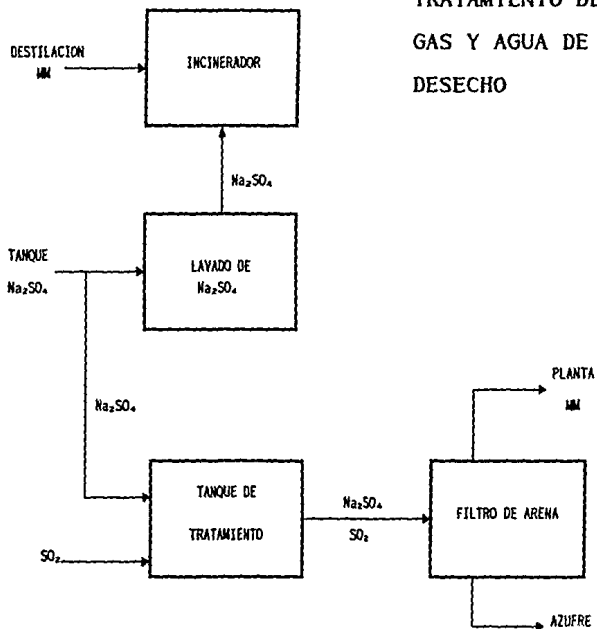
La mezcla de HB y LB, producidas en la sección de MA es enviada la tanque de HB por la bomba de HB, donde la mezcla es llevada para separarse en LB y HB. El LB es alimentado al tanque de tratamiento LB, donde se trata con la solución de hipoclorito de sodio y se envía al estanque de agua de desecho; los HB se queman completamente en un incinerador y la descarga es a la atmósfera.

El agua de desecho venenosa, se envía a cada sección a través de un pit de agua de desecho y es tratada con solución de hipoclorito de sodio en un estanque de agua de desecho.



FIG.206 b

TRATAMIENTO DE  
GAS Y AGUA DE  
DESECHO



#### 4.6 SECCION DE LICUEFACCION DE ACIDO CIANHIDRICO

El complejo industrial metionina cuenta con la sección de licuefacción de ácido cianhídrico en donde como su nombre lo indica el ácido cianhídrico gaseoso proveniente de la planta de acrilonitrilo de PEMEX es licuado para posteriormente ser usado en la reacción de hidantoina.

Esta sección de licuefacción de HCN que da servicio a ambos trenes de metionina se ubicarán dentro de la sección de patio de tanques se almacenamiento al lado derecho de la planta de metil mercaptano.

##### 4.6.1 PRINCIPIO FUNDAMENTAL

En esta sección el objetivo principal radica en obtener el ácido cianhídrico en solución con el fin de manejarlo de una manera más segura y estable. Debido a que el ácido cianhídrico tiende a ser polimerizado en presencia de agua, se usa en la licuefacción de ácido cianhídrico una solución de ácido acético como estabilizador, ya que en presencia de álcalis los cuales pueden estar contenidos en el agua utilizada en la absorción, la reacción de polimerización se acelera de manera apreciable y debido a que la reacción es de tipo

exotérmica, autocatalizada resulta peligrosa.

Pueden también ser usados como estabilizadores ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido sulfuroso gaseoso y ácido oxálico.

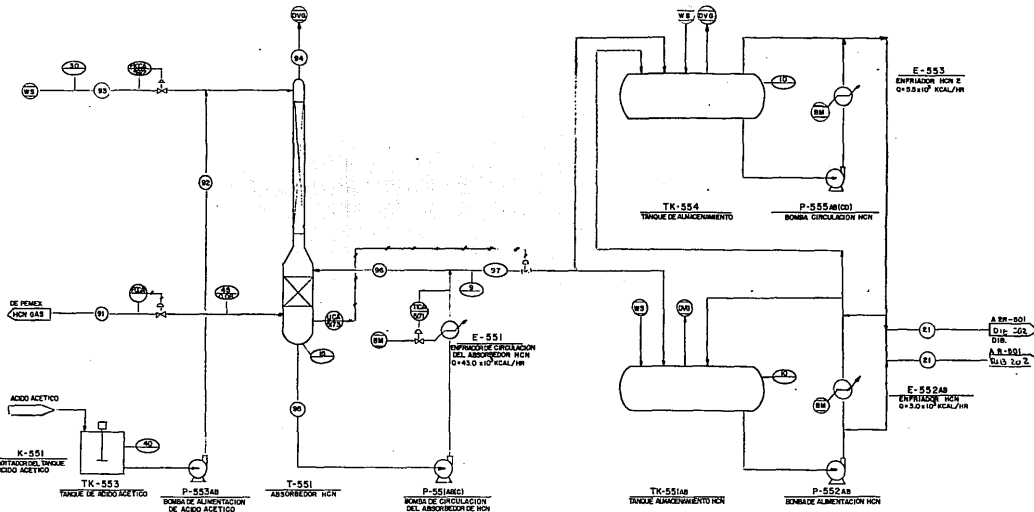
El ácido cianhídrico en solución al 30% en peso obtenido se almacena a 10°C, temperatura en la que el ácido cianhídrico se encuentra alejado de su punto de ebullición que es de 26°C.

#### 4.6.2 DESCRIPCION DEL PROCESO

El ácido cianhídrico gaseoso proveniente de la planta de acrilonitrilo de PEMEX es enviado a través de un cianoducto de 1500 metros de longitud de doble tubería con el fin de evitar cualquier riesgo de fuga. Este se recibe y alimenta por la parte inferior de la torre absorbadora de ácido cianhídrico T-551 que opera en condiciones de presión atmosférica y baja temperatura. Por la parte superior de esta columna se alimenta agua de servicio, a la cual previamente se adiciona una pequeña cantidad de solución de ácido acético al 50% en peso, proveniente del tanque TK-553; ésta solución es bombeada por P-553AB que es un bomba dosificadora (Ver fig. 207 y 207 b).

Esta solución de ácido acético es usada como estabilizador debido a que el ácido cianhídrico tiende a ser polimerizado en presencia de agua. (Esta columna absorbadora de ácido cianhídrico cuenta con 2 secciones empacadas).

Para asegurar la absorción de ácido cianhídrico en la columna y previendo posible falla en el suministro de agua de servicio, existe el tanque TK-552 que asegura que se siga llevando a cabo el proceso relevando el servicio.



CORRIENTE	FORMULA	PM	PR (°C)	91	92	93	94	95	96	97											
NIÑO DE NIO	N <sub>2</sub>	28	-196	△	△	△	△	△	△	△											
METANO	CH <sub>4</sub>	16	-162	△	△	△	△	△	△	△											
OXIDO DE AZUFRE	SO <sub>2</sub>	64	-10	△	△	△	△	△	△	△											
ACIDO CLORHIDRICO	HCl	36.5	-85	△	△	△	△	△	△	△											
AGUA	H <sub>2</sub> O	18	100	△	△	△	△	△	△	△											
ACIDO ACETICO	CH <sub>3</sub> COOH	60	118	△	△	△	△	△	△	△											
TOTAL				15	80336	7.399	195478	0.1474	0.0772	24.499	643.5	0.391	6.974	1002	3000	100	100	100	100	100	100

	91	92	93	94
0.0013	0.0024	0.0033	0.0043	0.0051
0.749	12.244	17.95	22.261	26.261
0.004	0.233	0.004	0.233	0.004
7.025	109.89	20570.015	0.0024	0.191
0.0024	0.191	0.0024	0.191	0.0024
0.0024	0.222	0.0024	0.222	0.0024
7.805	103	2457	441.74	1281.9

**NOTAS:**

- 1- CAPACIDAD DE LA PLANTA: 300 TMA BASADO EN 330 DIAS DE OPERACION AL AÑO.
- 2- LETENDAS:
  - TEMPERATURA °C
  - PRESION Kg/cm<sup>2</sup> G
- 3- LA CORRIENTE No. 21 CONTIENE  $\frac{K_{mol}}{hr}$  0.03.
- 4- LAS CONDICIONES DE OPERACION (PRESION/TEMPERATURA) ESTAN DADAS.

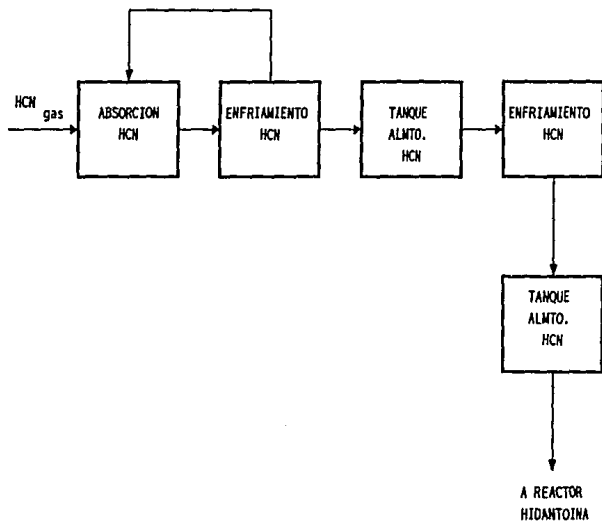
**COMENTARIOS:**

- 1- ESTOS VALORES ESTAN BASADOS EN LAS CONDICIONES DE PUREZA DEL HCN GAS RECIBIDO DE PEMEX, AL 99.5% mol.
- 2- PARA REFERENCIA ESTE VALOR, EN CASO DE QUE LA PUREZA SEA 90% mol. DE MUESTRA TAMBIEN A LA DERECHA (CONCERNIENTE A LAS CORRIENTES No. 91, 93 Y 94).

TESIS PROFESIONAL	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	LICUEFACCION DE HCN	
INGENIERO QUIMICO	ENEP ZARAGOZA	J.P. BRAVO ROMERO M.A. MALDONADO V.	DIBUJO No. 207
			1993



FIG. 207 b  
LICUEFACCION  
DE  
HCN



El ácido cianhídrico en solución al 30% en peso, obtenido de dicha columna (T-551) es enfriado en E-551 y recirculado por la bomba P-551 la cual está encapsulada para evitar cualquier fuga. Esta recirculación es a razón de 15:1 aproximadamente y es con el fin de rectificar para mantener la composición correcta de ácido cianhídrico y controlar a su vez la temperatura en dicha sección. Esta recirculación se alimenta en la parte superior del empaque inferior de la columna.

El ácido cianhídrico no recirculado es transferido a los tanques TK-551A y TK-554 para su almacenamiento a presión atmosférica y 10°C de temperatura. Estos tanques son horizontales y se encuentran aislados para evitar transferencia de calor así como fugas.

Esta solución de ácido cianhídrico almacenada se enfría a través de una recirculación de los enfriadores E-522A y E-553 respectivamente para cada tanque con el objeto de mantener la solución a 10°C que es una temperatura alejada del punto de ebullición del ácido cianhídrico, las bombas usadas en la recirculación de la solución (P-552 AB, P-555AB(CD)) se encuentran también encapsuladas.

Todos los desfogues de esta sección dan a un cabezal de DVG para ir a tratamiento de efluentes y ser descargados de forma totalmente inocua. La capacidad requerida en caso de emergencia esta contemplada para pequeños disturbios o falla total.

Esta sección por motivos de seguridad se encuentra aislada físicamente del ambiente.

#### 4.7 SERVICIOS AUXILIARES

##### 4.7.1 GENERACION DE VAPOR

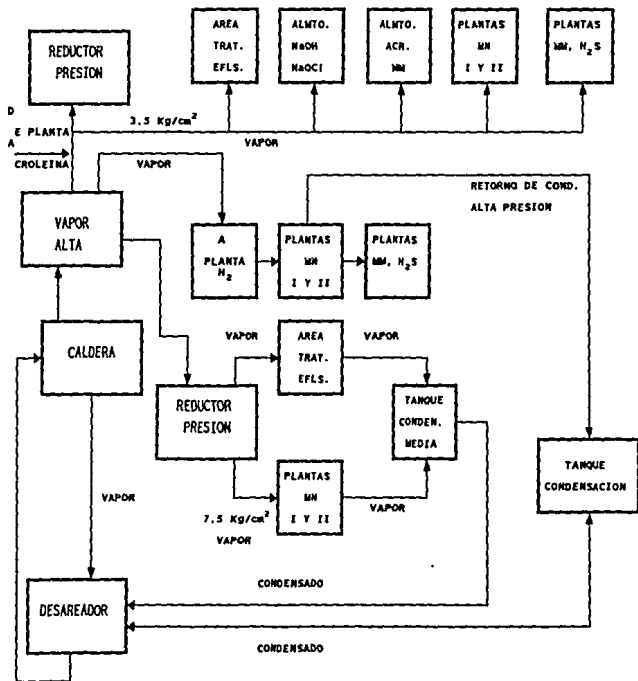
El sistema de generación de vapor cuenta con tres calderas GV-001 (16 TON/hr), GV-002 (16 TON/hr) y GV-003 (13 TON/hr), que alimentan vapor de alta presión (22 Kg/cm<sup>2</sup> man y 219°C), hacia un cabezal el cual se utiliza para suministrar vapor con esas características a:

PLANTA	% VAPOR
Metionina 1	8.51
Metionina 2	8.51
Hidrogeno	1.24
ERM-001	42.62
ERL-001	39.12

de los cuales, las plantas de metionina 1 y 2 condensan el vapor y lo envían hacia el tanque TCH-001, el cual bombea los condensados hacia los deareadores DA-001 (14 TON/hr) y DA-002 (32 TON/hr). El producto deareado es enviado a las calderas. La reposición de agua a los deareadores es obtenida de un suministro de agua desmineralizada (Ver figs. 301 y 301 b).



FIG. 301 b  
 VAPOR Y CONDENSADO



El cabezal de vapor de alta presión también suministra vapor a las estaciones acondicionadoras de vapor ERM-001 y ERL-001, en donde la primera acondiciona el vapor obteniendo una calidad de vapor de media presión (7.5 Kg/cm<sup>2</sup> man y 172°C).

Este cabezal de vapor de media presión alimenta a:

PLANTA	% VAPOR
Área de tratamiento de efluentes	1.38
Metionina 1	44.69
Metionina 2	44.69
Otros	9.74

De los cuales, las plantas de metionina 1 y 2 condensan el vapor y lo envían hacia el tanque TCM-001, el cual bombea los condensados hacia los deareadores DA-001 y DA-002, el producto deareado es enviado a las calderas.

La segunda estación acondicionadora ERL-001, acondiciona el vapor obteniendo una calidad de vapor de baja presión (3.5 Kg/cm<sup>2</sup> y 147°C).

Este cabezal de baja presión alimenta a:

PLANTA	% VAPOR
Área de tratamiento de efluentes	2.21
Almacenamiento de NaOH y NaOCl	0.8
Almacenamiento HCN, MM, acroleína	0.33
Planta de metilmercaptano y ácido sulfhídrico	52.18
Metionina 1	16.22
Metionina 2	16.13
Otros	12.13

De este cabezal sus condensados no son representativos.



#### 4.7.2 REFRIGERACION

El sistema de agua de enfriamiento (ver figura 304) cuenta con una torre de enfriamiento que suministra 1261.34 TON/hr de agua a  $T=32^{\circ}\text{C}$  a:

<u>PLANTA</u>	<u>% AGUA DE ENFRIAMIENTO</u>
Unidad de refrigeración	35.24
Metilmercaptano	4.88
Acido sulfhídrico	7.23
Hidrógeno	2.59
Almto. y dilución de $\text{H}_2\text{SO}_4$	0.32
Metionina 1 (patio de tanques)	11.02
Metionina 2 (patio de tanques)	11.02
Metionina 1 (aire de inst. y refrig.)	12.7
Metionina 2 (aire de inst. y refrig.)	15.00

De donde se regresan a la torre 1261.34 TON/hr de agua a  $41^{\circ}\text{C}$ . De la torre se evapora el 1.04% de agua y se tiene un arrastre del 0.5%, además se tiene 2.08% de agua de reposición a la torre. De las unidades de refrigeración C-040 y C-041 se envía salmuera (solución 30% de metanol) fría al tanque de almacenamiento TK-040B, de donde se suministra 138883 Kg/hr de salmuera para refrigeración a  $-2^{\circ}\text{C}$  a:



PLANTA	% SALMUERA
Planta de metilmercaptano y ácido sulfihídrico	0.34
Almacenamiento de HCN	5.24
Almacenamiento de acroleína	2.76
Almacenamiento de MM	1.85
Almacenamiento y dilución de ácido sulfúrico	0.64
Metionina 1	52.35
Metionina 2	36.82

Donde retornan 138883 Kg/hr de salmuera a 3°C al tanque de almacenamiento de salmuera caliente TK-040A, de éste se regresa hacia las unidades de refrigeración C-040 y C-041 (Ver fig. 302).

Para el sistema de enfriamiento de la unidad C-060 se tiene el deareador D-108, el cual suministra amoniaco a la planta de metilmercaptano a -28.9°C y 1.24 Kg/cm<sup>2</sup> abs (Ver fig. 303).

El amoniaco de retorno se suministra al compresor C-060 (CAP. 488 TON-REF) y se condensa en el equipo E-060 (-219 . x10<sup>3</sup> cal/hr) donde se obtiene amoniaco líquido a 41°C y se recibe en el tanque TH-080, de este tanque se suministra amoniaco líquido (41°C y 15.6





Kg/cm<sup>2</sup> abs) al quemador D-102, el cual alimenta a la planta de ácido sulfhídrico a (-28.8°C y 1.24 Kg/cm<sup>2</sup> abs). El amoníaco de retorno se suministra al compresor C-060 y se condensa en el equipo E-060 donde se obtiene amoníaco líquido a 41°C y se recibe en el tanque TH-060.

#### 4.7.3 AGUA DE SERVICIOS

En la figura 305 se muestra el balance de agua de servicios, en donde se observa que del clarifloculador se va el agua a la cisterna de agua, y el mayor consumidor es : las calderas (previo tratamiento) y en seguida todas las plantas del complejo.





#### 4.8 PLANTA DE RECUPERACION DE SULFATO DE SODIO

Para la recuperación de sulfato de sodio, se alimenta el producto obtenido (30% de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) de la cristalización secundaria al tanque mezclador (4-TK-001), de este tanque se bombea al concentrador de salmuera (4-E-001,  $Q = 155153 \text{ Kcal/hr}$ ) para flashear la solución a  $T = 102^\circ\text{C}$  y  $P = 0.01 \text{ Kg/cm}^2$  (Ver figs. 208 y 208 b).

El vapor de agua pasa a la columna condensadora (4-T-002), mientras que la sal concentrada (33%  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) es enviada al calentador (4-E-002,  $Q = 43360 \text{ Kcal/hr}$ ) y de aquí al cristalizador (4-E-003,  $T = 40^\circ\text{C}$  y  $P = 45 \text{ Torr}$ ).

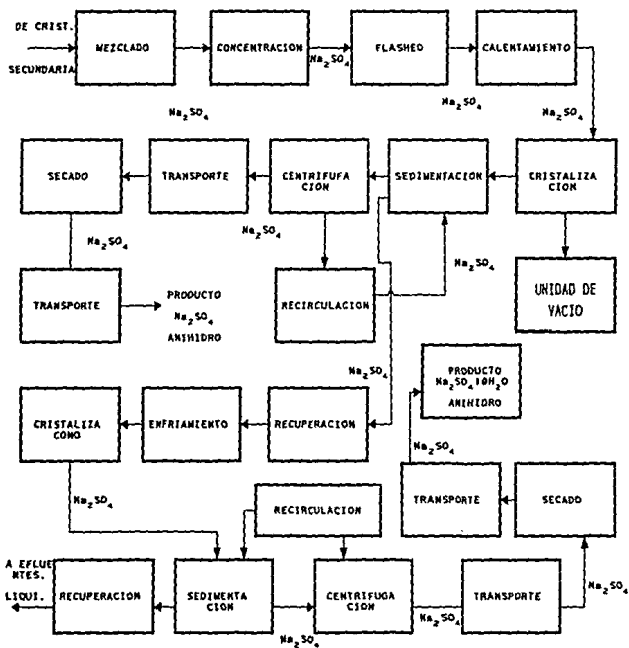
El vapor de agua, producto de este cristalizador se envía a la unidad de vacío.

De esta cristalización se forman cristales de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  mas una solución (33%  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) que pasan al tanque sedimentador (4-TK-002), de donde son enviados a la centrífuga (4-K-001). Los cristales de sulfato de sodio obtenidos son enviados al secador (4-Z-001), el cual cuenta con el soplador (4-B-001,  $Q = 22996 \text{ Kcal/hr}$ ).



FIG. 208B

RECUPERACION DE  $\text{Na}_2\text{SO}_4$



La solución (33%  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) que no se alcanza a centrifugar pasa a un tanque de recirculación (4-TK-003 T = 40 °C) donde se regresa al sedimentador.

El rebosadero (33%  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) de este sedimentador es enviado al tanque recuperador (4-TK-004), donde es bombeado hacia el enfriador con salmuera (solución 30% de metanol Q = 22437 Kcal/hr) que alimenta al cristalizador (4-E-005, T = 18 °C), donde los cristales de sulfato de sodio decahidratado más una solución (11 % de  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) que pasan al sedimentador (4-TK-005) de donde son enviados a la centrifuga (4-K-002).

Los cristales de sulfato de sodio decahidratados obtenidos son enviados al secador (4-Z-002), el cual cuenta con el soplador (4-B-002, Q = 12558 Kcal/hr).

La solución (11%  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) que no se alcanza a centrifugar pasa a un tanque de recirculación (4-TK-006 T = 15 C) donde se regresa al sedimentador.

El rebosadero (11 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) de este sedimentador es enviado al tanque recuperador (4-TK-007) donde el 54% se regresa al tanque de mezcla (4-TK-001) y el 46 % se desecha.

#### 4.9 EVALUACION TECNICA, MAQUINARIA Y EQUIPO

##### 4.9.1 PLANTA DE METIONINA

###### 1.- Evaluación técnica, plantas de metionina.

Durante la revisión de diagramas de flujo de la planta de metionina, así como del diagrama de servicios, fué posible detectar los equipos críticos para la producción de metionina. A estos se les dió especial atención (R-301, R-501 y R-601).

Siendo las dos plantas de metionina idénticas en su diseño; con una diferencia de 6 años entre el inicio de operación de la primera respecto a la segunda planta, se tuvo que hacer una revisión con mayor detalle de la planta No. 1; se detectó que los reactores; R-301, R-501 y R-601 son los puntos críticos de la producción.

El R-301 se utiliza en la producción del MM; el R-501 para la producción de M-hidantoina, equipo donde se adiciona ácido cianhídrico; y el R-601 para la conversión del metionato de sodio en metionina por uso de ácido sulfúrico.

Otro equipo básico del proceso corresponde al T-501; este equipo es el único que opera a una temperatura de 150°C y 10 atm de presión; la T-501 se alimenta con M-hidantoina, CO<sub>2</sub>, nitrógeno e hidróxido de sodio; en esta torre se obtiene el metionato de sodio.

Los equipos señalados en la lista anexa, son equipos muy sencillos. El material utilizado en la fabricación de estos equipos es acero inoxidable 316 L a excepción de la T-501 que está recubierto con titanio.

Se realizó una segunda inspección con el fin de concretar con mayor detalle las condiciones externas en que se encuentra dicho equipo.

En esta última inspección se obtuvo mayor información que permitió concretar la segunda alternativa de la evaluación económica.

Durante la inspección que fué sólo visual, se pudo remover el aislamiento en ciertos puntos para checar con un poco de mayor detalle la parte externa de los equipos.

Se encontró, que los equipos están apoyados en estructuras de acero al carbón, por lo que será necesario, checar los soportes de los propios equipos.

#### 4.9.2 PLANTA DE METILMERCAPTANO

El proceso de producción de metilmercaptano se divide en dos subprocesos:

- a) Proceso para la producción de ácido sulfhídrico.
- b) Proceso para la producción de metilmercaptano.

##### 4.9.2.1 DESCRIPCION DE LA PLANTA DE ACIDO SULFHIDRICO

Este proceso se inicia con la generación de hidrógeno que reacciona en el R-101 A/B, conteniendo azufre líquido y catalizador, y produce  $H_2S$  se purifica por destilación para almacenarse en condiciones de gran seguridad tanto por lo tóxico como por la contaminación de la atmósfera.

En revisión del R-101 se observó que el equipo se encuentra cargado con azufre y que requerirá una limpieza total, sin embargo, el equipo por el exterior se encuentra en buenas condiciones; este equipo es de acero inoxidable 316L; las torres T-105, 106, 107, 108 y 109 son equipos de acero inoxidable 304 los cuales presentan buenas condiciones.

Los compresores 101 A y B, 102 A y B, necesarios para la circulación-compresión de  $H_2S$  respectivamente; están en buen estado.

#### 4.9.2.2 DESCRIPCION DE LA PLANTA DE METILMERCAPTANO

Este proceso se lleva a cabo en el R-102, utilizando el H<sub>2</sub>S y el metanol; el equipo se encuentra en buen estado siendo el material de construcción acero inoxidable 316L; otros equipos importantes en este proceso son el TK-101 con recubrimiento interno de titanio, y los E-112, 114 y 116 que son cambiadores de calor de acero inoxidable 304.

Los equipos seleccionados para una inspección de detalle son los críticos en la producción de metilmercaptano y los de mayor costo de reposición.

A continuación se relacionan los principales equipos de proceso que son críticos para la producción de metilmercaptano. Estos fueron seleccionados para efectuarles una segunda inspección; la información obtenida permite concluir la segunda alternativa del avalúo económico.



#### 4.9.3 ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS

##### INTERMEDIOS

##### 4.9.3.1 AREA DE ALMACENAMIENTO

En esta área se almacena acroleína, metilmercaptano, hipoclorito de sodio, ácido cianhídrico; estos tanques son de acero inoxidable, así como sus accesorios se encuentran en buen estado; será necesario una limpieza general y el cambio total del aislamiento. Los tanques verticales, son utilizados para el almacenamiento de ácido sulfúrico, concentrado y diluido; sosa caústica de 50% y 16% de concentración e hipoclorito de sodio; todo este sistema de almacén tendrá que ser cambiado, su estado de deterioro es evidente; se requiere cambio de válvulas, tuberías, conexiones, bombas e instrumentos, lo único aprovechable, será el cable eléctrico.

Servicios auxiliares de esta área. Se tienen varios tipos de tubería de acero inoxidable, acero al carbón y de PVC en su mayoría menores de 2" de diámetro requiriendo solamente cambio de bridas slipon, y en las de acero inoxidable y también las de acero al carbón que requieren un cambio total de espárragos y empaques.

Motores eléctricos, estos se encuentran deteriorados en consideración en un 80%, del total requiriendo un mantenimiento mayor además de que su caballaje es considerable, así como el total de motores.

Bombas, en este concepto se tiene que poner mayor atención ya que son bombas de diseño especial si se tiene stock de refacciones serán recuperables o se cambian por otra marca.

#### Conclusiones del área de almacenamiento.

Siendo esta únicamente de almacenamiento los equipos rotatorios son mínimos haciendo de esta área una parte con pocos problemas de mantenimiento y éstos serán cuantificados, una vez que se hiciera una revisión de medición de espesores para determinar alguna corrosión que provocará perforación de la pared de los tanques, además de que su rango de presión de operación no es superior de 150 atm.

Válvulas de acero al carbón.- De paso de control menores de 2" de diámetro, se requieren cambiar en su mayoría.

Vidrios de nivel.- Estos se encuentran en un 70% corroídos siendo recuperables el 50% con un mantenimiento.

Tanques horizontales de metilmercaptano y de acroleína. Estos tanques se encuentran en su totalidad aislados conservándose en buen estado con pocos puntos de mantenimiento, en silletas y conexiones inferiores. Siendo en el área de almacenamiento, el equipo mayor los tanques. La tubería de acero inoxidable está en buen estado.

#### Accesorios.

Todos los accesorios como válvulas macho, compuerta y otras ya sea de acero al carbón que requieren el cambio o mantenimiento, según el diámetro de estos y los de acero inoxidable. Se indicará el cambio de bridas y espárragos.

Fuerza y alumbrado.- Sobre este punto y para todo el complejo, es necesario efectuar prueba del aislamiento y la continuidad de conducción con la alimentación de CFE o del complejo considerando que el alumbrado no afecta a la operación de las plantas, no así la alimentación a

motores que depende de otros factores como son arrancadores, tableros, etc., en general, la instalación eléctrica es aceptable.

Los vidrios de nivel con oxidación, la instrumentación debe ser revisada en su totalidad por ser elementos de medición, detección, regulación, etc., siendo estos elementos importantes para determinar la cantidad de producto enviado al rack de descarga.

#### 4.9.4 SERVICIOS EXTERIORES

##### 4.9.4.1 GENERACION DE VAPOR

Se inspeccionó la unidad de generación de vapor: esta representa dos calderas de 15 ton/hr de vapor a 22 Kg/cm<sup>2</sup> y una caldera de 13 ton/hr a la misma presión. La unidad de generación de vapor está completa en su maquinaria y equipo; el sistema de tratamiento de agua se encuentra en mal estado y requiere de reparaciones mayores para su rehabilitación. Será necesario reponer totalmente todo el sistema de control de las calderas.

#### 4.9.4.2 SISTEMA DE REFRIGERACION

Esta unidad requiere de un mantenimiento mayor, particularmente en los cambiadores de calor, tuberías, válvulas y conexiones, pintura y aislamiento. Los compresores se encuentran en buen estado.

#### 4.9.4.3 SISTEMA DE AIRE DE INSTRUMENTOS

Estos equipos requieren de un mantenimiento general y pintura, son equipos encapsulados en gabinetes por lo que su estado físico es bueno.

#### 4.9.4.4 SISTEMA DE AGUA DE PROCESO

Torre de enfriamiento. Requiere de un mantenimiento de detalle para colocar las tablillas en su lugar y reponer las faltantes; el sistema de ventilación de tiro forzado se encuentra desmantelado en el taller de mantenimiento, aparentemente completo para su ensamble y colocación.

El sistema de tratamiento de agua, es una unidad que requiere un mantenimiento mayor, aunque esta unidad nunca operó.

El sistema de tratamiento de efluentes se aprecia en buenas condiciones excepto los sopladores que requieren cambio.

#### 4.9.4.5 SISTEMA ELECTRICO

El sistema de medición de la CFE y la subestación, se encuentra en buen estado. Lo mismo que el Centro de Control de Motores.

#### 4.9.4.6 SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO

El tablero semigráfico instalado en el cuarto de control presenta un buen estado; requiere únicamente de un servicio de mantenimiento, del cambio total de los instrumentos de campo, así como las válvulas de control.

#### 4.9.5 RED DE TUBERIAS Y EQUIPOS DINAMICOS

##### 4.9.5.1 RED DE TUBERIAS

1.- Las tuberías de acero inoxidable en sus diferentes tipos (304L y 316L), se encuentran en buen estado; externamente no se aprecia ningún tipo de corrosión o degradación; habrá que calibrar espesores

para checar la posible corrosión en el interior.

2.- La tubería de acero al carbón de diámetros menores de 2", se deberá cambiar en su totalidad ya que se encuentra con un alto grado de corrosión.

3.- La tubería de acero al carbón de 3" de diámetro y mayores deberá calibrarse ya que la corrosión exterior no es considerable. Se estima recuperable un buen porcentaje.

4.- La tubería de polipropileno y PVC de las áreas de quemadores, y servicios auxiliares, tendrán que someterse a prueba hidrostática para determinar su estado ya que aparentemente no presenta ningún problema.

5.- A las válvulas de acero inoxidable habrá que darles mantenimiento; se estima que en su gran mayoría serán utilizables.

6.- Las válvulas de acero al carbón de 4" de diámetro se tendrán que cambiar en su totalidad; a las mayores de 4" de diámetro, se les tendrá que revisar cuidadosamente y las aceptadas darles mantenimiento.

7.- Convendrá en un futuro hacer sondeos para muestrear las tuberías subterráneas.

#### 4.9.5.2 EQUIPOS DINAMICOS

##### Motores eléctricos.

Considerando que son equipos que ya trabajaron, en su mayoría deberán estar pegados o amarrados; será necesario desarmarlos para cambiarles rodamientos, hacerles limpieza, barnizar y secar al horno tanto los rotores como los estatores. Se recomienda checar cuidadosamente el balanceo estático y dinámico.

##### Bombas.

Se recomienda desarmar todas las bombas para revisarlas y cambiar rodamientos y sellos mecánicos; cambiar las pastillas (carbón y/o cerámica o carburo), revisión de impulsores y volutas ya que pueden estar corroídos; darles mantenimiento general.

##### Válvulas.

Se recomienda mantenimiento general a las válvulas



de acero inoxidable, el cual consiste en desarmar, limpiar, asentar, cambiar la empaquetadura y someterla a prueba de hermeticidad.

Las válvulas de acero al carbón, habrá que revisarlas cuidadosamente; únicamente las que estén en condiciones aceptables se les hará su mantenimiento general.

#### Compresores reciprocantes.

Se recomienda desarmarlos completamente, cambiar rodamientos, bandas de desgaste, pulir camisas, checar deflexiones; mantenimiento a los instrumentos de control y sus líneas de servicio. Cambiar bandas de poleas. Indispensable checar el balanceo estático y dinámico en las poleas.

#### Compresores centrífugos.

Se recomienda desarmarlos completamente y revisar claros entre sus componentes, ajustes, juegos, cambio de piezas dañadas, revisión general y calibración en sus sistemas de protección y control. Se recomienda efectuar un análisis de vibraciones de los equipos en las corridas de prueba.

#### Alimentación eléctrica a equipos (fuerza y control).

Se recomienda efectuar pruebas a los cables y checar su recubrimiento debido a que están en charolas a la intemperie. Checar todas las conexiones a los equipos (llegadas a los lugares de consumo), mantenimiento a estaciones de botones.

#### Subestación eléctrica.

Se recomienda efectuar pruebas a los transformadores, tableros de distribución, centros de control de motores y dependiendo de los resultados efectuar los trabajos de mantenimiento y correcciones que se requieran.

#### 4.9.6 SERVICIOS AUXILIARES

Para el área de almacenamiento de materias primas y productos intermedios, se considera que:

##### a) Recipientes de acero inoxidable 304L

Este recipiente almacena acroleína, metilmercaptano, ácido cianhídrico, metilmercaptopropionaldehído, bicarbonato de amonio y metionato de sodio. Estos tanques se encuentran en buenas condiciones.

b) Recipientes de acero al carbón.

Almacenan ácido sulfúrico concentrado y diluido, sosa cáustica concentrada y diluida e hipoclorito de sodio. Algunos de estos tanques cuentan con recubrimiento de neopreno.

Recomendación:

Con excepción del tanque que almacena sosa cáustica concentrada, se recomienda sustituir todos los tanques de acero al carbón y sus accesorios, por el grado de deterioro que presentan.

Para los tanques y accesorios de acero inoxidable, se requerirá únicamente un mantenimiento menor, substituyendo totalmente el aislamiento térmico.

#### 4.9.7 SERVICIOS EXTERIORES

a) Generación de vapor.

Esta unidad está completa en su maquinaria y equipo y se encuentra en condiciones de operar, con excepción del sistema de tratamiento de agua y del tablero de control; los cuales requieren mantenimiento mayor.

b) Sistema de refrigeración.

Los compresores se encuentran en buen estado, pero se requiere de mantenimiento mayor en el equipo periférico.

c) Sistema de aire para instrumentos.

Requiere solamente un mantenimiento general, ya que son equipos encapsulados.

d) Sistema de agua de proceso.

Con excepción de la torre de enfriamiento en la que se requiere un mantenimiento mayor, el resto se encuentra en condiciones de operación.

e) Sistema eléctrico.

El sistema de medición de CFE y la subestación se encuentran en buen estado, lo mismo que el Centro de Control de Motores. Sólo requiere de un mantenimiento general.

**f) Sistema de Control Automático.**

El tablero de control semigráfico automático está en perfectas condiciones. Sólo se requiere de una revisión y limpieza. Habrá que sustituir los elementos remotos o instrumentos de campo.

**NOTA:**

Sin duda, los mantenimientos no garantizan el funcionamiento de algunos equipos y será necesario cambiarlos. Este aspecto está considerado en el estudio económico.

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### NOTAS GENERALES

**1 ESPECIFICACION:**

TODAS LAS UNIDADES ESTAN DADAS EN mm, O LAS QUE SE INDICAN.

**2 MATERIAL:**

LOS MATERIALES UTILIZADOS SON

CS = ACERO AL CARBON

SS = ACERO INOXIDABLE

**3 CANTIDAD:**

CUANDO SE INDICA 1=1 SON VARIOS EQUIPOS, CUANDO SE INDICAN ENTRE PARENTESIS ES LA PARTE DE RELEVO.

**4 METODO:**

SE UTILIZO EL METODO DE LOS INDICES DE PRECIOS, DE ACUERDO CON EL EQUIPO QUE DE QUE SE TRATE, SIENDO ESTO:

EQUIPO	INDICE
BOMBAS	1.526
INTERCAMBIADORES	1.005
TANQUES	1.009
TORRES	1.009

= SE CONSIDERA EL SUELDO EN DOLARES POR SER UNA MONEDA DE MAYOR ESTABILIDAD Y PARA SER CONGRUENTES CON TODOS LOS DATOS DE ESTA TESIS.

POR NINGUN MOTIVO SE DEBE PENSAR QUE AL PERSONAL SE LE PAGARA EN DOLARES, YA QUE DENTRO DEL PAIS SE TIENE QUE PAGAR EN MONEDA NACIONAL.

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.1 EQUIPO DE PROCESO

## PLANTAS ACTUALES DE METIONINA I Y II

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD <sup>3</sup>	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
2E-001	REACTOR ENFRIADOR DE MA	910 DIAM. OD X 8.7 M <sup>2</sup>	SS 304L	1	5710	FACTOR
2E-302	EVAPORADOR DE MM	237 DIAM. OD X 1.1 M <sup>2</sup>	SS 304L	1	7585	FACTOR
2E-401	ENFRIADOR DE MA	287 DIAM. OD X 6.3 M <sup>2</sup>	SS 304L	1	5962	FACTOR
2E-402	CONDENSADOR, HB	318 DIAM. OD X 8.7 M <sup>2</sup>	SS 304L	1	7134	FACTOR
2E-403	TANQUE ENFRIADOR DE MA	216 DIAM. OD X 4.1 M <sup>2</sup>	SS 304L	1	7134	FACTOR
2E-501	PRECALENTADOR DE HIDROLISIS	318 DIAM. OD X 12.3 M <sup>2</sup>	SS 316L	1	35228	FACTOR
2E-502	CALENTADOR DE NH <sub>3</sub>	350 DIAM. OD X 13.1 M <sup>2</sup>	SS 316L	1	35228	FACTOR
2E-503	CONDENSADOR DE NH <sub>3</sub>	350 DIAM. OD X 211 M <sup>2</sup>	SS 316L	1	65563	FACTOR
2E-504	CALENTADOR DE CO <sub>2</sub>	400 DIAM. OD X 28.7 M <sup>2</sup>	SS 316L	1	13596	FACTOR
2E-507	CALENTADOR DE MNS	39 DIAM. OD X 3.2 M <sup>2</sup>	SS 304L	1	4605	FACTOR
2E-601	CALENTADOR DE NEUTRALIZACION	267 DIAM. OD X 5.7 M <sup>2</sup>	SS 316L	1	5422	FACTOR
2E-701	CRISTALIZADOR 1a	100 DIAM. OD X 6.7 M <sup>2</sup>	SS 304L	1	11384	FACTOR
2E-801	PRECALENTADOR	318 DIAM. OD X 21.6 M <sup>2</sup>	SS 304L	1	8240	FACTOR
2E-802	CRISTALIZADOR 2a	500 DIAM. OD X 7.7 M <sup>2</sup>	SS 304L	1	14633	FACTOR
E-353	ENFRIADOR ALTO ACR	216 DIAM. OD X 4.7 M <sup>2</sup>	SS 304L	1	7566	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.1 EQUIPO DE PROCESO

## PLANTAS ACTUALES DE METIONINA I Y II

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD <sup>3</sup>	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
E-551	ENFRIADOR HCH	318 DIAM. OD X 10.1 M <sup>2</sup>	SS 316L	1	7047	FACTOR
2E-703	CRISTALIZADOR 1a	2500 DIAM. OD X 4000TTH	SS 304L	1	42810	FACTOR
2E-804	CRISTALIZADOR 2a	2500 DIAM. OD X 4000TTH	SS 304L	1	42810	FACTOR
2F-701	HORNO	150000 KCAL/HR	SS LADRILLO	1	32761	FACTOR
2K-301A/B	AGITADOR	135 DIAM. X .28KW	SS 316	1=1	3421	FACTOR
2L-701	BANDA TRANSPORTA- DORA 1a	400W X 9500L	SS 304	1	18827	FACTOR
2L-801	BANDA TRANSPORTA- DORA 2a	400W X 6600L	SS 304	1	15699	FACTOR
2P-301A/B	BOMBA ALIMENTACION	0.8 L/M X30 M X 0.2 KW	SS 316L	1	7421	FACTOR
2P-302	BOMBA CIRCULACION	MA200 C/M X15 M X 1.7 KW	SS 317	1	4801	FACTOR
2P-401	BOMBA CIRCULACION	40 C/M X25 M X 1.7 KW	SS 316	1	4801	FACTOR
2P-405A/B	BOMBA ALIMENTACION DE MA	70 C/M X25 M X 1.7 KW	SS 316	1=1	9602	FACTOR
P-352	BOMBA CIRCULACION DE ACROLEINA	300 DIAM,C/MX 15MX1.7KW	SS 316	1	5022	FACTOR
P-354A/B	BOMBA ALIMENTACION DE ACROLEINA	100 DIAM,C/MX 20MX1.7KW	SS 316	1	10042	FACTOR



## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.1 EQUIPO DE PROCESO

## PLANTAS ACTUALES DE METIONINA I Y II

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD <sup>3</sup>	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
P-364 A/B	BOMBA DE ALIMENTACION DE MW	100 DIAM C/MX 25MX1.7KW	SS 316	101	10334	FACTOR
P-551A/B	BOMBAS DE CIRCULACION DE HCM	150 DIAM C/MX 30MX4. FW	SS 316	1010(CI)	19198	FACTOR
P-555 C/D	BOMBAS DE CIRCULACION DE HCM	100 DIAM C/MX 20MX1.7KW	SS 316	2	10334	FACTOR
2R-301	REACTOR DE MA					
2R-501	REACTOR DE HIDATOINA	300 DIAM 00 X 5400TTH	SS 304L	1	11999	FACTOR
2R-601	REACTOR DE NEUTRALIZACION	1500 DIAM 00 X 6000TTH	SS 316L	1	142115	FACTOR
2T-401	COLUMNA LB	1400 DIAM ID X 2000TTH	SS 316L	1	50804	FACTOR
2T-401	COLUMNA LB	400/450 DIAM IDX11700TTH	SS 304L	1	34020	FACTOR
2T-402	COLUMNA DCC, LB	500 DIAM ID X 3800 TTH	SS 304L	1	13414	FACTOR
2T-403	COLUMNA HB	350/450 DIAM IDX 5600TTH	SS 304L	1	16552	FACTOR
2T-501	COLUMNA HIDROLISIS	850 DIAM ID X12000 TTH	SS 316L	1	17657	FACTOR
2T-502	SEPARADOR FLASH	700 DIAM ID X 2300 TTH	SS 316L	1	7765	FACTOR
2T-503	LAVADOR HCM GAS	350 DIAM ID X 4550 TTH	SS 316L	1	9131	FACTOR
2T-504	ABSORBEDOR CO <sub>2</sub>	700 DIAM ID X 7750 TTH	SS 316L	1	33679	FACTOR
2T-801	COLUMNA FLASH	1000 DIAM ID X 2500 TTH	SS 304L	1	7421	FACTOR
2T-802	LAVADOR DEODORIZ.	700 DIAM ID X 3040 TTH	SS 304L	1	10275	FACTOR
2T-901	LAVADOR	1400 DIAM ID X14300 TTH	PLASTICO	1	100307	FACTOR
T-551	ABSORBEDOR DE HCM	267/500DIAM IDX7050 TTH	SS 304L	1	14895	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.1 EQUIPO DE PROCESO

## PLANTAS ACTUALES DE METIONINA I Y II

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD <sup>3</sup>	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
2Z-401	EYECTOR DE MA	10 TORR X 25 KG/HR	SS 304	1		FACTOR
2Z-601	FILTRO	3 M2	SS 304L	1		FACTOR
2Z-602	FILTRO CONICO	308 DIAM OD X 720H	SS 304L	1		FACTOR
2Z-704	FILTRO PARA AGUA DE PROCESO	308 DIAM OD X 720H	SS 304	1		FACTOR
2Z-705	LAV. SOL. PRIM.	308 DIAM ID X 400TTH	SS 304L	1		FACTOR
2Z-706	SECADOR	400 KG/HR	SS 304	1	182640	FACTOR
2Z-707	FILTRO BOLSA	360KG/HR	SS 304	1	27740	FACTOR
PARTES DE RELEVO						
POR MAQUINARIA : EQUIPO			LOTE :		324840	FACTOR
B-901 A/B	SECADOR GAS VENTEO 60	MM3/MINX850MMWX22KW	C.S	1=1	15938	FACTOR
2B-901 A/B	SECADOR GAS VENTEO 60	MM3/MINX850MMWX22KW	C.S	1=1	15938	FACTOR
2D-401	SEPARADOR LB ALIM.	267 DIAM OD X 450 TTH	SS 304L	1	1220	FACTOR
2D-402	SEPARADOR LB ALIM.	267 DIAM OD X 450 TTH	SS 304L	1	1220	FACTOR
2D-403	SEPARADOR MA	318 DIAM ID X 500 TTH	SS 314L	1	1381	FACTOR
2D-404 A/B	TANQUE DE SELLO MA	400 DIAM ID X 900 TTH	SS 314L	2	853	FACTOR
D-353 A/B	TANQUE DE SELLO ACR500	DIAM ID X 900 TTH	SS 314L	2	3355	FACTOR
D-552 A/B	TANQUE DE SELLO HCN400	DIAM ID X 900 TTH	SS 316L	2	3407	FACTOR
2K-603	AGITADOR TANQUE DECOLORIZADOR	550 DIAM X 2.2KW	SS 304	1	14269	FACTOR
2K-702	AGITADOR SOLIDOS P.800	DIAM X 2.2KW	SS 304	1	10560	FACTOR
2K-802	AGITADOR SOLIDOS S.750	DIAM X 1.5KW	SS 304	1	8562	FACTOR
2K-803	AGITADOR DISOLVEDOR	1250 DIAM X 3.7KW	SS 304	1	15411	FACTOR
2K-901	AGITADOR AGUA DES.	500 DIAM X 1.5KW	SS 316	1	7876	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.1 EQUIPO DE PROCESO

## PLANTAS ACTUALES DE METIONINA I Y II

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD <sup>3</sup>	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
2K-701	A/B SEPARADOR CENTRI. PRIMARIO	42 PULGADAS	SS 304L	2*1	252577	FACTOR
2K-801	A/B SEPARADOR CENTRI. SECUNDARIO	42 PULGADAS	SS 304L	3	234026	FACTOR
2P-402	A/B BOMBA DE HB	400 X 15 M X 1.7KW	SS 316	1	9603	FACTOR
2P-403	BOMBA DE ALIMENTA- CION HB	20 P/M X 25M X 1.7KW	SS 316	1	4801	FACTOR
2P-404	BOMBA LB	40 P/M X 15M X 1.7KW	SS 316	1	4801	FACTOR
2P-404	BOMBA LB	40 P/M X 15M X 1.7KW	SS 316	1	4801	FACTOR
2P-406	A/B BOMBA AGUA DESECHO	600 P/M X 15M X 5.5KW	SS 316	1*1	35989	FACTOR
2P-504	A/B BOMBA DE SOLUCION	75 P/M X 30M X 2.2KW	SS 316	1*(1)	18715	FACTOR
2P-505	A/B BOMBA DE ALIMENTA- CION DE HIDANTOINA	110 P/M X 150M X 4.5KW	SS 316	1*1	39191	FACTOR
2P-506	A/B BOMBA DE ALIMENTA- CION DE MNS	60 P/M X 20M X 1.5KW	SS 316	1*1	8790	FACTOR
2P-508	A/B BOMBA DE ALIMENTA- CION DE SOL. NH <sub>3</sub>	50 P/M X 50M X 3.7KW	SS 316	1*(1)	12191	FACTOR
2P-509	A/B BOMBA DE CIRCULA- CION DE CO <sub>2</sub>	400 P/M X 20M X 3.7KW	SS 316	1*(1)	12191	FACTOR
2P-603	A/B BOMBA DE CIRCULA- CION, NEUTRALIZACION	900 P/M X 15M X 5.5KW	SS 316	1*(1)	12584	FACTOR
2P-604	A/B BOMBA ALIM. LIQUIDO					
2P-605	A/B DECOLORIZADO	200 P/M X 23M X 3.7KW	SS 314	1*1	25840	FACTOR
2P-606	BOMBEO DE PRERECU- BRIMIENTO	3 P/M X 45M X 3.7KW	SS 314	1*1	23076	FACTOR
2P-703	BOMBA CIRC. CRIS.P	300 P/M X 15M X 7.5KW	SS 314	1	9597	FACTOR
2P-704	BOMBA DESC. CRIS.P	70 P/M X 12M X 1KW	SS 314	1	12796	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.1 EQUIPO DE PROCESO

## PLANTAS ACTUALES DE METIONINA I Y II

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD <sup>3</sup>	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
2P-705 A/B	BOMBA DE ALIMENTACION DE SOLIDOS P.	700P/M X 24W X 7.5KW	SS 304	1	7524	FACTOR
2P-706	BOMBA DE AGUA DE PROCESO 40°C	300P/M X 35W X 5.5KW	SS 304	1	7197	FACTOR
2P-700 A/B	BOMBA AGITADOR AGUA	3000P/M X 25W X 4.5KW	SS 304	101	26602	FACTOR
2P-801 A/B	BOMBA DE ALIMENTACION COLUMNA FLASH	50 P/M X 18W X 2.2KW	SS 304	1	10399	FACTOR
2P-802	BOMBA DE CIRCULACION CRIST. SEC	5000 P/M X 5.5KW	SS 304	1	15994	FACTOR
2P-804	BOMBA DE CIRCULACION DE SOLIDOS SEC.	200P/M X 23W X 5.5KW	SS 304	1	6402	FACTOR
2P-903A/B/C	BOMBA DE CIRCULACION LAVADOR	500P/M X 25W X 1.1KW	ALTURA S	1010(1)	22396	FACTOR
P-502 A/B	BOMBA NaOH	100P/M X 25W X 3.7KW	SS 304	101	11911	FACTOR
P-651 D	BOMBA ALIM. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30P/M X 15W X 3.7KW	ALTURA S	1	3120	FACTOR
P-652 A/B	BOMBA H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	100P/M X 15W X 3.7KW	ALTURA S	101	8039	FACTOR
P-653 A/B	BOMBA ALIM. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> AL 98%	50P/M X 25W X 3.7KW	SS 316	101	11911	FACTOR
P-051A/B/C	BOMBA ALIM. NaOCl	200P/M X 25W X 4.5KW	ALTURA S	1010(1)	10399	FACTOR
S-602	TOLVA	1400 DIAM ID X2000TTH	SS 304L	1	10102	FACTOR
2S-602	TOLVA	1400 DIAM ID X2000TTH	SS 304L	1	10102	FACTOR
S-701	TOLVA	1000 X 1.400TTH	SS 304L	1	4975	FACTOR
2TK-301	TANQUE CATALISIS, HB	900 DIAM ID X1000TTH	SS 316L	1	7735	FACTOR
2TK-401	TANQUE FONDOS, HB	900 DIAM ID X1200TTH	SS 304L	1	4262	FACTOR
2TK-402	TANQUE LB	2160 DIAM OD X 650TTH	SS 304L	1	1753	FACTOR
TK-404	TANQUE LB	900 DIAM ID X1200TTH	SS 304L	1	4262	FACTOR
2TK-404	TANQUE DECOLORIZACION	900 DIAM ID X1200TTH	SS 304L	1	4262	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.1 EQUIPO DE PROCESO

## PLANTAS ACTUALES DE METIONINA I Y II

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD <sup>3</sup>	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
2TK-602	TANQUE DE LIQUIDO DECOLORIZADO	1700 DIAM ID 12300TTH	SS 304L	1	17701	FACTOR
2TK-605	TANQUE	2000 DIAM ID 12750TTH	SS 304L	1	8659	FACTOR
2TK-606	TANQUE SOLDS. CRIS.P	950 DIAM ID 11400TTH	SS 304L	1	2847	FACTOR
2TK-703	TANQUE SOLDS. CRIS.S	2200 DIAM ID 12800TTH	SS 304L	1	15761	FACTOR
2TK-902	TANQUE DISOLVEDOR P	1700 DIAM ID 12150TTH	SS 304L	1	14350	FACTOR
2TK-805	TANQUE ALMTO. ACR	2300 DIAM ID 12600TTH	SS 304L	1	15515	FACTOR
TK-3510	TANQUE ALMTO HCN	3200 DIAM ID 19500TTH	SS 304L	1	81359	FACTOR
2I-701	EYECTOR CRIST.	40 TORR X 1500 KG/HR	SS 316/CS	1	52765	FACTOR
I-603	VALVULA ROTAT. AC	4.5-15 KG/HR X 0.4 KW	SS 304	1	3939	FACTOR
II-603	VALVULA ROTAT. AC	4.5-15 KG/HR X 0.4 KW	SS 304	1	3939	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.2 EQUIPO DE PROCESO

## PLANTA ACTUAL DE METILMERCAPTANO

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD <sup>3</sup>	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
C-101A/B	COMPRESOR DE CIRCU- LACION DE H <sub>2</sub> S	RECIPROCIDAD ACEITE LIBRE 700 NM 3/H 5300MM VC 37 KWX BP	ACERO INOX.	1+1	120636	FACTOR
	COMPRESOR H <sub>2</sub> S	MM 3/H X VKG/CW12G, 11 110 KW X OP	ACERO INOX.	1+1	232436	FACTOR
D-102	TANQUE DE NH <sub>3</sub>	600 DIAM 10 X 1700H	SS 304L	1	4549	FACTOR
D-109	TANQUE DE NH <sub>3</sub>	700 DIAM 10X1100X2600H	SS 304L	1	12126	FACTOR
E-101A/B	CALENTADOR DE H <sub>2</sub>	TIPO SELECTO 20 KW	SS 304	2	13260	FACTOR
E-103	INTERC. CAL. ABS.	TIPO DE PLACA 52 M <sup>2</sup>	SS 304	1	20823	FACTOR
E-104	ENFRIADOR ABS.	TIPO DE PLACA 69 M <sup>2</sup>	SS 304	1	23130	FACTOR
E-105	ENFRIADOR GAS	TIPO ESPIRAL 25 MW	SS 304	1	16974	FACTOR
E-106	PREENFRIADOR	CONCHA Y TUBO 25 M <sup>2</sup>	SS 304	1	10798	FACTOR
E-107	CONDENSADOR VENTEO	CONCHA Y TUBO 5 M <sup>2</sup>	SS 304	1	4904	FACTOR
E-108	EVAPORADOR MeOH	CONCHA Y TUBO 20 M <sup>2</sup>	SS 304	1	7635	FACTOR
E-109A/B	ALIM. EFLUENTE AL INTERC. DEL REACTOR	CONCHA Y TUBO 75 M <sup>2</sup>	SS 304	1	41523	FACTOR
E-110	PRECALENTADOR DE ALIMEN. AL REACTOR	ELECCION TIPO 44 KW	SS 316L	1	19435	FACTOR
E-111	CALENTADOR DE SAL FUNDIDA	ELECCION TIPO 50 KW	SS 316L	1	6714	FACTOR
E-112	ENFRIADOR DE MM	TIPO U DE TUBO 130 M <sup>2</sup>	SS 304	1	35960	FACTOR
E-113	REBOILER DEL DESHI- DRATADOR PRIMARIO	CONCHA Y TUBO 9.4 M <sup>2</sup>	SS 304	1	6538	FACTOR
E-114	CONDENSADOR DEL DES- HIDRATADOR PRIMARIO	CONCHA Y TUBO 34 M <sup>2</sup>	SS 304	1	63767	FACTOR
E-115	REBOILER DEL DESHI- DRATADOR SECUNDARIO	CONCHA Y TUBO 11 U <sup>2</sup>	SS 304	1	7003	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.2 EQUIPO DE PROCESO

## PLANTA ACTUAL DE METILMERCAPTANO

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD <sup>3</sup>	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
E-116	CONDENSADOR DEL DES- HIDRATADOR SECUNDARIO	CONCHA Y TUBO 210 M <sup>2</sup>	SS 304	1	5066	FACTOR
E-117	REBOILER DE H <sub>2</sub> S	CONCHA Y TUBO 2.4 M <sup>2</sup>	SS 304	1	3814	FACTOR
E-118	CONDENSADOR H <sub>2</sub> S	CONCHA Y TUBO 30 M <sup>2</sup>	SS 304	1	10355	FACTOR
E-119	REBOILER REFINACION FINAL	CORAZA Y TUBO 6 M <sup>2</sup>	SS 304	1	5451	FACTOR
E-120	CONDENSADOR REFINA- CION FINAL	CORAZA Y TUBO 32 M <sup>2</sup>	SS 304	1	10897	FACTOR
E-121	EVAPORADOR DMS	CONCHA Y TUBO 15 M <sup>2</sup>	SS 304	1	10897	FACTOR
E-122	DESECHO DE GAS	TIPO COIL 2.7 M <sup>2</sup>	SS 304	1	3627	FACTOR
F-101	INCINERADOR DE GAS	1250 DIA. OD X 1650L	CS	1	41051	FACTOR
P-113 A/B	BOMBA CIRCULACION DE ETILENGLICOL	140WE/HX320X1 70KW	SS 304	1	16888	FACTOR
P-114 A/B	BOMBA TRANSFER. MM	1.6/MX 3KG/CU <sup>2</sup> X0.4KW	SS 304	1	20105	FACTOR
P-115 A/B	BOMBA DMS	388M <sup>3</sup> /HX30WX2.5KW	SS 304	1	4022	FACTOR
P-116	BOMBA 2 DMS	1.6/MX3KG/CU <sup>2</sup> X0.4KW	SS 304	1	10455	FACTOR
P-117 A/B	BOMBA CIRCULACION DE DMS	10M <sup>3</sup> /HX10WX0.05KG	SS 304	1	4025	FACTOR
P-118 A/B	BOMBA AGUA DE PROCESO MM	4/MX2KG/CU <sup>2</sup> X0.75KW	SS 304	101	19777	FACTOR
P-119 A/B	BOMBA AGUA DE PROCESO DMS	2H3/HX15HX1.5KW	SS 304	101	7191	FACTOR
P-121	BOMBA A PIT	10M <sup>3</sup> /HX30WX5.5KW	SS 304	101	23569	FACTOR
R-101 A/B	REACTOR DE H <sub>2</sub> S	1900 DIAM. 1DX4500H	SS 316L	2	269795	FACTOR
R-102	REACTOR DE MM	1800 DIAM. 1DX3380H	SS 316L	1	184947	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.2 EQUIPO DE PROCESO

## PLANTA ACTUAL DE METILMERCAPTANO

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD <sup>3</sup>	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
T-101 A/B	COLUMNA ENFTO.	850 DIAM. 15X7000H	CS SS 304	2	8665	FACTOR
T-102	COLUMNA LAVADO	840 DIAM. 10X7000H	CS	2	5641	FACTOR
T-103	ABSORBEDOR H <sub>2</sub> S	850 DIAM. 10X7300H	CS	1	3021	FACTOR
T-104	REGENERADOR H <sub>2</sub> S	850 DIAM. 15X6700H	CS	1	8036	FACTOR
T-105	DESHIDRATADOR H <sub>2</sub> S	1050 ID X 10600H	SS 304	1	38135	FACTOR
T-106	DESHIDRATADOR P.	900 DIAM. 10X10600H	SS 304	1	41669	FACTOR
T-107	DESHIDRATADOR S.	800 DIAM. 10X12700H	SS 304	1	47345	FACTOR
T-108		600 DIAM. 10X16900H	SS 304	1	55560	FACTOR
T-109	REFINADOR FINAL	300 DIAM. 10X2850H	SS 304	1	71342	FACTOR
T-110	LAVADOR METANOL	200 DIAM. 10X2850H	SS 304	1	5737	FACTOR
T-111	LAVADOR DE NaOH	700 DIAM. 10X6500H	CS	1	5872	FACTOR
TK-104	TQ. DISOL. CaCl <sub>2</sub>	1100 DIAM. 10X1000H	TITALUM	1	15263	FACTOR
TK-106	GAS HOLDER H <sub>2</sub> S	4750 DIAM. 10X10200H	CS	1	55153	FACTOR
Z-103	MEZCLADOR	30"DIAMX10"DIAX1055L	SS 304	1	1652	FACTOR
Z-104	DISTRIBUIDOR	10"DIAM TIPO CONTROL DE MANO	SS 304	1	1719	FACTOR
Z-105	DISTRIBUIDOR	10"DIAM TIPO CONTROL DE MANO	SS 304	1	1719	FACTOR
Z-106	DISTRIBUIDOR	10"DIAM TIPO CONTROL DE MANO	SS 304	1	1719	FACTOR
	CATALIZADOR A			1 LOTE	41037	FACTOR
	CATALIZADOR B			1 LOTE	15786	FACTOR
	PARTES DE SEPARACION				33340	FACTOR
C-101 A/B	PORTE DE RELEVO				47078	FACTOR
C-102 A/B	INCINERADOR				5848	FACTOR
	AGITADOR				487	FACTOR



## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.2 EQUIPO DE PROCESO

## PLANTA ACTUAL DE METILMERCAPTANO

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD <sup>3</sup>	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
	REACTOR				161529	FACTOR
	TQ ETILENGLICOL				753	FACTOR
D-104 A/B	TQ. CALENTADOR	1700 ID X 3000 TTL	SS 304	2	22740	FACTOR
D-105	SEPARADOR H <sub>2</sub> S	200 DIAM ID X 400K	SS 304	1	1139	FACTOR
D-106 A/B	TANQUE CHECK	1200DIAM ID X 2000H	SS 304	2	9098	FACTOR
D-107	TANQUE MM	1900DIAM ID X 3700H	SS 304	1	12129	FACTOR
P-101 A/B	BOMBA DE TRANSFERENCIA DE S FUNDIDO	10 m <sup>3</sup> /H X 15M X 3.7KW	SS 304	101	15774	FACTOR
P-102 A/B	BOMBA DE ALIMENTACION DE AZUFRE	8 m <sup>3</sup> /H X 10M X 2.2KW	SS 304	101	23322	FACTOR
P-103 A/B	BOMBA DE CIRCULACION PARA COLUMNA	20 m <sup>3</sup> /H X 20M X 3.7KW	SS 304	101	12068	FACTOR
P-104 A/B	BOMBA DE CIRCULACION PARA LAYADO	20 m <sup>3</sup> /H X 20M X 3.0KW	SS 304	101	12068	FACTOR
P-105 A/B	BOMBA DE TRANSFERENCIA ABSORBENTE	35 m <sup>3</sup> /H X 20M X 5.2KW	SS 304	101	7240	FACTOR
P-106 A/B	BOMBA DE RECIRCULACION ABSORBENTE	35 m <sup>3</sup> /H X 20M X 6.2KW	SS 304	101	7240	FACTOR
P-107 A/B	BOMBA DE CIRCULACION CaCl <sub>2</sub>	20 m <sup>3</sup> /H X 20M X 4.2KW	SS 304	101	5625	FACTOR
P-108 A/B	BOMBA DE CIRCULACION ETILENGLICOL	10 m <sup>3</sup> /H X 20M X 2.5KW	SS 304	101	4022	FACTOR
P-109	BOMBA DE CIRCULACION CaCl <sub>2</sub>	2 m <sup>3</sup> /H X 20M X 2.2KW	SS 304	1	3197	FACTOR
P-110 A/B	BOMBA DE ALIMENTACION METANOL	.25m <sup>3</sup> /HX3Kg/cm <sup>2</sup> X.75KW	SS 304	201	29755	FACTOR
P-111	BOMBA DE CIRCULACION SAL FUNDIDA	300m <sup>3</sup> /H X 1M X 7.5KW	SS 304	101	43706	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.2 EQUIPO DE PROCESO

## PLANTA ACTUAL DE METILMERCAPTANO

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD <sup>3</sup>	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
P-112	BOMBA DE CARGA					
	SAL FUNDIDA	10 M <sup>3</sup> /H X 1.5M X 3.7KW SS 304		1	8685	FACTOR
P-120 A/B	BOMBA DE CIRCU-					
	LACION DE NaOH	35 M <sup>3</sup> /H X 2M X 7.5KW SS 304		1=1	13262	FACTOR
TK-101	TQ. ALMTO. S FUND.	3000W X 7000L X 2100H CS		1	379	FACTOR
TK-102	TQ. SERVO. S FUND.	1600 DIAM ID X 1200H CS		1	799	FACTOR
TK-103	TQ. ETILENGLICOL	1100 DIAM ID X 1200H CS/SS 304		1	3951	FACTOR
TK-105	TQ. SOLN. CaCl <sub>2</sub>	1100 DIAM ID X 1000H SS 304		1	3895	FACTOR
TK-107	TQ. AGUA DE DESECHO	1100 DIAM ID X 1200H SS 304		1	2706	FACTOR
TK-108	TQ. SOPLADOR	1700 DIAM X 1200H CS		1	162	FACTOR
TK-109	TQ. SERVICIO NaOH	1600 DIAM X 2060H CS		1	1755	FACTOR
TK-111	TQ. AGUA DESECHO	1750 DIAM X 2280H SS 304		1	4711	FACTOR
TK-113	TQ. NaOH	1500 DIAM X 2000H CS		1	1597	FACTOR
Z-102	SELLO CALDERA	500 DIAM X 1000H CS		1	488	FACTOR
Z-107	SELLO CALDERA	500 DIAM X 1000H CS		1	488	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.3 SERVICIOS

## PLANTAS ACTUALES: METIONINA Y METILMERCAPTANO

## 1. MAQUINARIA Y EQUIPO DE SERVICIO

EQUIPO	DESCRIPCION	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
CALDERA	TIPO DE TUBOS DE AGUA Y DOMOS HORIZONTALES CAPACIDAD DE 17,000 Kg/hr DE VAPOR SATURADO A UNA PRESION DE 22.15 Kg/cm <sup>2</sup>	3775	FACTOR
CALDERA	TIPO DE TUBOS DE AGUA Y DOMOS HORIZONTALES CAPACIDAD DE 137,000 Kg/hr DE VAPOR SATURADO A UNA PRESION DE 17 Kg/cm <sup>2</sup>	1443	FACTOR
PLANTA DE HIDROGENO	CAPACIDAD DE PRODUCCION 360 KCHH DE HIDROGENO NATURAL Y VAPOR GAS NATURAL COMO COMBUSTIBLE SISTEMAS SAS III HB CAMA FIJA DE ABSORCION PARA PURIFICACION DE HIDROGENO	3994	FACTOR
CLARIFICADOR	CLARIFICADOR MODELO REACTIVADOR MCA GRABI CONTACTO CON SALIDAS Y RECIRCULACION DE LODOOS PARA FLUJO MAXIMO A LA SALIDA DE 2060 GALONES POR MINUTO. PARA INSTALARSE EN UN TANQUE CUADRADO DE CON- CRETO DE 44'X LADO Y 18' ACT. CON SISTEMA DE DE RECIRCULACION DE LODOOS MODELO No. 160-030 Y SISTEMA DE RASTRAS DE LODO MODELO 7-450 CON MOTORES DE 3HP Y 1/4 RESPECTIVAMENTE PARA SERVICIO DE 440V/3 FASES Y ARMAZON TOTALMENTE CERRADO Y SIN VENTILACION	3254	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.3 SERVICIOS

## PLANTAS ACTUALES: METIONINA Y METILMERCAPTANO

## 1. MAQUINARIA Y EQUIPO DE SERVICIO

EQUIPO	DESCRIPCION	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA	UNIDADES DESMINERALIZADORAS CON COLUMNAS CATIONICAS T-001 A/B, COLUMNAS ANIONICAS T-001 C/P CON LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE DISEÑO DOBLE TREN DE OPERACION TOTALMENTE AUTOMATICA TIPO NIDO DE VALVULAS FORMADAS POR 2 COLUMNAS CATIONICAS FUERTES Y 2 UNIDADES ANIONICAS ESTRATIFICADAS.	1811	FACTOR
COMPRESOR	DE DOS UNIDADES DE AIRE TIPO ROTATORIO SSA-22 SSR-800H ENFRIADOR DE AGUA PARA SERVICIO CONTINUO Y COMPLETO CON ACCESORIOS, TABLERO DE CONTROL ALAMBRADO MONTADO EN PL DE BASE CONSTITUYENDO UN CONJUNTO DE COMPRESORES DE AIRE TOTALMENTE AUTONOMO Y TOTALMENTE CUBIERTO, PRESION DE DESCARGA 125 PSIG. ENF. AGUA CARACTERISTICAS ELECT. 460 V H J F 60 HZ -	766	FACTOR
UNIDAD DE REFRIGERACION	UNIDAD DE REFRIGERACION, MCA SULLAIR MOD. C-161 TIPO TORNILLO PARA ENTREGAR AMONIACO LIBRE DE ACEITE CON CAPACIDAD DE 140 TONS. DE REFRIGERACION PARA MANEJAR UNA SOLUCION DE METANOL AL 30% EN EL EVAPORADOR CON UNA TEMPERATURA DE ENTRADA DE 12°C Y UNA		

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.3 SERVICIOS

## PLANTAS ACTUALES: METIONINA Y METILMERCAPTANO

## 1. MAQUINARIA Y EQUIPO DE SERVICIO

EQUIPO	DESCRIPCION	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
UNIDAD DE REFRIGERACION	Y TEMPERATURA DE SALIDA DE 25°C Y USANDO AGUA EN EL CONDENSADOR A TEMPERATURA DE ENTRADA DE 12°C Y CON MOTOR 200 HP PARA 440H 3F 60HZ MONTADO SOBRE PATINES EQ. PAQ.	985	FACTOR
UNIDAD DE REFRIGERACION	AMONIACO LIBRE DE ACEITE CON 1 MOTOR DE CAP. DE 1250 HP A 1750 RPM + 160V 3F 50HZ PARA 1 CAPACIDAD DE 1.404 K/CAL CON TABLERO DE CONTROL CON OPERACION TOTALMENTE AUTOMATICA A - PRUEBA DE EXPLOSION EN CAJA TIPO 4 CLASE 1 - DIV. Y CONDENSADOR DE CASCO Y TUBO DE 6 PASOS SUPERFICIE DE COND DE 509 34 M <sup>2</sup> Y 87.56 LIB/SEG AGUA A 22 GRADOS C. LA CAIDA DE PRESION ES DE 0.8 KG/CW <sup>2</sup> . 1 RECIBIDOR DE LIQUIDO PARA ALMACENAMIENTO DE AMONIACO CON AREA ESTIMADA DE 35M <sup>2</sup> .	2275	FACTOR
SECADOR DE AIRE	GASTO EN LAENTRADA 12.59M <sup>3</sup> /MM, GASTO SALIDA - 12.12M <sup>3</sup> /MM PRESION ENTRADA 7.00KG/CW <sup>2</sup> TEMP -- MAXIMA DE 35 GRADOS, OPERACION AUTOMATICA.	123	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.3 SERVICIOS

## PLANTAS ACTUALES: METIONINA Y METILMERCAPTANO

## 1. MAQUINARIA Y EQUIPO DE SERVICIO

EQUIPO	DESCRIPCION	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
COMPRESOR HORIZONTAL	MONTADO EN PATINES FORMANDO 1 PAQ. INCLUIDO MEDIDOR DE TEMPERATURA Y PROTECCION CON AL-ARMA EN EL PANEL DE CONTROL POR DIP.DE FALLAS	13.06	FACTOR
BOMBAS	2 UNIDADES TAG S P-08 A/B MCA. 6.2 GL A PASOS EN LAS SIGUIENTES CONDICIONES CABEZAL DE DESC. 10X20 050 DIA. DESC.10" 150 LIB. LUB. AUTLU--BRICADA 001 ID=X177160 (A.C) FLECHA, COL A.C TAZONES 16"(FD) NO. PASOS 2, COLADOR CANASTA - GALV, IMPULSORES DE BRONCE LA FLECHA TAZONES A INOXIDABLE SISTEMA ELECTRONICO DE 50 CICLOS 440V.	354	FACTOR
BOMBAS	1 LOTE DE BOMBAS CON LOS SIGUIENTES TAC 1 P00 6-AB, P042-AB, P040-AB, P-092AB, P093-AB, WP303 -AB, 2P607-AB, 2P610-AB, 2P707-AB, P/09-AB.		
	NO. TAC	TIPO	LIO.ALMACENAR
	P005 A/B	1 1/2"X1X6" ESP	AGUA
	P006 A/B	3" X 2"X 10" HOC	AGUA HELADA
	P040 A/B	6" X 4"X 13" HOC	METANOL 30%
	P042 A/B	6" X 4"X 13" HOC	METANOL 30%
	P092 A/B	9" X 6"X 13" HOC	AGUA

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.3 SERVICIOS

## PLANTAS ACTUALES: METIONINA Y METILMERCAPTANO

## 1. MAQUINARIA Y EQUIPO DE SERVICIO

EQUIPO	DESCRIPCION	PRECIO (USD)	METODO ESTIMACION
BOMBAS			
	NO. TAC	TIPO	LIQ. ALMACENAR
	P093 A/B	8" X 6" X 13" HOC	AGUA
	P567 A/B	2" X 1" X 10" HOC	NaOH 50%
	2P303 A/B	1 1/2" X 1" XHOC	AGUA CALIENTE
	2P603 A/B	400P/MX35MX7.5KW	AGUA CALIENTE
	2P610 A/B	100P/MX45MX3.7KW	AGUA CALIENTE 301
	2P707 A/B	300P/MX30MX3.7KW	AGUA CALIENTE 401
	2P700 A/B		1045 FACTOR
BOMBAS			
	1 LOTE DE BOMBAS P. #50 A/B		23 FACTOR
TORRE DE ENFRIAMIENTO			1397 FACTOR
DECOLORADOR			
	EQUIPO PARA DECOLORAR UNA SOLUCION DE METIO. CUYA TRANSMITANCIA DE ENTRADA AL TREN DE PER- COLACION NO EXCEDA AL INDICE DE 56% Y ENTRE- QUE LA MENCIONADA SOLUCION A UN VALOR DE TRANSMITANCIA MAXIMA DE 92%		2455 FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.3 SERVICIOS

## PLANTAS ACTUALES: METIONINA Y METILMERCAPTANO

2. EQUIPO Y MATERIAL ELECTRICO  
EQUIPO CON PROCEDENCIA EXTRANJERA

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO (USD)	METODO ESTIMACION
1	PIEZA	TABLERO DE DISTRIBUCION TIPO DUAL AUTO-TRANSPORTADO, BLINDADO CON DOS INTERRUPTORES ALIMENTADORES CON TRANSFORMADOR DE CORRIENTE Y POTENCIAL, PARA MEDICION CON 2 SECCIONES DE CONTROL Y MEDICION, PARA OPERAR A 490V Y 3F 4H.	11.5	FACTOR
1	PIEZA	TABLERO DE DISTRIBUCION TIPO DUAL AUTO-TRANSPORTADO, BLINDADO CON DOS INTERRUPTORES ALIMENTADORES CON TRANSFORMADOR PARA MEDICION Y DOS SECCIONES DE MEDICION PARA OPERAR A 480V Y 3F 4H 60HZ.	9.5	FACTOR
1	PIEZA	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 7 SECCIONES 2 2 FRENTES CON 67 SISTEMAS DE ARRANQUE DE MOTORES PARA OPERAR A 480V 3F 4H 60HZ.	8.0	FACTOR
1	PIEZA	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 3 Y No 7, 15 SECCIONES, UN FRENTE CON 29 SISTEMAS DE ARRANQUE DE MOTORES PARA OPERAR A 480V 3F 4H 60HZ.		
		CCM No. 3	6.2	FACTOR
		CCM No. 7	2.7	FACTOR



## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.3 SERVICIOS

## PLANTAS ACTUALES: METIONINA Y METILMERCAPTANO

2. EQUIPO Y MATERIAL ELECTRICO  
EQUIPO CON PROCEDENCIA EXTRANJERA

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO (USD)	METODO ESTIMACION
1	PIEZA	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES PARA OPERAR A 4,160V 3F 60HZ CONTENIENDO DOS ARRANCADORES 1.- PARA ARRANQUE DE MOTOR 1,250 HP 2.- PARA ALIMENTACION 6 TRANS. DE 112,5 KVA	3.8	FACTOR
1	PIEZA	TABLERO DE DISTRIBUCION PARA OPERAR A - 4,160V 3F 60HZ BLINDADO, AUTOTRANSPORTADO CONTENIENDO UNA SECCION DE TRANSICION Y DOS SECCIONES DE ALIMENTADORES CON INTERRUPTOR EN AIRE.	33.4	FACTOR
1	PIEZA	TABLERO DUPLEX, DE PROTECCION, 8 SECCIONES, 2 FRENTES, CONTENIENDO EN PARTE FRONTAL EQUIPO DE MEDICION Y CONTROL Y EN PARTE POSTERIOR CONTENIENDO LOS ELEVADORES DE INDUCCION PARA PROTECCION DE FALLA DE TODOS LOS INTERRUPTORES.	32.6	FACTOR
1	PIEZA	SISTEMA DE BANCO DE BATERIAS CON CARGADOR DE BATERIAS ALIMENTANDO A 480V, CON INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA, DEL LADO 1 POR C.F.E. Y DE LADO 2 POR PLANTA DE EMERGENCIA. CONTENIDO EN TABLERO AUTOSOPORTADO EL		

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.3 SERVICIOS

## PLANTAS ACTUALES: METIONINA Y METILMERCAPTANO

2. EQUIPO Y MATERIAL ELECTRICO  
EQUIPO CON PROCEDENCIA EXTRANJERA

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
		EL CUAL ADEMAS INCLUYE SISTEMA DE MEDICION, PROTECCION Y DE CARGA AUTOMATICA Y TABLERO DE DISTRIBUCION A 125 Y CD DE 24 CIRCUITOS, UN BANCO DE BATERIAS CON CAPACIDAD DE 175 AMPERS HORA POR UN LAPSO CONTINUO DE OCHO HORAS.	6.3	FACTOR
1	PIEZA	TRANSFORMADOR DE 300KVA CON VOLTAJE DE OPERACION EN EL PRIMERO A 4,160V SECUNDARIO 480/277V CON INTERRUPTOR EN LADO BAJA, TIPO PEDESTAL.	2.7	FACTOR
1	PIEZA	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V 3F 4H 50HZ No. 12	0.57	FACTOR
1	PIEZA	CENTRO DE CONTROL DE RESISTENCIAS CALEFACTORAS 480V 3F 4H 60HZ.	2.0	FACTOR
1	PIEZA	CUCHILLAS PARA ACOMETIDA DE C.F.E., 3F 3H PARA OPERACION EN GRUPO CON CARGA A 34.5 KV (ALDUTI).	48.8	FACTOR
1	PIEZA	TABLERO BLINDADO AUTOSOPORTADO CON 3 SECCIONES, CON INTERRUPTOR PRINCIPAL Y EQUIPO DE MEDICION PARA C.F.E. 3 FASES 60HZ PARA OPERAR A 4.5KV.	315.8	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.3 SERVICIOS

## PLANTAS ACTUALES: METIONINA Y METILMERCAPTANO

2. EQUIPO Y MATERIAL ELECTRICO  
EQUIPO CON PROCEDENCIA EXTRANJERA

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
2	PIEZAS	TRANSFORMADOR 2000 KVA VOLTAJE DE OPERACION PRIMARIO 34.5 KV VOLTAJE DE OPERACION SECUNDARIO 4,160V 60HZ.	681.7	FACTOR
4	PIEZAS	TRANSFORMADOR 1000 KVA VOLTAJE DE OPERACION PRIMARIO 34.5 KV VOLTAJE DE OPERACION SECUNDARIO 480V 60HZ.	681.7	FACTOR
1	LOTE	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 100/5 12 PZAS 4 PIEZAS, TRANSFORMADOR 10 KVA 480V PRIM. 240/100V SEC. 60HZ. 1 PIEZA. TRANSF. 30KVA 480 V 240/120V, 60HZ 3 PIEZAS.	246.1	FACTOR
1	PIEZA	PLANTA DE EMERGENCIA DE 600 KW CON MOTOR DIESEL UN CUMMIS, TABLERO DE CONTROL, INTERRUPTOR DE TRANSF. CARGADOR DE BATERIAS. EQUIPO DE MEDICION	57	FACTOR
1	LOTE	LAMPARAS PARA ALUMBRADO A 277V, 60HZ ALTA IMPEDANCIA A PRUEBA DE EXPLOSION, TIPO ADITIVOS METALICOS DE 175,000 Y 500W.	1451	FACTOR
1	LOTE	CHAROLA DE ALUMINIO PARA CANALIZACION DE CABLE DE DIFERENTES MEDIDAS CON ACCESORIOS.	1123	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.3 SERVICIOS

## PLANTAS ACTUALES: METIONINA Y METILMERCAPTANO

2. EQUIPO Y MATERIAL ELECTRICO  
EQUIPO CON PROCEDENCIA EXTRANJERA

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
1	LOTE	CABLEADO SUB. PRINCIPAL ACOMETIDA Y ALIMENTADORES.	133.5	FACTOR
2	PIEZAS	GABINETE DE CONTROL CON ARRANCADORES A 480V, 3F BOTONES DE CONTROL A 120V PARA CONTROLAR 2 SISTEMAS DE AJRE ACONDICIONADO.	2.3	FACTOR
1	PIEZA	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 2, 2 FRENTES 480V 3F 4H 60HZ	11.5	FACTOR
1	PIEZA	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 4, 2 FRENTES, 7 SECCIONES 480V 3F 4H 60HZ	12.8	FACTOR
1	PIEZA	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 5, 1 FRENTE, 4 SECCIONES 480V 3F 4H 60HZ	6.1	FACTOR
1	PIEZA	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 6, 2 FRENTES, 6 SECCIONES 480V 3F 4H 60HZ	8.8	FACTOR
1	PIEZA	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 8, 2 FRENTES, 5 SECCIONES 480V 3F 4H 60HZ	5.6	FACTOR
1	PIEZA	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 9, 2 FRENTES, 5 SECCIONES 480V 3F 4H 60HZ	11.9	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.3 SERVICIOS

## PLANTAS ACTUALES: METIONINA Y METILMERCAPTANO

2. EQUIPO Y MATERIAL ELECTRICO  
EQUIPO CON PROCEDENCIA EXTRANJERA

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
1	PIEZA	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 10, 2 FRENTE, 5 SECCIONES 480V 3F 4H 60HZ	7.6	FACTOR
1	PIEZA	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES No. 11, 12 FRENTE, 4 SECCIONES 480V 3F 4H 60 HZ	6.1	FACTOR
1	PIEZA	TABLERO BLINDADO AUTOSOPORTADO CON 5 SECCIONES, CON INTERRUPTORES EN EQUIPO EN PEQUEÑO VOLUMEN DE ACEITE, PARA OPERAR A 34.5 KV 3 FASES 60HZ	612.0	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.4 EQUIPO DE PROCESO

## PLANTA NUEVA DE ACROLEINA

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
4-D-121	TANQUE DE SOLUCION	600DIAM X 10 X 1700H	SS 304L	1	14128	FACTOR
4-D-5241	CONDENSADOR	318DIAM OD X 8.7m <sup>2</sup>	SS 304L	1	12403	FACTOR
4-D-564	TAMBOR DE SELLO	500DIAM ID X 200 TTH	SS 304L	1	6296	FACTOR
4-D-001	TANQUE DE MEZCLADO	600DIAM ID X 1700H	SS 304L	1	13513	FACTOR
4-D-511	TANQUE DE EXPANSION	1700DIAM ID X 2300TTH	SS 304L	1	13022	FACTOR
4-D-505	TANQUE DE BALANCE	700DIAMID X 1000 X 2600H	SS 304L	1	15669	FACTOR
4-E-5311A	BENFRIADOR	287DIAM OD X 6.3m <sup>2</sup>	SS 304L	1	12905	FACTOR
4-E-5642	ENFRIADOR INTERMEDIO	287DIAM OD X 6.3m <sup>2</sup>	SS 304L	1	13153	FACTOR
4-E-522	CALENTADOR GAS DESECHO	ELECCION TIPO 40 KW	SS 316	1	13474	FACTOR
4-E-532	REBOILER	CORAZA Y TUBOS 30 m <sup>2</sup>	SS 304L	1	13210	FACTOR
4-E-534	REBOILER	CORAZA Y TUBOS 30 m <sup>2</sup>	SS 304L	1	30734	FACTOR
4-E-513	PRECALENTADOR	318DIAM OD X 30 m <sup>2</sup>	SS 304L	1	30734	FACTOR
4-E-514	PRECALENTADOR	318DIAM OD X 30 m <sup>2</sup>	SS 304L	1	35477	FACTOR
4-E-5241	CONDENSADOR	CORAZA Y TUBOS 28 m <sup>2</sup>	SS 304L	1	35477	FACTOR
4-E-564	CONDENSADOR DE VENDEO	CORAZA Y TUBOS 25 m <sup>2</sup>	SS 304L	1	16123	FACTOR
4-E-1327	CONDENSADOR	CORAZA Y TUBOS 38 m <sup>2</sup>	SS 304L	1	14652	FACTOR
4-E-122	CONDENSADOR DE DOMOS	CORAZA Y TUBOS 40 m <sup>2</sup>	SS 304L	1	16123	FACTOR
4-E-071	EVAPORADOR DE PROPILENOCORAZA	Y TUBOS 20 m <sup>2</sup>	SS 304L	1	17196	FACTOR
4-E-511	GENERADOR DE VAPOR ALTA	318DIAM OD X 6.5 m <sup>2</sup>	SS 304L	1	17255	FACTOR
4-E-512	GENERADOR DE VAPOR BAJA	318DIAM OD X 6.5 m <sup>2</sup>	SS 304L	1	33222	FACTOR
4-GB-001	COMPRESOR DE AIRE		SS 304L	1	31188	FACTOR
4-Z-563	EYECTOR	10 Torr X 25 Kg/hr	SS 304L	1	86454	FACTOR

4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS  
4.10.4 EQUIPO DE PROCESO  
PLANTA NUEVA DE ACROLEINA

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
4-P-5312A/B	BOMBA DE RECIRCULACION	150DIAMC/MX25MX1.7KW	SS 316	1	39324	FACTOR
4-P-5311	BOMBA DE RECIRCULACION	150DIAMC/MX25MX2.7KW	SS 316	1	39324	FACTOR
4-P-532	BOMBA DE CIRCULACION	100DIAMC/MX25MX1.7KW	SS 316	1	22695	FACTOR
4-P-534	BOMBA DE CIRCULACION	100DIAMC/MX25MX1.7KW	SS 316	1	22695	FACTOR
4-P-5241	BOMBA DE TANQUE DE COND	100DIAMC/MX25MX1.7KW	SS 316	1	16772	FACTOR
4-P-584	BOMBA PARA SERVICIO ACR	150DIAMC/MX30MX1.7KW	SS 316	1	11350	FACTOR
4-P-5641	BOMBA DE TRANSFERENCIA	1.6MX 1Kg/cm <sup>2</sup> X 0.4KW	SS 316	1	34628	FACTOR
4-P-5642	BOMBA DE TRANSFERENCIA	1.6MX 1Kg/cm <sup>2</sup> X 0.4KW	SS 316	1	34628	FACTOR
4-P-132	BOMBA DE TRANSF. FONDOS	1.6MX 1Kg/cm <sup>2</sup> X 0.4KW	SS 316	1	34628	FACTOR
4-P-133	BOMBA DE COND A TRAT.	100DIAMC/MX20M <sup>2</sup> X1.7KW	SS 316	1	16772	FACTOR
4-R-001	REACTOR DE ACROLEINA	1400 DIAM,IDX 2000TTH	SS 316	1	521509	FACTOR
4-T-501	COLUMNA DE LAVADO	500 DIAM,IDX 3000TTH	SS 304L	1	12749	FACTOR
4-T-502	COLUMNA DE ABSORCION	ACR267X600DIAMIDX750TTH	SS 304L	1	6827	FACTOR
4-T-503	COLUMNA DE DEAREACION	1000 DIAM,IDX 2500TTH	SS 304L	1	16837	FACTOR
4-T-504	COLUMNA DE DESTILACION	800 DIAM,IDX 1200TTH	SS 304L	1	27929	FACTOR
4-T-505	COLUMNA DE DESTILACION	850 DIAM,IDX 1200TTH	SS 304L	1	27929	FACTOR
4-T-5641	COLUMNA DE DEORORIZACION	267X500DIAMIDX750TTH	SS 304L	1	22123	FACTOR
4-T-5642	COLUMNA DE DEODORIZACION	267X500DIAMIDX750TTH	SS 304L	1	22123	FACTOR

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

4.10.5 EQUIPO DE PROCESO  
PLANTA NUEVA DE RECUPERACION DE  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
4-B-001	SOPLADOR DE AIRE	7"DIAM.TIPO CON. MAH	SS304L	1	6402	FACTOR
4-B-002	SOPLADOR DE AIRE	7"DIAM.TIPO CON. MAH	SS304L	1	6402	FACTOR
4-E-001	CONCENTRADOR DE SALMUERA	1000DIAM.IDX1300H	SS304L	1	7120	FACTOR
4-E-002	CALENTADOR	SELECCION TIPO 50KW	SS304L	1	7590	FACTOR
4-E-003	CRISTALIZADOR DE $\text{Na}_2\text{SO}_4$	2500DIAM.OBX4000TTH	SS304L	1	15642	FACTOR
4-E-004	ENFRIADOR	CONCHA Y TUBO 9.4M <sup>2</sup>	SS304L	1	7192	FACTOR
4-E-005	CONCENTRADOR DE SALMUERA	1000DIAM.IDX1300H	SS304L	1	7120	FACTOR
4-E-006	CRIS.DE $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	2500DIAM.OBX4000TTH	SS304L	1	15642	FACTOR
4-K-001	SEPARADOR CENT.DE $\text{Na}_2\text{SO}_4$	42 PULGADAS	SS304L	1	143114	FACTOR
4-K-002	SEPARADOR CENTRIFUGO	42 PULGADAS	SS304L	1	143114	FACTOR
4-L-001	BANDA TRANS.A $\text{Na}_2\text{SO}_4$ H	400MX6600L	SS304L	1	10361	FACTOR
4-L-002	BANDA TRANS.A $\text{Na}_2\text{SO}_4$	400MX6600L	SS304L	1	10361	FACTOR
4-L-003	BANDA TRANS.A $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10$	400MX6600L	SS304L	1	10361	FACTOR
4-L-004	BANDA TRANS.A $\text{Na}_2\text{SO}_4$	400MX6600L	SS304L	1	10361	FACTOR
4-L-005	BANDA TRANS.A $\text{Na}_2\text{SO}_4$	400MX6600L	SS304L	1	10361	FACTOR
4-P-001	BOMBA DEL TANQUE DE MEZ.	50P/MX18MX1.1KW	SS304L	1	4897	FACTOR
4-P-002	BOMBA DE COLUMNA FLASH	50P/MX20MX2.2KW	SS304L	1	12670	FACTOR
4-P-003	BOMBA DE RECIRCULACION	30P/MX15MX1.1KW	SS304L	1	11484	FACTOR
4-P-004	BOMBA DEL TANQUE RECUP.	50P/MX18MX1.1KW	SS304L	1	4950	FACTOR
4-P-005	BOMBA DEL CRISTALIZADOR	150P/MX25MX2.7KW	SS304L	1	13569	FACTOR
4-P-006	BOMBA DE RECIRCULACION	150P/MX15MX1.7KW	SS304L	1	11484	FACTOR
4-P-007	BOMBA DEL TANQUE RECUP.	40P/MX15MX1.7KW	SS304L	1	4950	FACTOR
4-T-001	COLUMNA FLASH	700DIAM.IDX2300TTH	SS304L	1	22981	FACTOR
4-T-002	COLUMNA CONDENSADORA	500DIAM.IDX3800TTH	SS304L	1	11720	FACTOR
4-TK-001	TANQUE DE MEZCLA	1700DIAM.2150TTH	SS304L	1	4902	FACTOR
4-TK-002	SEDIMENTADOR DE $\text{Na}_2\text{SO}_4$	700DIAM.X10X1100X2600H	SS304L	1	6824	FACTOR
4-TK-003	TANQUE DE RECIRCULACION	600DIAM..IDX1700H	SS304L	1	3679	FACTOR



## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.5 EQUIPO DE PROCESO

PLANTA NUEVA DE RECUPERACION DE  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 

EQUIPO	DESCRIPCION	ESPECIFICACION <sup>1</sup>	MATERIAL <sup>2</sup>	CANTIDAD	PRECIO (USD)	METODO <sup>4</sup> ESTIMACION
4-TK-004	TANQUE RECUPERADOR	1700DIAM.IDX2150TTH	SS304L	1	3910	FACTOR
4-TK-005	SEDIMENTADOR	3200DIAM.IDX1000TTH	SS304L	1	6883	FACTOR
4-TK-006	TANQUE DE RECIRCULACION	1100DIAM.IDX1200TTH	SS304L	1	3579	FACTOR
4-Z-001	SECADOR ROT. DE $\text{Na}_2\text{SO}_4$	10"DIAM TIPO CONTROL	SS304L MANUAL	1	79556	FACTOR
4-Z-002	SECADOR ROT. DE $\text{Na}_2\text{SO}_4$	10"DIAM TIPO CONTROL	SS304L MANUAL	1	79556	FACTOR

## 4.10.6 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

MATERIA PRIMA : ACIDO SULFURICO AL 98%

AÑOS	CONSUMO UNITARIO	PRODUCCION METIONINA	CONSUMO ANUAL H2SO4	**COSTO UNITARIO	**COSTO ANUAL
	*(MP/ME)	(TPA)	(TPA)	(USD/Ton)	(USD/año)
1994	0.785	2828	2220	90	199798
1995	0.785	2913	2288	90	205803
1996	0.785	3000	2355	90	211950
1997	0.785	3231	2536	90	228270
1998	0.785	3475	2728	90	245509
1999	0.785	3743	2939	90	264443
2000	0.785	4029	3163	90	284649
2001	0.785	4338	3455	90	306480
2002	0.785	4670	3666	90	329936
2003	0.785	5027	3946	90	355158
2004	0.785	5412	4248	90	382358

\* Fuente: FENOQUIMIA, S.A. DE C.V.

\* Kg materia prima / Kg metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable

## 4.10.6 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### MATERIA PRIMA : DIOXIDO DE CARBONO

AÑOS	CONSUMO UNITARIO	PRODUCCION METIONINA	CONSUMO ANUAL CO2	**COSTO UNITARIO	**COSTO ANUAL
	*(MP/ME)	(TPA)	(TPA)	(USD/Ton)	(USD/año)
1994	0.620	2828	1753	130	227939
1995	0.620	2913	1806	130	234787
1996	0.620	3000	1860	130	241800
1997	0.620	3231	2003	130	260419
1998	0.620	3475	2155	130	280085
1999	0.620	3743	2321	130	301686
2000	0.620	4029	2498	130	324737
2001	0.620	4338	2690	130	349643
2002	0.620	4670	2895	130	376402
2003	0.620	5027	3117	130	405176
2004	0.620	5412	3355	130	436207

\* Fuente: CRIOINFRA

\* Kg materia prima / Kg metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable

# CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## MATERIA PRIMA : ACIDO CIANHIDRICO

AÑOS	CONSUMO UNITARIO	PRODUCCION METIONINA	CONSUMO ANUAL HCN	**COSTO UNITARIO	**COSTO ANUAL
	*(MP/ME)	(TPA)	(TPA)	(USD/Ton)	(USD/año)
1994	0.259	2828	732	300	219736
1995	0.259	2913	755	300	226340
1996	0.259	3000	777	300	233100
1997	0.259	3231	837	300	251049
1998	0.259	3475	900	300	270008
1999	0.259	3743	969	300	290831
2000	0.259	4029	1044	300	313053
2001	0.259	4338	1124	300	337063
2002	0.259	4670	1210	300	362859
2003	0.259	5027	1302	300	390598
2004	0.259	5412	1402	300	420512

\* Kg materia prima / Kg metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable

Fuente: PEMEX

## 4.10. 6 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### MATERIA PRIMA : PROPILENO

AÑOS	CONSUMO UNITARIO *(MP/ME)	PRODUCCION METIONINA (TPA)	CONSUMO ANUAL PROP. (TPA)	**COSTO UNITARIO (USD/Ton)	**COSTO ANUAL (USD/año)
1994	0.542	2828	1533	400	613110
1995	0.542	2913	1579	400	631538
1996	0.542	3000	1626	400	650400
1997	0.542	3231	1751	400	700481
1998	0.542	3475	1883	400	753380
1999	0.542	3743	2029	400	811482
2000	0.542	4029	2184	400	873487
2001	0.542	4338	2351	400	940478
2002	0.542	4670	2531	400	1012456
2003	0.542	5027	2725	400	1089854
2004	0.542	5412	2933	400	1173322

\* Fuente: PEMEX

\* Kg materia prima / Kg metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable

## 4.10.6 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### MATERIA PRIMA : METANOL

AÑOS	CONSUMO UNITARIO	PRODUCCION METIONINA	CONSUMO ANUAL CH3OH	**COSTO UNITARIO	**COSTO ANUAL
	*(MP/ME)	(TPA)	(TPA)	(USD/Ton)	(USD/año)
1994	0.276	2828	781	194	151422
1995	0.276	2913	804	194	155974
1996	0.276	3000	828	194	160632
1997	0.276	3231	892	194	173001
1998	0.276	3475	959	194	186065
1999	0.276	3743	1033	194	200415
2000	0.276	4029	1112	194	215729
2001	0.276	4338	1197	194	232274
2002	0.276	4670	1289	194	250050
2003	0.276	5027	1387	194	269166
2004	0.276	5412	1494	194	289780

\* Fuente: CARBOQUIMICA, S.A. DE C.V.

\* Kg materia prima / Kg metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable

## 4.10.6 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### MATERIA PRIMA : AZUFRE

AÑOS	CONSUMO UNITARIO	PRODUCCION METIONINA	CONSUMO ANUAL S2	**COSTO UNITARIO	**COSTO ANUAL
	*(MP/ME)	(TPA)	(TPA)	(USD/Ton)	(USD/año)
1994	0.300	2828	848	64	54298
1995	0.300	2913	874	64	55930
1996	0.300	3000	900	64	57600
1997	0.300	3231	969	64	62035
1998	0.300	3475	1043	64	66720
1999	0.300	3743	1123	64	71866
2000	0.300	4029	1209	64	77357
2001	0.300	4338	1301	64	83290
2002	0.300	4670	1401	64	89664
2003	0.300	5027	1508	64	96518
2004	0.300	5412	1624	64	103910

\* Fuente: PEMEX

\* Kg materia prima / Kg metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable

## 4.10.6 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### MATERIA PRIMA : HIDROGENO

AÑOS	CONSUMO UNITARIO	PRODUCCION METIONINA	CONSUMO ANUAL H2	**COSTO UNITARIO	**COSTO ANUAL
	*(MP/ME)	(TPA)	(TPA)	(USD/Ton)	(USD/año)
1994	0.023	2828	65.04	104	6765
1995	0.023	2913	66.99	104	6968
1996	0.023	3000	69.00	104	7176
1997	0.023	3231	74.31	104	7729
1998	0.023	3475	79.93	104	8312
1999	0.023	3743	86.09	104	8953
2000	0.023	4029	92.67	104	9637
2001	0.023	4338	99.77	104	10376
2002	0.023	4670	104.4	104	11171
2003	0.023	5027	115.6	104	12025
2004	0.023	5412	124.5	104	12946

\* Fuente: CRIOINFRA

\* Kg materia prima / Kg metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable



## 4.10.6 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### MATERIA PRIMA : ACIDO ACETICO

AÑOS	CONSUMO UNITARIO	PRODUCCION METIONINA	CONSUMO ANUAL CH <sub>3</sub> COOH	**COSTO UNITARIO	**COSTO ANUAL
	*(MP/ME)	(TPA)	(TPA)	(USD/Ton)	(USD/año)
1994	0.006	2828	16.98	600	10181
1995	0.006	2913	17.48	600	10487
1996	0.006	3000	18.00	600	10800
1997	0.006	3231	19.39	600	11632
1998	0.006	3475	20.85	600	12510
1999	0.006	3743	22.46	600	13475
2000	0.006	4029	24.17	600	14504
2001	0.006	4338	26.03	600	15617
2002	0.006	4670	28.02	600	16812
2003	0.006	5027	30.16	600	18097
2004	0.006	5412	32.47	600	19483

\* Fuente: CARBOQUIMICA, BLOCK S.A. DE C.V.

\* Kg materia prima / Kg metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable

## 4.10.6 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### MATERIA PRIMA : PIRIDINA

AÑOS	CONSUMO UNITARIO	PRODUCCION METIONINA	CONSUMO ANUAL PIRIDINA	**COSTO UNITARIO	**COSTO ANUAL
	*(MP/ME)	(TPA)	(TPA)	(USD/Ton)	(USD/año)
1994	0.002	2828	5.66	4000	22624
1995	0.002	2913	5.83	4000	23304
1996	0.002	3000	6.00	4000	24000
1997	0.002	3231	6.46	4000	25848
1998	0.002	3475	6.95	4000	27800
1999	0.002	3743	7.49	4000	29944
2000	0.002	4029	8.06	4000	32232
2001	0.002	4338	8.68	4000	34704
2002	0.002	4670	9.34	4000	37360
2003	0.002	5027	10.05	4000	40216
2004	0.002	5412	10.82	4000	43296

\* Fuente: SOKOMEX, S.A.

\* Kg materia prima / Kg metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable

## 4.10.6 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### MATERIA PRIMA : CARBON ACTIVADO

AÑOS	CONSUMO UNITARIO *(MP/ME)	PRODUCCION METIONINA (TPA)	CONSUMO ANUAL C (TPA)	**COSTO UNITARIO (USD/Ton)	**COSTO ANUAL (USD/año)
1994	0.018	2828	50.90	800	40723
1995	0.018	2913	52.44	800	41947
1996	0.018	3000	54.00	800	43200
1997	0.018	3231	58.16	800	46526
1998	0.018	3475	62.55	800	50040
1999	0.018	3743	67.37	800	53899
2000	0.018	4029	72.52	800	58018
2001	0.018	4338	78.08	800	62467
2002	0.018	4670	84.06	800	67248
2003	0.018	5027	90.49	800	72389
2004	0.018	5412	97.42	800	77933

\* Fuente: CARBOQUIMICA, S.A. DE C.V.

\* Kg materia prima / Kg metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable

## 4.10.6 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### MATERIA PRIMA : NITROGENO

AÑOS	CONSUMO UNITARIO  *(MP/ME)	PRODUCCION METIONINA  (TPA)	CONSUMO ANUAL N2  (TPA)	**COSTO UNITARIO  (USD/Ton)	**COSTO ANUAL  (USD/año)
1994	0.183	2828	517.5	390	201834
1995	0.183	2913	533.1	390	207901
1996	0.183	3000	549.0	390	214110
1997	0.183	3231	591.3	390	230596
1998	0.183	3475	635.9	390	248011
1999	0.183	3743	684.9	390	267138
2000	0.183	4029	737.3	390	287550
2001	0.183	4338	793.6	390	309603
2002	0.183	4670	854.6	390	333298
2003	0.183	5027	919.9	390	358777
2004	0.183	5412	990.4	390	386255

\* Fuente: AGA DE MEXICO, S.A DE C.V.

\* Kg materia prima / Kg metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable

## 4.10.6 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### MATERIA PRIMA : HIPOCLORITO DE SODIO

AÑOS	CONSUMO UNITARIO	PRODUCCION METIONINA	CONSUMO ANUAL NaOCl (TPA)	**COSTO UNITARIO (USD/Ton)	**COSTO ANUAL (USD/año)
	*(MP/ME)	(TPA)			
1994	0.774	2828	2189	114	249531
1995	0.774	2913	2255	114	257031
1996	0.774	3000	2322	114	264708
1997	0.774	3231	2501	114	285091
1998	0.774	3475	2690	114	306620
1999	0.774	3743	2897	114	330267
2000	0.774	4029	3118	114	355503
2001	0.774	4338	3357	114	382768
2002	0.774	4670	3615	114	412062
2003	0.774	5027	3891	114	443562
2004	0.774	5412	4189	114	475333

\* Fuente: INDUSTRIA QUIMICA DEL ISTMO

\* Kg materia prima / Kg metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable

## 4.10.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### SERVICIOS AUXILIARES : ELECTRICIDAD

AÑOS	CONSUMO UNITARIO	PRODUCCION METIONINA	CONSUMO ANUAL ELECT.	**COSTO UNITARIO	**COSTO ANUAL
	*(SA/ME)	(TPA)	(KW)	(USD/Ton)	(USD/año)
1994	3080	2828	8710240	0.03	261307
1995	3080	2913	8972040	0.03	269161
1996	3080	3000	9240000	0.03	277200
1997	3080	3231	9951480	0.03	298544
1998	3080	3475	10703000	0.03	321090
1999	3080	3743	11528440	0.03	345853
2000	3080	4029	12409320	0.03	372280
2001	3080	4338	13361040	0.03	400831
2002	3080	4670	14383600	0.03	431508
2003	3080	5027	15483160	0.03	464495
2004	3080	5412	16668960	0.03	500069

\* Fuente: COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

\* KW servicio auxiliar / Ton metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable

## 4.10.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### SERVICIOS AUXILIARES : COMBUSTIBLE

AÑOS	CONSUMO UNITARIO	PRODUCCION METIONINA	CONSUMO ANUAL COMBUS.	**COSTO UNITARIO	**COSTO ANUAL
	*(SA/ME)	(TPA)	(Kg)	(USD/Ton)	(USD/año)
1994	700	2828	1979600	0.08	158368
1995	700	2913	2039100	0.08	163128
1996	700	3000	2100000	0.08	168000
1997	700	3231	2261700	0.08	180936
1998	700	3475	2432500	0.08	194600
1999	700	3743	2620100	0.08	209608
2000	700	4029	2820300	0.08	225624
2001	700	4338	3036600	0.08	242928
2002	700	4670	3269000	0.08	261520
2003	700	5027	3518900	0.08	281512
2004	700	5412	3788400	0.08	303072

\* Fuente: PEMEX

\* Kg servicio auxiliar / Ton metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable

## 4.10.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### SERVICIOS AUXILIARES : AGUA

AÑOS	CONSUMO UNITARIO	PRODUCCION METIONINA	CONSUMO ANUAL AGUA	**COSTO UNITARIO	**COSTO ANUAL
	*(SA/ME)	(TPA)	(M3)	(USD/ M3)	(USD/año)
1994	228	2828	644784	0.04	25791
1995	228	2913	664164	0.04	26567
1996	228	3000	684000	0.04	27360
1997	228	3231	736668	0.04	29467
1998	228	3475	792300	0.04	31692
1999	228	3743	853404	0.04	34136
2000	228	4029	918612	0.04	36744
2001	228	4338	989064	0.04	39563
2002	228	4670	1064760	0.04	42590
2003	228	5027	1146156	0.04	45846
2004	228	5412	1233936	0.04	49357

\* Fuente: GOBIERNO DEL ESTADO

\* M3 servicio auxiliar / Ton metionina

\*\* costos a precios constantes

Se utilizan dólares por ser una moneda más estable



## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### 4.10.7 RESUMEN

ANO	MATERIAS PRIMAS miles USD	SERVICIOS miles USD
1994	2483245	445466
1995	2557880	458856
1996	2634276	472560
1997	2837116	508947
1998	3051370	547382
1999	3286697	586897
2000	3537832	634648
2001	3809163	683322
2002	4106690	735618
2003	4418170	791853
2004	4790035	852498

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.8 PERSONAL

PERSONAL DE CONFIANZA	No. PERSONA	SUELDO MENSUAL *	SUELDO TOTAL *	SUELDO TOTAL *	SUELDO ANUAL *
		POR PERSONA MILES US.DLLS	MENSUAL MILES US.DLLS	ANUAL MILES US.DLLS	INTEGRADO ** MILES US.DLLS
DIRECTOR GENERAL	1	4.500	4.500	54.000	70.200
DIRECTOR DE AREA	3	2.000	6.000	72.000	93.600
GERENTES DE VENTAS	3	1.190	3.500	42.990	55.890
CONTADOR GENERAL	1	1.791	1.791	21.500	27.950
AUXILIAR	2	0.458	0.916	11.000	14.300
SECRETARIAS	8	0.458	3.666	43.990	57.200
AUDITOR	1	0.625	0.625	7.500	9.750
AUXILIAR	3	0.458	1.375	16.500	21.450
ALMACEN	1	0.333	0.333	4.000	5.200
VIGILANCIA	8	0.266	2.133	25.600	33.280
SERVICIO GENERAL	6	0.229	1.375	16.500	21.450
CHOFER	3	0.266	0.800	9.600	12.480
<b>SUBTOTAL</b>	<b>40</b>	<b>12.968</b>	<b>27.093</b>	<b>325.18</b>	<b>422.75</b>

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.8 PERSONAL

PERSONAL	No. PERSONAS	SUELDO MENSUAL * POR PERSONA MILES US.DLLS	SUELDO TOTAL * MENSUAL MILES US.DLLS	SUELDO TOTAL * ANUAL MILES US.DLLS	SUELDO ANUAL * INTEGRADO ** MILES US.DLLS
OPERADORES					
METIONINA	8	0.4696	3,753	45.04	58.55
METILMERCAPTANO	8	0.4696	3,753	45.04	58.55
SERVICIOS	8	0.4696	3,753	45.04	58.55
AREA DE ALMACEN	4	0.4696	1,876	22.52	29.76
ACROLEINA	8	0.4696	3,753	45.04	58.55
SULFATO DE SODIO	4	0.4696	1,876	22.52	29.76
EFLUENTES	4	0.4696	1,876	22.52	29.76
LABORATORIO	6	0.4696	2,817	33.81	43.91
SUPERVISION	8	0.4696	3,753	45.04	58.55
ENSACADORES	6	0.4696	2,817	33.81	58.55
<b>SUBTOTAL</b>	<b>64</b>	<b>4.227</b>	<b>32.843</b>	<b>395.11</b>	<b>517.79</b>

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

## 4.10.8 PERSONAL

PERSONAL SINDICALIZADO	No. PERSONA	SUELDO MENSUAL * POR PERSONA MILES US.DLLS	SUELDO TOTAL * MENSUAL MILES US.DLLS	SUELDO TOTAL * ANUAL MILES US.DLLS	SUELDO ANUAL * INTEGRADO ** MILES US.DLLS
MANTENIMIENTO					
INSTRUMENTISTAS	8	0.625	5	60	78
MECANICOS	8	0.625	5	60	78
SOLDADORES	4	0.625	2.5	30	39
ELECTRICISTAS	8	0.625	5	60	78
OBREROS GENERALES	6	0.313	1.88	22.5	29.3
SUBTOTAL	34	2.812	29.38	232.5	302.3

TOTAL	138	20.007	89.316	952.79	1238.84
-------	-----	--------	--------	--------	---------

## 4.10 CEDULA DE REQUERIMIENTOS

### 4.10.9 CLASIFICACION DE AREAS

AREA	AREA M <sup>2</sup>	<sup>1</sup> COSTO/ M <sup>2</sup> (USO)	COSTO TOTAL (USO)
ZONA DE DESECHOS	2090.50	265.63	555289
SISTEMA DE REFRIGERACION	284.30	265.63	75517
TANQUE DE METANOL	487.30	265.63	129439
*PLANTA DE GENERACION E.	34.20	265.63	9106
CUARTO DE CONTROL	662.00	265.63	176056
TRATAMIENTO DE AGUA	1064.00	265.63	282623
ALMACEN DE PCTO. TERM.	962.11	265.63	255560
ALMACEN DE PCTOS. Q.	207.75	265.63	55184
ALMTO. DE NITROGENO	100.50	265.63	26820
ALMACEN DE MANTENIMIENTO SANITARIOS	918.75	265.63	244043
	119.06		
*PLANTA DE ACROLEINA	615.34	265.63	163450
PLANTA DE METIONINA	2947.64	265.63	782967
*PLANTA DE RECUP. $Mn_2SO_4$	130.43	265.63	34645
TORRE DE ENFRIAMIENTO	60.00	265.63	15930
TANQUE DE AGUA	289.54	265.63	76909
PLANTA DE METILMERCAPTANO	933.15	265.63	247868
ALMACENAMIENTO LIQUIDOS	270.03	265.63	71720
PLANTA DE HIDROGENO	906.02	265.63	240074
*SUBESTACION	25.20	265.63	6715
SISTEMA DE REFRIORACION	278.67	265.63	74022
PLANTA DE $H_2S$	351.75	265.63	93434
ESPUELAS DE FERROCARRIL	1166.19		
EDIFICIO DE OFICINAS	696.31	468.75	326395
ESTACIONAMIENTOS	1617.63	296.88	480234
PASILLOS Y ANDENES	22775.33	296.88	6761426
<b>TOTAL</b>	<b>40000.00</b>		

**NOTAS:**

\* SE REFIERE A LAS AREAS NUEVAS. (DE LA AMPLIACION)

<sup>1</sup> LOS COSTOS POR M<sup>2</sup> SE OBTUVIERON DEL DPTO. DE COSTOS DE LATISA.

## CAPITULO V

### EVALUACION FINANCIERA

#### 5.0 Inversión Total

Después de haber realizado un análisis cuidadoso de todas las variables que intervienen en la rehabilitación del Complejo Industrial Metionina, se llegó a la conclusión de que se requiere una inversión total de alrededor de los 15'435,300 USD (ver tabla 5.1.1).

Para estimar la inversión total del proyecto, fué necesario distinguir tres grandes rubros:

	MONTO	PORCENTAJE
	(miles USD)	%
5.1) Activos Fijos	12,871.00	83.39
5.2) Activos Diferidos	736.23	4.77
5.3) Capital de Trabajo	1,828.07	11.84

#### 5.1 Activos Fijos

Los activos fijos, o de inversiones permanentes, se estiman en 12'871,000 USD, los cuales están formados por los terrenos, edificios, muebles, maquinaria y equipo en general.

## TABLA 5.1.1 ACTIVOS FIJOS (MILES DE DOLARES)

		%
Valor de adquisición del Complejo (su valor real es de 10,792)	1,800	13.8
Rehabilitación de la planta de metionina	1,670	12.91
Rehabilitación de la planta de metilmercaptano	815	6.33
Rehabilitación de servicios auxiliares	1,775	13.79
Planta productora de acroleína	4,000	31.08
Planta de recuperación de sulfato de sodio	2,000	15.54
Equipo de transporte	156	1.22
Equipo de oficina	42	0.33
Otros	613	4.76
	-----	---
TOTAL	12,871	100

Esta clase de inversiones está constituida por propiedades que no se destinan a la especulación sino al uso dentro del negocio. En consecuencia, no es posible pensar en que la inversión que representan deberá recuperarse íntegramente en un momento determinado, como al tratarse de las mercancías, salvo en el caso especial de una venta. En estos casos la recuperación debe procurarse en el transcurso del tiempo en que los bienes que representen la inversión proporcionen satisfactoriamente el servicio para el cual se ha adquirido. Además, desde el punto de vista de su productividad, las inversiones representadas por activos fijos, no generan beneficios directos puesto que se destinan al uso y no a la venta. Su recuperación se opera de manera indirecta, pues los ingresos obtenidos por el activo circulante deben ser suficientemente amplios para absorber las inversiones permanentes.

El Complejo Industrial Metionina fue subastado en 1989 por el gobierno federal a través de ALBAMEX (Alimentos Balanceados de México), el cual estaba incluido dentro del programa de desincorporación de empresas paraestatales. En su gran mayoría, este tipo de empresas le estaban causando grandes pérdidas al gobierno federal, por el tipo de administración que tenían, por sus políticas o porque algunas de estas ya no se



se encontraban en operación por los problemas económicos por los que atravesaron en cierto momento, y a las cuales el gobierno ya no quería arriesgarles más capital por temor de no poderlo recuperar.

Es por ello que el gobierno federal prefirió vender las empresas muy por debajo de su precio real. Ya que esto le ocasionaría ganancias reales y le daría la oportunidad a los empresarios de hacer productivo lo que antes era improductivo. De esta forma se beneficiaría al pueblo con empleos, el gobierno con impuestos y los empresarios con las atractivas ganancias que se les ofrecía al comprar una empresa a ese costo.

La subasta la ganó ERA (Ecología y Recursos Asociados) en Abril de 1990. Por esta razón es que se presentan dos tablas diferentes de activos fijos, en la primera tabla se presenta el valor real del Complejo (antes de que la vendiera el gobierno) y en la segunda se presenta el valor con el que fue adquirido el Complejo y además el costo aproximado con el que se podría poner nuevamente en funcionamiento el Complejo, haciendo rentable su operación.

Como se puede observar, el total de los activos fijos es de 10'792,000 USD (antes de la adquisición por

ERA) mientras que Albamex vendió el Complejo por un valor de 1'800,000 USD, siendo muy inferior este costo, ya que si lo hubiera vendido a su valor real, el proyecto de rehabilitación hubiera resultado incosteable.

Los activos fijos para el Complejo Industrial Metionina, antes de la compra por ERA se muestran en las tablas 5.1.2, 5.1.3 y 5.1.4, las cuales están respaldadas por los criterios de evaluación económica que se mencionan posteriormente.

Por estar este proyecto enfocado a una rehabilitación, se consideró como activos fijos reales, el valor de adquisición del Complejo por ERA, (1'800,000 USD) por lo anteriormente expuesto.

En la tabla 5.1.5 se muestran los activos fijos después de la adquisición por ERA y se concluye que el 58.37% de los activos fijos se concentran en maquinaria y equipo, lo que indica que la inversión estará segura, ya que es equipo que estará en planta, además de que son indicadores primordiales para las instalaciones industriales. Seguido de éstos se encuentra la infraestructura con un 10.83%, lo que al parecer ya no es tan significativo. Estos dos rubros dan un total en

**TABLA 5.1.2: ACTIVOS FIJOS**  
(MILES DE DOLARES)

	VALOR DE ADQUISICION	FACTOR DE REUSO	VALOR ACTUAL
<b>Tecnología y Proceso</b>			
<b>1. Infraestructura</b>			
Terreno	480	1.00	480
Espuela FFCC	240	0.60	144
Drenajes, pavimentos, cerca	60	0.50	30
Cisternas de agua	200	0.60	120
Sistemas contraincendio, tierras, alumbrado	160	0.50	80
Carros tanque FFCC	256	0.50	128
Cianoducto	245	1.00	245
	-----		-----
Subtotal	1640		1227
<b>2. Edificación</b>			
Edificio, Metionina I	360	0.50	180
Edificio, Metionina II	360	0.60	216
Bases en columnas de soportería	120	0.60	72
Edificios administrativos 350		0.60	210
Talleres y cobertizos	250	0.60	72
	-----		-----
	1560		900

(1) factor de reuso = (1-factor de deterioro)

## TABLA 5.1.3: ACTIVOS FIJOS (MILES DE DOLARES)

	VALOR DE ADQUISICION	FACTOR DE REUSO	VALOR ACTUAL
<b>3. Estructura de acero</b>			
Edificio, Metionina I	102	0.40	41
Edificio, Metionina II	102	0.50	51
Edificio, Metilmercap- no	168	0.10	17
Racks de tuberías	576	0.60	348
	-----		-----
Subtotal	948		455
<b>4. Maquinaria, equipo, tuberías y accesorios</b>			
Equipo de proceso			
Planta Metionina I	3386	0.40	1354
Planta Metionina II	4160	0.60	2496
Planta metilmercaptano	3834	0.80	2300
Equipo de servicios auxiliares			
Calderas, Unidades de refrigeración, Torre de enfriamiento y planta de tratamiento de agua			
	1161	0.40	464
	-----		-----
Subtotal	12641		6814

(1) factor de reuso = (1-factor de deterioro)

## TABLA 5.1.4: ACTIVOS FIJOS (MILES DE DOLARES)

	VALOR DE ADQUISICION	FACTOR DE REUSO	VALOR ACTUAL
<b>5. Tuberías, válvulas y conexiones (de patio e interconexiones)</b>			
Acero inoxidable y titanio	728	0.60	437
Acero al carbón	516	0.25	129
<b>6. Equipo y material eléctrico de patio e interconexiones</b>			
Motores, equipo eléctrico y cableado eléctrico	576	0.60	346
Bombas	240	0.60	144
	-----		-----
<b>Subtotal</b>	<b>2060</b>		<b>1056</b>

(1) factor de reuso = (1-factor de deterioro)

## TABLA 5.1.5: ACTIVOS FIJOS (MILES DE DOLARES)

	VALOR ACTUAL	%
Infraestructura	1227	10.83
Edificación	900	7.94
Estructura de acero	455	4.02
Maquinaria y equipo, tuberías y accesorios	6614	58.37
Tuberías, válvulas, conexiones y material eléctrico	1056	9.32
Instrumentación instalada en plantas en almacenes	290 125	2.56 1.10
Materiales en almacenes Tub's, válv. y accesorios	125	1.10
Otros	540	4.76
	-----	-----
TOTAL	11332	100.00

porcentaje de 69.2%, que es más de la mitad de los activos fijos del proyecto.

En la tabla 5.1.1 se muestran los costos de rehabilitación totales de las plantas, así como los costos de la instalación de las plantas nuevas. Y como se puede observar el mayor porcentaje lo tiene la planta de acroleína (nueva), con un 31.08% del total, debido a que se tiene que tener mucha seguridad porque es un producto muy peligroso (explosivo en contacto con el aire).

La planta de recuperación de sulfato de sodio con un 15.54% del total, también es una planta nueva.

Cabe hacer la aclaración que el costo de estas rehabilitaciones, se hizo considerando: equipo, materiales, construcción, químicos, catalizadores, ingeniería, procura y administración, (para 1993) tal como se muestra en la tabla 5.1.6.

En la tabla 5.1.7 se muestra la depreciación de los activos fijos.

TABLA 5.1.6

COSTO DESGLOSADO PARA REHABILITACION

PARTIDA	PLANTA DE METIL MERCAPTANO	PLANTA II METIONINA	PLANTA DE ACROLEINA	PLANTA DE RECUPERACION SULFATO DE SODIO
<b>EQUIPO</b>	<b>185</b>	<b>385</b>	<b>1430</b>	<b>700</b>
SOPLADORES Y COMP. INTER. DE CALOR	50	100	60	100
RECIPIENTES	15	25	150	50
REACTORES	10	10	250	75
TANQUES Y TAMBOS	50	75	750	100
CENTRIFUGAS	10	25	70	75
AGITADORES		50		
BOMBAS	50	25	150	200
		75		100
<b>MATERIALES</b>	<b>255</b>	<b>550</b>	<b>1100</b>	<b>510</b>
TUBERIAS	10	100	300	20
VALVULAS	15	150	175	30
VALVULAS DE CONTROL	25	30	150	50
INSTRUMENTACION	40	50	200	80
ELECTRICO	15	25	100	30
ESTRUCTURAS ACERO	50	50	50	100
AISLAMIENTO Y PROTECCION POR FUEGO	50	50	75	100
PINTURA	50	75	50	100
<b>CONSTRUCCION</b>	<b>105</b>	<b>275</b>	<b>700</b>	<b>240</b>
CIVIL	10	30	120	30
MECANICO	10	30	50	30
ELECTRICO	10	30	60	20
INSTRUMENTACION	30	60	60	70
TUBERIAS	15	60	100	30
ESTRUCTURAS ACERO	10	30	110	20
AISLAMIENTO Y PROTECCION POR FUEGO	10	25	60	20
PINTURA	10	20	60	20
QUIMICOS, CATALIZADORES, ETC.	35	60	100	80
INGENIERIA	50	75	250	100
PROCURA	50	75	100	100
ADMINISTRACION	135	250	200	270
<b>TOTAL</b>	<b>815</b>	<b>1670</b>	<b>4600</b>	<b>2000</b>



**TABLA 5.1.7**  
**DEPRECIACION**

ACTIVO FIJO	VALOR DEL ACTIVO FIJO (miles USD)	TIEMPO DE VIDA MEDIA (ANOS)	DEPRECIACION ANUAL
EQUIPO DE PROCESO	2700	20	135.0
EQUIPO DE S.A.	1775	20	88.8
EQUIPO DE TRANSP.	156	5	31.2
OFICINAS ADM.	326	10	32.6
NAVES INDUSTRIALES	1320	20	66.0
TERRENO	480	INFINITO	NO SE DEPRECIA

## 5.2 Activos Diferidos

Los activos diferidos ascienden a 736,23 miles de USD.

Los activos diferidos engloban dos conceptos:

- a) Los gastos preoperativos
- b) Los pagos por adelantado

Las inversiones que forman el activo se refieren a los gastos que se realizan hasta antes de iniciar operaciones (gastos preoperativos) y servicios pagados por adelantado, como el caso de pólizas de seguros, de ciertos arrendamientos, de compra de materiales destinados a propaganda - folletos, listas de precios, etc. - o al uso dentro del negocio - papelería y artículos para escritorio en general -, cuando estas adquisiciones son cuantiosas y representan servicios o utensilios que han de emplearse durante determinado tiempo. También incluye pruebas de instalación y arranque, notarios, licencias, etc.

En casos semejantes, la inversión debe también recuperarse; pero no depende su recuperación, como en el caso de las mercancías, de una sola operación, sino más bien, como al tratarse del activo fijo, el capital

invertido deberá recuperarse paulatinamente a través de las operaciones realizadas durante el tiempo que los servicios pagados por adelantado, o los materiales destinados al consumo, sean aprovechados o utilizados.

Este grupo del activo tiene mayor semejanza con el activo fijo que con el circulante ya que representa inversiones cuyo importe debe derramarse a través de operaciones realizadas durante un tiempo más o menos largo. Esta característica de ampliación diferida a las operaciones hace que el grupo del balance que nos ocupa reciba el nombre de activos diferidos.

De la tabla 5.2.1, se concluye que en cuanto a activos diferidos, el mayor porcentaje se concentra en pruebas, instalación y arranque (59.49%), ya que se está considerando un arranque secuencial y que las primeras producciones no tendrán la calidad esperada por lo que se harán lotes de prueba y esta producción se desperdiciará.

El arranque secuencial se hará de la siguiente, manera:

1. Simultáneamente las plantas de acroleína e hidrógeno.
2. Planta de metilmercaptano

## TABLA 5.2.1 ACTIVOS DIFERIDOS

### RESULTADOS (MILES DE DOLARES)

	COSTO ANUAL	%
Publicidad	124.48	16.91
Permisos y Licencias *	2.53	0.34
Pruebas, Instalación y Arranque	438.01	59.49
Mano de Obra	105.00	14.26
Gratificaciones	10.22	1.39
Papelería	9.38	1.28
Seguros e Impuestos	12.00	1.63
Otros	34.61	4.70
	-----	-----
TOTAL	736.23	100.00

3. Planta de metionina

4. Planta de recuperación de sulfato de sodio

Se consideró 1 semana de arranque por planta con un máximo de 15 días.

La publicidad con un 16.91% del total, se hará 6 meses antes del arranque de la planta, como se mencionó en el capítulo 3.

Cabe hacer la aclaración que los permisos y licencias, aunque no tienen un porcentaje significativo (0.34%), son muy importantes, ya que por ser una planta sumamente peligrosa (por el uso de acroleína principalmente) el Banco Mundial solicita los siguientes documentos: Licencia de Funcionamiento, Manifestación de Impacto Ambiental y un Análisis de Riesgos del Complejo Industrial Metionina para otorgar el préstamo de financiamiento para la rehabilitación del Complejo. (Estos costos están incluidos en los activos diferidos).

En la tabla 5.2.2 se muestran las amortizaciones de los activos diferidos.

TABLA 5.2.2

AMORTIZACIONES

ACTIVO DIFERIDO	VALOR DEL ACTIVO DIFERIDO (miles USD)	AMORTIZACION ANUAL 10 %
PUBLICIDAD	124.48	12.45
PERMISOS Y LIC.	2.53	0.25
PRUEBAS, INST.	438.01	43.80
MAJO OBRA	105.00	10.50
GRATIFICACIONES	10.22	1.02
PAPELERIA	9.38	0.94
SEGUROS E IMPUESTO	12.00	1.20
OTROS	46.87	4.69
TOTAL	739.05	74.85

### 5.3 Capital de Trabajo

El capital de trabajo requerido es de 1'828,070 USD (Ver tabla 5.3.1). Este es el capital con el que se inician las operaciones, tanto administrativas como operacionales de una empresa, aplicándose éste hasta que la planta pueda sostenerse por sí misma. Es decir el capital de trabajo aplica cuando la empresa aún no tiene ingresos o aún no tiene los ingresos suficientes para poder sostenerse por ella misma. Este cálculo se hizo tomando en cuenta los siguientes parámetros:

1.- El tiempo inicial para comenzar a vender el producto (2 meses).

Este tiempo fué estimado tomando en cuenta : El tipo de mercado que se tiene que abastecer de acuerdo a los volúmenes requeridos de éste, de la destreza de los vendedores para colocar el producto en el mercado, tratando de que sea distribuido sin problemas de abastecimiento.

2.- el tipo de créditos que otorga la empresa (1 mes):

Este tipo de crédito es el que actualmente la mayor

**TABLA 5.3.1**  
**CAPITAL DE TRABAJO**

CONCEPTO	VALOR (miles de USD)
DEPRECIACION	187.17
AMORTIZACION	24.95
MANTTO. PREVENTIVO	8.17
MATERIAS PRIMAS	827.75
SERVICIOS	148.49
MANO DE OBRA DIR.	425.52
MANTTO. CORR.	122.58
OTROS	83.44
<b>TOTAL</b>	<b>1,828.07</b>

**NOTA:**

SE CONSIDERARON 4 MESES PARA EL  
CAPITAL DE TRABAJO.



parte de las empresas le están aplicando a sus acreedores.

### 3.-Retrasos y tiempos muertos (15 dias).

Frecuentemente los créditos otorgados no son liquidados en el tiempo estimado, en el inicio de las operaciones de cualquier planta industrial, surgen pequeños problemas ocasionando paros en algunos sectores de la planta. Estos son los llamados comunmente tiempos muertos.

### 4.-Otros (15 dias).

Estos últimos se consideran por si alguno de los factores antes mencionados, llegasen provocar un retraso no proyectado de los otros dos.

#### 5.4 Premisas para la Evaluación Económica

- 1.- La evaluación se hizo a precios constantes, es decir no se considera la inflación.
- 2.- La totalidad de las cifras del avalúo se manejaron en dólares americanos, por ser una moneda más estable.
- 3.- Se consideró un horizonte de proyección de 10 años.
- 4.- Se utilizó el 4.5% anual como inflación promedio de los EUA. (Sólo para el cálculo del valor de los equipos).
- 5.- La paridad del dólar americano se consideró con fecha de enero 1993, a N\$3.2.
- 6.- Para la determinación del Valor Actual de la maquinaria y equipo, se tomaron como base de cálculo, los precios originales de adquisición.
- 7.- Para determinar la Vida Útil de los equipos, desde el punto de vista técnico, se consideraron las condiciones de operación en relación a los

rangos de temperaturas y presiones de trabajo.

Temperatura -25° a 190°C

Presión Atm. a 12 Kg/cm<sup>2</sup>

- 8.- Los diferentes conceptos fueron agrupados para manejar criterios comunes y determinar el Valor de Rescate de los diversos componentes de Planta.

Se integraron 4 grupos:

GRUPO A).- Aplica a equipos de procedencia extranjera.

GRUPO B).- Aplica a tuberías, válvulas y accesorios de procedencia extranjera.

GRUPO C).- Aplica a equipos de procedencia nacional.

GRUPO D).- Aplica al inventario de materiales diversos existentes en almacenes, con costo actual en USD.

- 9.- El procedimiento que se utilizó para determinar el valor de rescate para cada uno de los grupos

Fuente : Técnicas de análisis financiera

fue el siguiente:

Grupo A : Aplica para equipos de procedencia extranjera:

Fórmula utilizada :

$$X = P1 \times I \times D \times F$$

Donde:

X = Valor de Rescate

P1 = Precio original de adquisición en USD.

I = Índice de inflación acumulada en EUA durante los periodos:

1975 - 1992 = 1.935

1981 - 1992 = 1.486

D = Porcentaje aprovechable del valor de los equipos (vida útil), por depreciación. La depreciación que se aplicó, fue lineal y a 20 años.

1975 - 1985 = 50%

1981 - 1985 = 80%

F = Considera el costo de instalación de los equipos = 1.25

Nota: Por razones de seguridad, se castigó fuertemente el valor del montaje e instalación, y se utilizó

25% como costo de montaje e instalación, cuando en realidad los valores promedio son del 35%.

Grupo B: Aplica para tuberías, válvulas y accesorios de procedencia extranjera:

Fórmula Utilizada :

$$X = P1 \times I \times D \times A$$

Donde:

X = Valor de Rescate

P1 = Precio original de adquisición en USD.

I = Índice de inflación acumulada en los EUA durante los periodos:

1975 - 1992 = 1.935

1981 - 1992 = 1.486

D = Porcentaje aprovechable del valor de los equipos (vida útil), por depreciación. La depreciación que se aplicó, fue lineal y a 20 años.

1975 - 1985 = 50%

1981 - 1985 = 80%

A = Considera el costo de instalación de la tubería = 1.25

Nota: Por razones de seguridad, se castigó fuertemente el valor del montaje e instalación, y se utilizó 25% como costo de montaje e instalación, cuando en realidad los valores promedio son del 35%.

Grupo C: Aplica para equipos de procedencia nacional.

Fórmula Utilizada:

$$X = P2/C2 \times D \times F$$

Donde:

X = Valor de Rescate

P2 = Precio original de adquisición en en Moneda Nacional.

C2 = Paridad MN/US\$ en

1975 = 12.50

1981 = 22.80

D = Porcentaje aprovechable del valor de los equipos (vida útil), por depreciación. La depreciación que se aplicó, fue lineal y a 20 años.

1975 - 1985 = 50%

1981 - 1985 = 80%

F = Considera el costo de instalación de los equipos = 1.25

**Nota:** Por razones de seguridad, se castigó fuertemente el valor del montaje e instalación, y se utilizó 25% como costo de montaje e instalación, cuando en realidad los valores promedio son del 35%.

**Grupo D:** Aplica al inventario de materiales diversos existente en almacenes, con costo actual en USD.

## 5.5 Estructura Financiera

En la tabla 5.5.1, se muestra el desglose de la estructura financiera del proyecto, donde se observa que el capital social es el 41.7% de la inversión, y los apoyos financieros, son el 58.3%, lo que indica que este proyecto está más seguro para el inversionista.

En la tabla 5.5.2 se muestran los apoyos financieros, aquí se desglosa la aplicación y forma de capitalización del crédito; así como la tasa de interés bancaria.

En las tablas 5.5.3 y 5.5.4 se muestran la amortización de capital de las dos instituciones bancarias que otorgarán el crédito (los intereses se muestran en la tabla 5.5.5), también se describe su forma de pago, que será en periodos trimestrales y se pagará en un lapso de 5 años.



TABLA 5.5.1

ESTRUCTURA FINANCIERA

	<u>MN USD</u>	<u>%</u>
CAPITAL SOCIAL (TOTAL)	6.44	41.70
Socios fundadores de ERA	2.35	15.22
Union Nacional de Avicultores	1.27	8.21
NAFINSA	1.40	9.07
Corporacion Interamericana de Inversiones	1.42	9.20
APOYOS FINANCIEROS (TOTAL)	9.00	58.30
SERFIN, S.N.C.	4.50	29.15
Corporacion Interamericana de Inversiones	4.50	29.15
INVERSION TOTAL	15.44	100.00

TABLA 5.5.2

APOYOS FINANCIEROS

INST. DE CREDITO	APLICACION DEL CREDITO	MONTO M USD	INTERESES %	PLAZO AÑOS	PERIODO DE CAPITALIZACION
SERFIN	EQUIPOS DE PROCESO	4,500	13	5	TRIMESTRAL
CORPORACION INTERAMERICANA	EDIFICACION	4,500	11	5	TRIMESTRAL

### 5.5.3 TABLA DE AMORTIZACION

BANCA SERFIN

PERIODO	VALOR ORIGINAL MILES USD	INTERES 13% ANUAL	PAGO DE CAPITAL MILES USD	SALDO MILES USD
1	4,500	146.25	225.00	4,275
2	4,275	138.94	225.00	4,050
3	4,050	131.25	225.00	3,825
4	3,825	124.31	225.00	3,600
5	3,600	117.00	225.00	3,375
6	3,375	109.68	225.00	3,150
7	3,150	102.37	225.00	2,925
8	2,925	95.06	225.00	2,700
9	2,700	87.75	225.00	2,475
10	2,475	80.43	225.00	2,250
11	2,250	73.13	225.00	2,025
12	2,025	65.81	225.00	1,800
13	1,800	58.50	225.00	1,575
14	1,575	51.18	225.00	1,350
15	1,350	43.87	225.00	1,125
16	1,125	36.56	225.00	900
17	900	29.25	225.00	675
18	675	21.93	225.00	450
19	450	14.62	225.00	225
20	225	7.13	225.00	0

### 5.5.4 TABLA DE AMORTIZACION

CORPORACION INTERAMERICANA DE INVERSIONES

PERIODO	VALOR ORIGINAL MILES USD	INTERES 11% ANUAL	PAGO DE CAPITAL MILES USD	SALDO
1	4,500	123.75	225.00	4,275
2	4,275	117.56	225.00	4,050
3	4,050	111.37	225.00	3,825
4	3,825	105.18	225.00	3,600
5	3,600	99.00	225.00	3,375
6	3,375	92.81	225.00	3,150
7	3,150	86.62	225.00	2,925
8	2,925	80.43	225.00	2,700
9	2,700	74.25	225.00	2,475
10	2,475	68.06	225.00	2,250
11	2,250	61.87	225.00	2,025
12	2,025	55.68	225.00	1,800
13	1,800	49.50	225.00	1,575
14	1,575	43.31	225.00	1,350
15	1,350	37.13	225.00	1,125
16	1,125	30.93	225.00	900
17	900	24.75	225.00	675
18	675	18.56	225.00	450
19	450	12.38	225.00	225
20	225	6.18	225.00	0

TABLA 5.5.5

INTERESES

- AÑO	INTERESES 13% SERFIN MIL USD	INTERESES 11% CII MIL USD	INTERESES TOTALES MIL USD
1994	540.75	457.86	998.61
1995	424.11	358.86	782.97
1996	307.12	259.86	566.98
1997	190.11	160.87	350.98
1998	72.93	61.87	134.80
1999	---	---	---
2000	---	---	---
2001	---	---	---
2002	---	---	---
2003	---	---	---

## 5.8 Presupuesto de Ingresos

La operación de venta -la más frecuente en una empresa comercial, industrial o agrícola-, presenta ciertas características que se deben de estudiar con detenimiento.

Toda venta esta formada por dos operaciones: una de ingreso de dinero; otra de entrega de mercancía. En la primera, habiéndose recibido una cantidad- o teniendo derecho a recibirla-, que beneficia al propietario del negocio, existe un aumento de activo y un aumento de capital.; y en la segunda, en la que se entrega una mercancía que era propiedad del dueño del negocio, hay una disminución del activo y una disminución del capital.

Toda percepción que aumenta el activo; sin que exista la obligación de restituirla representa un beneficio para el dueño del negocio: es decir, aumenta su capital.

Tal cosa sucede al vender. Toda venta esta formada realmente por dos operaciones: La primera que consiste en recibir dinero o documentos, o una simple promesa de pago, aumenta el activo, y no habiendo obligación en restituirlo pues pertenece al dueño aumenta su capital. En

el mismo caso estan las percepciones por servicios, comisiones, arrendamientos, intereses y demás aprovechamientos.

Como es bien sabido, los ingresos de cualquier empresa dedicada a la transformación, pueden estar constituidos, adicionalmente a las ventas de producto terminado, por otros ingresos extraordinarios como son la maquila a terceros, venta de equipo obsoleto, servicio técnico, etc.

Y la segunda que consiste en entregar la cosa vendida.

En el caso del Complejo Industrial Metionina, los ingresos se darán básicamente por las ventas de su producto metionina y de los subproductos (ácido acrílico y sulfato de sodio).

En las tabs 5.6.1 a la 5.6.5 se muestran las ventas de los años 1994 a 2003. (10 años de horizonte de proyección)

# VENTAS

## TABLA 5.6.1

1994

PRODUCTOS	VOLUMEN DE PRODUCCION (TPA)	PRECIO VENTA UNITARIO (USD/Kg)	VENTAS TOTALES (Miles USD)
METIONINA	2828	2.60	7353
SULFATO DE SODIO	2776	0.09	250
ACIDO ACRILICO	276	0.60	166

TOTAL	7769
-------	------

1995

PRODUCTOS	VOLUMEN DE PRODUCCION (TPA)	PRECIO VENTA UNITARIO (USD/Kg)	VENTAS TOTALES (Miles USD)
METIONINA	2913	2.60	7574
SULFATO DE SODIO	2860	0.09	257
ACIDO ACRILICO	285	0.60	171

TOTAL	8002
-------	------



## VENTAS

### TABLA 5.6.2

1996

PRODUCTOS	VOLUMEN DE PRODUCCION (TPA)	PRECIO VENTA UNITARIO (USD/Kg)	VENTAS TOTALES (Miles USD)
METIONINA	3000	2.60	7800
SULFATO DE SODIO	2945	0.09	265
ACIDO ACRILICO	293	0.60	176

TOTAL	8241
-------	------

1997

PRODUCTOS	VOLUMEN DE PRODUCCION (TPA)	PRECIO VENTA UNITARIO (USD/Kg)	VENTAS TOTALES (Miles USD)
METIONINA	3231	2.60	8401
SULFATO DE SODIO	3172	0.09	285
ACIDO ACRILICO	316	0.60	189

TOTAL	8875
-------	------

## VENTAS

### TABLA 5.6.3

1998

PRODUCTOS	VOLUMEN DE PRODUCCION (TPA)	PRECIO VENTA UNITARIO (USD/Kg)	VENTAS TOTALES (Miles USD)
METIONINA	3475	2.60	9035
SULFATO DE SODIO	3411	0.09	307
ACIDO ACRILICO	339	0.60	204

TOTAL	9546
-------	------

1999

PRODUCTOS	VOLUMEN DE PRODUCCION (TPA)	PRECIO VENTA UNITARIO (USD/Kg)	VENTAS TOTALES (Miles USD)
METIONINA	3743	2.60	9732
SULFATO DE SODIO	3674	0.09	331
ACIDO ACRILICO	366	0.60	219

TOTAL	10282
-------	-------

## VENTAS

### TABLA 5.6.4

**2000**

PRODUCTOS	VOLUMEN DE PRODUCCION (TPA)	PRECIO VENTA UNITARIO (USD/Kg)	VENTAS TOTALES (Miles USD)
METIONINA	4029	2.60	10475
SULFATO DE SODIO	3955	0.09	356
ACIDO ACRILICO	393	0.60	236

**TOTAL**

**11067**

**2001**

PRODUCTOS	VOLUMEN DE PRODUCCION (TPA)	PRECIO VENTA UNITARIO (USD/Kg)	VENTAS TOTALES (Miles USD)
METIONINA	4338	2.60	11279
SULFATO DE SODIO	4258	0.09	383
ACIDO ACRILICO	424	0.60	254

**TOTAL**

**11916**

## VENTAS

### TABLA 5.6.5

**2002**

PRODUCTOS	VOLUMEN DE PRODUCCION (TPA)	PRECIO VENTA UNITARIO (USD/Kg)	VENTAS TOTALES (Miles USD)
METIONINA	4670	2.60	12142
SULFATO DE SODIO	4584	0.09	413
ACIDO ACRILICO	456	0.60	274

<b>TOTAL</b>	<b>12829</b>
--------------	--------------

**2003**

PRODUCTOS	VOLUMEN DE PRODUCCION (TPA)	PRECIO VENTA UNITARIO (USD/Kg)	VENTAS TOTALES (Miles USD)
METIONINA	5027	2.60	13070
SULFATO DE SODIO	4935	0.09	444
ACIDO ACRILICO	491	0.60	295

<b>TOTAL</b>	<b>13809</b>
--------------	--------------

## 5.7 Presupuesto de Egresos

En general esta situación se presenta cuando ocurre un consumo, gasto o pérdida que no haya estado previamente registrado como cuenta pendiente de pago.

Como ejemplos más frecuentes pueden citarse los pagos de sueldos, rentas, impuestos, consumos de luz y otros servicios, intereses, propaganda, etc. Todas estas operaciones producen una disminución de activo - al hacer el pago -, y una disminución de capital, puesto que los consumos del negocio afectan a su dueño. La misma situación se presenta cuando el propietario de la empresa retira fondos o efectos para su uso personal.

El presupuesto de egresos lo constituye el capital que de alguna manera sale de la empresa ya sea como recuperación de inversión (depreciación, amortización), pago de salarios (personal obrero y de confianza), compra de materia prima y servicios, mantenimiento correctivo, etc.

El presupuesto de egresos contempla dos conceptos:

- a) Costos Fijos
- b) Costos Variables

**El presupuesto de egresos del Complejo Industrial  
Metionina se observa en las tablas 5.7.1. a 5.7.3**

**TABLA 5.7.1**

**PRESUPUESTO DE EGRESOS**

**COSTOS FIJOS**

CONCEPTO	VALOR (miles de USD) ANUAL
DEPRECIACION <sup>1</sup>	353.60
AMORTIZACION <sup>2</sup>	74.85
MANTTO. PREVENTIVO <sup>3</sup>	24.52
OTROS	22.65
<b>TOTAL</b>	<b>475.61</b>

**NOTAS:**

<sup>1</sup> DATO OBTENIDO DE LA TABLA PENDIENTE

<sup>2</sup> DATO OBTENIDO DE LA TABLA PENDIENTE

<sup>3</sup> DATO OBTENIDO POR PORCENTAJE DEL COSTO DE LOS EQUIPOS.

## 5.7.2 COSTOS VARIABLES

### RESUMEN

ANO	MATERIA PRIMA USD	SERVICIOS USD <sup>2</sup>	MANO OBRA D USD <sup>3</sup>	MANTTO. CORR. USD <sup>4</sup>	OTROS USD <sup>5</sup>	TOTAL USD
1994	2'147,219	445,466	513,790	386,130	174,630	3'667,235
1995	2'211,816	458,856	513,790	386,130	178,529	3'749,121
1996	2'277,876	472,560	513,790	386,130	182,517	3'832,873
1997	2'453,274	508,947	513,790	386,130	193,107	4'055,248
1998	2'638,540	547,382	513,790	386,130	204,292	4'290,134
1999	2'842,829	586,897	513,790	386,130	216,442	4'545,288
2000	3'055,192	634,648	513,790	386,130	229,488	4'819,248
2001	3'293,809	683,322	513,790	386,130	243,852	5'120,903
2002	3'545,894	735,618	513,790	386,130	259,071	5'440,503
2003	3'816,962	791,853	513,790	386,130	275,436	5'784,171

**NOTAS:**

- <sup>1</sup> DATOS TOMADOS DE LAS CEDULAS DE REQUERIMIENTOS DE MATERIAS PRIMAS.
- <sup>2</sup> DATOS TOMADOS DE LAS CEDULAS DE REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS.
- <sup>3</sup> DATOS TOMADOS DE LAS CEDULAS DE REQUERIMIENTOS DE PERSONAL.
- <sup>4</sup> EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO ES EL 3 PORCIENTO DE LOS ACTIVOS FIJOS.
- <sup>5</sup> EN OTROS, SE CONSIDERA UN CINCO PORCIENTO DEL SUBTOTAL.



**TABLA 5.7.3**  
**PRESUPUESTO DE EGRESOS**  
**COSTOS VARIABLES**

CONCEPTO <sup>1</sup>	VALOR ANUAL (miles de USD) 1994
MATERIAS PRIMAS	2,147.22
SERVICIOS	445.47
MANO DE OBRA DIR.	513.79
MANTTO. CORR.	386.13
OTROS	174.63
<b>TOTAL</b>	<b>3,667.24</b>

**NOTAS:**

<sup>1</sup> LOS DATOS OBTENIDOS SON DE LA TABLA 5.7.2  
 ESTOS EGRESOS SON PARA EL PRIMER AÑO FISCAL

## 5.8 DOCUMENTOS PROFORMA

Los documentos contables proforma que se elaboran principalmente son: Estado de Pérdidas y Ganancias y Estado de Flujo de Efectivo. Estos documentos son la base para la evaluación del proyecto, mediante técnicas tradicionales como son Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno y el Tiempo de Recuperación de Capital.

Los documentos contables proforma se muestran en las tablas 5.8.1 (Estado de pérdidas y ganancias) y 5.8.2 (Estado de flujo de efectivo).

**5.8.1 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS  
(OFERTA BASE)**

CONCEPTO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
VENTAS NETAS	7769.00	8002.00	8241.00	8756.00	9546.00	10282.00	11067.00	11916.00	12829.00	13809.00
COSTOS FIJOS	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61
COSTOS VARIABLES	3667.24	3749.12	3832.87	4055.25	4290.13	4545.29	4819.25	5120.90	5440.50	5784.17
COSTOS TOTALES	4142.85	4224.73	4308.48	4530.86	4765.74	5020.90	5294.86	5596.51	5916.11	6259.78
UTILIDAD BRUTA	3626.16	3777.27	3932.52	4225.14	4780.26	5261.10	5772.14	6319.49	6912.89	7549.22
GASTOS ADMON. Y VENTAS	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97
GASTOS IND. DE FAB.	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00
GASTOS FINANCIEROS	998.61	782.97	566.98	350.98	134.8	0	0	0	0	0
GASTOS DE OPERACION	1826.58	1610.94	1394.95	1178.95	962.77	827.97	827.97	827.97	827.97	827.97
UTILIDAD DE OPERACION	1799.575	2166.329	2537.567	3046.192	3817.486	4433.132	4944.172	5491.517	6084.917	6721.249
ISR	629.85	758.22	888.15	1066.17	1336.12	1551.60	1730.46	1922.03	2129.72	2352.44
RUT	179.96	216.63	253.76	304.62	381.75	443.31	494.42	549.15	608.49	672.12
UTILIDAD NETA	889.77	1191.48	1395.66	1675.41	2099.62	2438.22	2719.29	3020.33	3346.70	3696.69

**5.8.2 ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO**  
**(Oferta Base)**

CONCEPTO	PREOPER.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<b>ENTRADAS</b>											
CREDITOS	9000.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
UTILIDAD NETA	—	989.77	1191.48	1395.66	1675.41	2099.62	2438.22	2719.29	3020.33	3346.70	3696.69
DEPRECIACION	—	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60
AMORTIZACION	—	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85
VENTA EQUIPO OBSOLETO	—	—	—	—	—	8.40	—	—	—	—	2574.20
<b>TOTAL DE ENTRADAS</b>	<b>9000.00</b>	<b>1418.22</b>	<b>1819.93</b>	<b>1824.11</b>	<b>2103.86</b>	<b>2536.47</b>	<b>2866.67</b>	<b>3147.74</b>	<b>3448.78</b>	<b>3775.15</b>	<b>6699.34</b>
<b>SALIDAS</b>											
INVERSIONES	15435.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PAGO DE CAPITAL	—	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00	—	—	—	—	—
REPOS. AC. FIJOS	—	—	—	—	—	42.00	—	—	—	—	—
<b>TOTAL DE SALIDAS</b>	<b>15435.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1842.00</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>—</b>
<b>FLUJO NETO</b>	<b>-6435.00</b>	<b>-381.78</b>	<b>-180.07</b>	<b>24.11</b>	<b>303.86</b>	<b>694.47</b>	<b>2866.67</b>	<b>3147.74</b>	<b>3448.78</b>	<b>3775.15</b>	<b>6699.34</b>

**TABLA 5.9.1**  
**VALOR PRESENTE NETO**  
**(OFERTA BASE)**

- AÑO	FLUJO DE EFECTIVO (MILES DE DOLARES)	FLUJO DE EFECTIVO <sup>1</sup> DESCONTADO (MILES DE DOLARES)
1993	-6,435.00	-6,435.00
1994	-381.78	-370.66
1995	-180.07	-169.73
1996	24.11	22.06
1997	303.86	269.97
1998	694.47	599.48
1999	2,866.67	2,400.79
2000	3,147.74	2,559.40
2001	3,448.78	2,722.50
2002	3,775.15	2,893.33
2003	6,699.34	4,984.94
<b>VALOR PRESENTE NETO</b>		<b>9,477.08</b>

**NOTA:**

EL VALOR PRESENTE NETO ES 1.48 VECES EL CAPITAL SOCIAL.

<sup>1</sup> SE CONSIDERO EL UNA  $i = 3\%$ , DE ACUERDO A LA DIFERENCIA DE TASAS BANCARIAS (ACTIVOS Y PASIVOS)

TABLA 5.9.2

TASA INTERNA DE RETORNO

(OFERTA BASE)

FUENTES	MONTO (MILES USD)	%	COSTO		COSTO PROMEDIO %
			ANTES ISR	DESPUES ISR	
CAPITAL SOCIAL	6,440.00	41.70	---	4.00 %	1.67
CREDITO (SERFIN)	4,500.00	29.15	13%	8.45 %	2.46
CREDITOS (CII)	4,500.00	29.15	11%	7.15 %	2.08
<b>TOTAL</b>	<b>15,440</b>	<b>100.00</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>6.21</b>

LA TASA INTERNA DE RETORNO ES DE 14.81 %

LA TIR ES 2.38 VECES EL COSTO PROMEDIO

## 5.9 TECNICAS DE EVALUACION

Existen muchos métodos para estudiar la rentabilidad de una inversión, siendo algunos de ellos:

- \* Valor Presente Neto
- \* Tasa Interna de Retorno
- \* Tiempo de Recuperación del Capital

### 5.9.1 Valor Presente Neto.

Consiste en convertir los beneficios futuros a su valor presente; considerando un porcentaje fijo, que representa el valor del dinero en el tiempo.

Cuando esta técnica arroja un resultado negativo, indica que la inversión no producirá el rendimiento mínimo aceptable.

### 5.9.2 Tasa Interna de Retorno.

Esta técnica al igual que la anterior, convierte los beneficios futuros a valores presentes, sólo que en lugar de utilizar un porcentaje fijo, determina el rendimiento de la inversión expresado éste como una tasa de interés (por ciento).

### 5.9.3 Tiempo de Recuperación del Capital.

Es una de las técnicas más sencillas y una de las más utilizadas en el análisis de alternativas. Esta técnica no incluye el valor del dinero a través del tiempo que se pueda definir como el tiempo que transcurre para que se produzca una cantidad igual al importe de la inversión.

En la tabla 5.9.1 se muestra el valor presente neto de la oferta base.

En la tabla 5.9.2 se muestra la tasa interna de retorno de la oferta base.

En la tabla 5.9.3 se muestra el tiempo de recuperación de capital de la oferta base.



**TABLA 5.9.3**  
**TIEMPO DE RECUPERACION DEL CAPITAL**  
**(OFERTA BASE)**

ANO	FLUJO DE EFECTIVO (MILES DE DOLARES)	FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO	FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO ACUMULADO
1993	-6,435.00	-6,435.00	-6,435.00
1994	-381.78	-378.66	-6,805.66
1995	-180.07	-169.73	-6,975.39
1996	24.11	22.06	-6,953.33
1997	303.86	269.97	-6,683.36
1998	694.47	599.48	-6,083.88
1999	2,866.67	2,400.79	-3,683.09
2000	3,147.74	2,559.40	-1,123.69
2001	3,448.78	2,722.50	1,598.81
2002	3,775.15	2,893.33	4,492.14
2003	6,699.34	4,984.94	9,477.08

POR LO TANTO, EL TRC ES DE 7.41 AÑOS.

## 5.10 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad indica como se modifican los resultados de un proyecto al alterarse subjetivamente alguna de las variables, esta alteración deberá ser constante en todas las variables. Es necesario seleccionar los parámetros que se sensibilizarán.

En las tablas 5.10.1 y 5.10.2 se muestran respectivamente el estado de pérdidas y ganancias y el estado de flujo de efectivo, para cuando se incremente el costo de materias primas en un 15%.

En la tabla 5.10.1a se muestra su valor presente neto.

En las tablas 5.10.3 y 5.10.4 se muestran respectivamente el estado de pérdidas y ganancias y el estado de flujo de efectivo, para cuando se incrementen los sueldos y salarios un 15%.

En la tabla 5.10.3a se muestra su valor presente neto.

En las tablas 5.10.5 y 5.10.6 se muestran respectivamente el estado de pérdidas y ganancias y el

**5.10.1 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS**  
**(Incremento en costo de materias primas)**

CONCEPTO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
VENTAS NETAS	7769.00	8002.00	8241.00	8756.00	9546.00	10282.00	11067.00	11916.00	12829.00	13809.00
COSTOS FIJOS	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61
COSTOS VARIABLES	4005.42	4097.49	4191.64	4441.64	4705.70	4992.98	5300.44	5639.68	5998.98	6385.34
COSTOS TOTALES	4481.03	4573.10	4667.25	4917.25	5181.31	5468.59	5776.05	6115.29	6474.59	6860.95
UTILIDAD BRUTA	3287.97	3428.90	3573.75	3838.75	4364.69	4813.41	5290.95	5800.71	6354.41	6948.05
GASTOS ADMON. Y VENTAS	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97
GASTOS IND. DE FAB.	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00
GASTOS FINANCIEROS	998.61	782.97	566.98	350.98	134.8	0	0	0	0	0
GASTOS DE OPERACION	1826.58	1610.94	1394.95	1178.95	962.77	827.97	827.97	827.97	827.97	827.97
UTILIDAD DE OPERACION	1461.39	1817.964	2178.801	2659.802	3401.92	3985.442	4462.98	4972.742	5526.439	6120.077
ISR	511.49	636.29	762.58	930.93	1190.67	1394.90	1562.04	1740.46	1934.25	2142.03
RUT	146.14	181.80	217.88	265.98	340.19	398.54	446.30	497.27	552.64	612.01
UTILIDAD NETA	803.76	999.88	1198.34	1462.89	1871.06	2181.99	2454.84	2735.01	3039.54	3366.04

**5.10.2 ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO**  
**(Incremento en costo de materias primas)**

CONCEPTO	PREOPER.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<b>ENTRADAS</b>											
CREDITOS	9000.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
UTILIDAD NETA	---	803.78	999.88	1198.34	1462.89	1871.06	2191.99	2454.64	2735.01	3039.54	3366.04
DEPRECIACION	---	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60
AMORTIZACION	---	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85
VENTA EQUIPO OBSOLETO	---	---	---	---	---	8.40	---	---	---	---	2574.20
<b>TOTAL DE ENTRADAS</b>	<b>9000.00</b>	<b>1232.21</b>	<b>1428.33</b>	<b>1626.79</b>	<b>1891.34</b>	<b>2307.91</b>	<b>2620.44</b>	<b>2883.09</b>	<b>3163.48</b>	<b>3467.99</b>	<b>6368.69</b>
<b>SALIDAS</b>											
INVERSIONES	15435.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PAGO DE CAPITAL	---	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00	---	---	---	---	---
REPOS. AC. FIJOS	---	---	---	---	---	42.00	---	---	---	---	---
<b>TOTAL DE SALIDAS</b>	<b>15435.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1842.00</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>
<b>FLUJO NETO</b>	<b>-8435.00</b>	<b>-567.79</b>	<b>-371.67</b>	<b>-173.21</b>	<b>91.34</b>	<b>465.91</b>	<b>2620.44</b>	<b>2883.09</b>	<b>3163.48</b>	<b>3467.99</b>	<b>6368.69</b>

**TABLA 5.10.1a**  
**VALOR PRESENTE NETO**  
**(INCREMENTO EN COSTO DE MATERIAS PRIMAS)**

ANO	FLUJO DE EFECTIVO (MILES DE DOLARES)	FLUJO DE EFECTIVO + DESCONTADO
1993	-6,435.00	-6,435.00
1994	-567.79	-551.25
1995	-371.67	-350.33
1996	-173.21	-158.51
1997	91.34	81.15
1998	465.91	401.98
1999	2,620.44	2,194.57
2000	2,883.09	2,344.21
2001	3,163.46	2,497.25
2002	3,467.99	2,657.92
2003	6,368.69	4,738.90
<b>VALOR PRESENTE NETO</b>		<b>7,420.86</b>

**NOTA:**

EL VALOR PRESENTE NETO ES 1.15 VECES EL CAPITAL SOCIAL.

<sup>1</sup> SE CONSIDERO EL UNA  $i = 3\%$ , DE ACUERDO A LA DIFERENCIA DE TASAS BANCARIAS (ACTIVOS Y PASIVOS)

**5.10.3 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS**  
**(Incremento sueldos y salarios)**

CONCEPTO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
VENTAS NETAS	7769.00	8002.00	8241.00	8756.00	9546.00	10282.00	11067.00	11916.00	12829.00	13809.00
COSTOS FIJOS	546.95	546.95	546.95	546.95	546.95	546.95	546.95	546.95	546.95	546.95
COSTOS VARIABLES	3748.16	3830.04	3913.79	4136.17	4371.05	4626.21	4900.17	5201.83	5521.43	5865.09
COSTOS TOTALES	4295.11	4376.99	4460.74	4683.12	4910.00	5173.16	5447.12	5748.78	6068.38	6412.04
UTILIDAD BRUTA	3473.89	3625.01	3780.26	4072.88	4628.00	5108.84	5619.88	6167.22	6760.62	7396.96
GASTOS ADMON. Y VENTAS	638.22	638.22	638.22	638.22	638.22	638.22	638.22	638.22	638.22	638.22
GASTOS IND. DE FAB.	313.95	313.95	313.95	313.95	313.95	313.95	313.95	313.95	313.95	313.95
GASTOS FINANCIEROS	998.61	782.97	566.98	350.98	134.8	0	0	0	0	0
GASTOS DE OPERACION	1950.78	1735.14	1519.15	1303.15	1086.97	952.17	952.17	952.17	952.17	952.17
UTILIDAD DE OPERACION	1523.11	1889.87	2261.11	2769.73	3541.03	4156.67	4667.71	5215.05	5808.46	6444.79
ISR	533.09	661.46	791.39	969.41	1239.36	1454.84	1633.70	1825.27	2032.96	2255.68
RUT	152.31	188.99	226.11	276.97	354.10	415.67	466.77	521.51	580.85	644.48
UTILIDAD NETA	837.71	1039.43	1243.61	1523.35	1947.57	2286.17	2567.24	2868.28	3194.65	3544.63

**5.10.4 ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO**  
**(Incremento sueldos y salarios)**

CONCEPTO	PREOPER.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<b>ENTRADAS</b>											
CREDITOS	9000.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
UTILIDAD NETA	---	837.71	1039.43	1243.61	1523.35	1947.57	2286.17	2567.24	2868.28	3194.65	3544.63
DEPRECIACION	---	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60
AMORTIZACION	---	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85
VENTA EQUIPO OBSOLETO	---	---	---	---	---	8.40	---	---	---	---	2574.20
<b>TOTAL DE ENTRADAS</b>	<b>9000.00</b>	<b>1266.18</b>	<b>1467.88</b>	<b>1672.06</b>	<b>1951.80</b>	<b>2384.42</b>	<b>2714.62</b>	<b>2995.69</b>	<b>3296.73</b>	<b>3623.10</b>	<b>6547.28</b>
<b>SALIDAS</b>											
INVERSIONES	15435.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PAGO DE CAPITAL	---	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00	---	---	---	---	---
REPOS. AC. FIJOS	---	---	---	---	---	42.00	---	---	---	---	---
<b>TOTAL DE SALIDAS</b>	<b>15435.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1842.00</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>
<b>FLUJO NETO</b>	<b>-6435.00</b>	<b>-533.84</b>	<b>-332.12</b>	<b>-127.94</b>	<b>151.80</b>	<b>542.42</b>	<b>2714.62</b>	<b>2995.69</b>	<b>3296.73</b>	<b>3623.10</b>	<b>6547.28</b>

TABLA 5.10.3a

VALOR PRESENTE NETO

(INCREMENTO EN COSTO DE SUELDOS Y SALARIOS)

ANO	FLUJO DE EFECTIVO (MILES DE DOLARES)	FLUJO DE EFECTIVO + DESCONTADO
1993	-6,435.00	-6,435.00
1994	-533.84	-518.29
1995	-332.12	-313.65
1996	-127.94	-117.83
1997	151.80	134.87
1998	542.42	467.98
1999	2,714.62	2,273.45
2000	2,995.69	2,435.77
2001	3,296.73	2,602.46
2002	3,623.10	2,776.80
2003	6,547.28	4,871.79
VALOR PRESENTE NETO		8,178.85

NOTA:

EL VALOR PRESENTE NETO ES 1.27 VECES EL CAPITAL SOCIAL.

<sup>1</sup> SE CONSIDERO EL UNA  $i = 3\%$ , DE ACUERDO A LA DIFERENCIA DE TASAS BANCARIAS (ACTIVOS Y PASIVOS)



**5.10.5 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS**  
**(Incremento tasa de interés bancaria)**

CONCEPTO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
VENTAS NETAS	7769.00	8002.00	8241.00	8756.00	9546.00	10282.00	11067.00	11916.00	12829.00	13809.00
COSTOS FIJOS	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61
COSTOS VARIABLES	3667.24	3749.12	3832.87	4055.25	4290.13	4545.29	4819.25	5120.90	5440.50	5784.17
COSTOS TOTALES	4142.85	4224.73	4308.48	4530.86	4765.74	5020.90	5294.86	5596.51	5916.11	6259.78
UTILIDAD BRUTA	3626.16	3777.27	3932.52	4225.14	4780.26	5261.10	5772.14	6319.49	6912.89	7549.22
GASTOS ADMON. Y VENTAS	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97
GASTOS IND. DE FAB.	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00
GASTOS FINANCIEROS	1148.40	900.42	652.03	403.63	155.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GASTOS DE OPERACION	1976.37	1728.39	1480.00	1231.60	982.99	827.97	827.97	827.97	827.97	827.97
UTILIDAD DE OPERACION	1649.7835	2048.883	2452.52	2993.545	3797.266	4433.132	4944.172	5491.517	6084.917	6721.249
ISR	577.42	717.11	858.38	1047.74	1329.04	1551.60	1730.46	1922.03	2129.72	2352.44
RUT	164.98	204.89	245.25	299.35	379.73	443.31	494.42	549.15	608.49	672.12
UTILIDAD NETA	907.38	1126.89	1348.89	1646.45	2088.50	2438.22	2719.29	3020.33	3346.70	3696.69

**5.10.6 ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO**  
**(Incremento tasa de interés bancaria)**

CONCEPTO	PREOPER.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<b>ENTRADAS</b>											
CREDITOS	9000.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
UTILIDAD NETA	---	907.38	1128.89	1348.89	1646.45	2088.50	2438.22	2719.29	3020.33	3346.70	3696.69
DEPRECIACION	---	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60
AMORTIZACION	---	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85
VENTA EQUIPO OBSOLETO	---	---	---	---	---	8.40	---	---	---	---	2574.20
<b>TOTAL DE ENTRADAS</b>	<b>9000.00</b>	<b>1335.83</b>	<b>1555.34</b>	<b>1777.34</b>	<b>2074.90</b>	<b>2525.35</b>	<b>2868.67</b>	<b>3147.74</b>	<b>3448.78</b>	<b>3775.15</b>	<b>6899.34</b>
<b>SALIDAS</b>											
INVERSIONES	15435.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PAGO DE CAPITAL	---	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00	---	---	---	---	---
REPOS. AC. FIJOS	---	---	---	---	---	42.00	---	---	---	---	---
<b>TOTAL DE SALIDAS</b>	<b>15435.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1842.00</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>
<b>FLUJO NETO</b>	<b>-6435.00</b>	<b>-464.17</b>	<b>-244.66</b>	<b>-22.66</b>	<b>274.90</b>	<b>683.35</b>	<b>2868.67</b>	<b>3147.74</b>	<b>3448.78</b>	<b>3775.15</b>	<b>6899.34</b>

estado de flujo de efectivo, para cuando se incremente la tasa de interés bancaria en un 15%.

En la tabla 5.10.5a se muestra su valor presente neto.

En la tablas 5.10.7 y 5.10.8 se muestran respectivamente el estado de pérdidas y ganancias y el estado de flujo de efectivo, para cuando se decrementen los precios de ventas en un 15%.

En la tabla 5.10.7a se muestra su valor presente neto.

En la tablas 5.10.9 y 5.10.10 se muestran respectivamente el estado de pérdidas y ganancias y el estado de flujo de efectivo, para cuando se decremente el volumen de ventas en un 15%.

En la tabla 5.10.9a se muestra su valor presente neto.

En la tabla 5.10.11 se muestra las variables que son más sensibles al proyecto, con su respectivo valor presente neto. Como se puede observar, el decremento en el precio de ventas es la variable que más afecta al

**TABLA 5.10.5a**  
**VALOR PRESENTE NETO**  
**(INCREMENTO EN TASA DE INTERES BANCARIA)**

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO (MILES DE DOLARES)	FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO
1993	-6,435.00	-6,435.00
1994	-464.17	-450.65
1995	-244.66	-230.62
1996	-22.66	-20.74
1997	274.90	244.25
1998	683.35	589.46
1999	2,866.67	2,400.79
2000	3,147.74	2,559.40
2001	3,448.78	2,722.49
2002	3,775.15	2,293.34
2003	6,699.34	4,984.94
<b>VALOR PRESENTE NETO</b>		<b>8,657.66</b>

**NOTA:**

EL VALOR PRESENTE NETO ES 1.35 VECES EL CAPITAL SOCIAL.

SE CONSIDERO EL UNA  $i = 3\%$ , DE ACUERDO A LA DIFERENCIA DE TASAS BANCARIAS (ACTIVOS Y PASIVOS)

**5.10.7 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS**  
**(Decremento de precio de ventas)**

CONCEPTO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
VENTAS NETAS	5826.75	6001.50	6180.75	6567.00	7159.50	7351.63	8300.25	8937.00	9621.75	10356.75
COSTOS FIJOS	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61
COSTOS VARIABLES	3667.24	3749.12	3832.87	4055.25	4290.13	4545.29	4819.25	5120.90	5440.50	5784.17
COSTOS TOTALES	4142.85	4224.73	4308.48	4530.86	4765.74	5020.90	5294.86	5596.51	5916.11	6259.78
UTILIDAD BRUTA	1683.91	1776.77	1872.27	2036.14	2393.76	2330.73	3005.39	3340.49	3705.64	4096.97
GASTOS ADMON. Y VENTAS	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97	554.97
GASTOS IND. DE FAB.	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00	273.00
GASTOS FINANCIEROS	998.61	782.97	566.98	350.98	134.8	0	0	0	0	0
GASTOS DE OPERACION	1826.58	1610.94	1394.95	1178.95	962.77	827.97	827.97	827.97	827.97	827.97
UTILIDAD DE OPERACION	-142.675	165.829	477.317	857.192	1430.986	1502.762	2177.422	2512.517	2877.667	3268.999
ISR	-49.94	58.04	167.06	300.02	500.85	525.97	762.10	879.38	1007.18	1144.15
RUT	-14.27	16.58	47.73	85.72	143.10	150.28	217.74	251.25	287.77	326.90
UTILIDAD NETA	-78.47	91.21	262.52	471.46	787.04	826.52	1197.58	1381.88	1582.72	1797.95

### 5.10.8 ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO

(Decremento de precio de ventas)

CONCEPTO	PREOPER.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<b>ENTRADAS</b>											
CREDITOS	9000.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
UTILIDAD NETA	---	-78.47	91.21	262.52	471.46	787.04	826.52	1197.58	1381.88	1582.75	1797.95
DEPRECIACION	---	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60
AMORTIZACION	---	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85
VENTA EQUIPO OBSOLETO	---	---	---	---	---	8.40	---	---	---	---	2574.20
<b>TOTAL DE ENTRADAS</b>	<b>9000.00</b>	<b>349.98</b>	<b>519.66</b>	<b>690.97</b>	<b>899.91</b>	<b>1223.89</b>	<b>1254.97</b>	<b>1626.03</b>	<b>1810.33</b>	<b>2011.20</b>	<b>4800.60</b>
<b>SALIDAS</b>											
INVERSIONES	15435.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PAGO DE CAPITAL	---	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00	---	---	---	---	---
REPOS. AC. FIJOS	---	---	---	---	---	42.00	---	---	---	---	---
<b>TOTAL DE SALIDAS</b>	<b>15435.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1842.00</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>
<b>FLUJO NETO</b>	<b>-8435.00</b>	<b>-1450.02</b>	<b>-1280.34</b>	<b>-1109.03</b>	<b>-900.09</b>	<b>-818.11</b>	<b>1254.97</b>	<b>1626.03</b>	<b>1810.33</b>	<b>2011.20</b>	<b>4800.60</b>

**TABLA 5.10.7a**  
**VALOR PRESENTE NETO**  
**(DECREMENTO EN PRECIO DE VENTA)**

- AÑO	FLUJO DE EFECTIVO (MILES DE DOLARES)	FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO
1993	-6,435.00	-6,435.00
1994	-1,450.02	-1,407.78
1995	-1,280.34	-1,206.82
1996	-1,109.03	-1,014.91
1997	-900.09	-799.71
1998	-618.11	-533.18
1999	1,254.97	1,051.17
2000	1,626.03	1,322.11
2001	1,810.33	1,429.09
2002	2,011.20	1,541.41
2003	4,800.60	3,572.09
<b>VALOR PRESENTE NETO</b>		<b>-2,481.68</b>

NOTA:

SE CONSIDERO EL UNA  $i = 3\%$ , DE ACUERDO A LA DIFERENCIA DE TASAS BANCARIAS (ACTIVOS Y PASIVOS)

**5.10.9 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS**  
**(Decremento volumen de ventas)**

CONCEPTO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
VENTAS NETAS	5826.75	6001.50	6180.75	6567.00	7159.50	7351.63	8300.25	8937.00	9621.75	10356.75
COSTOS FIJOS	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61	475.61
COSTOS VARIABLES	2986.66	3048.07	3110.88	3277.66	3453.83	3645.19	3850.66	4076.90	4316.60	4574.36
COSTOS TOTALES	3462.27	3523.68	3586.49	3753.27	3929.44	4120.80	4326.27	4552.51	4792.21	5049.97
UTILIDAD BRUTA	2364.48	2477.82	2594.26	2813.73	3230.06	3230.83	3973.98	4384.49	4829.54	5306.78
GASTOS ADMON. Y VENTAS	416.23	416.23	416.23	416.23	416.23	416.23	416.23	416.23	416.23	416.23
GASTOS IND. DE FAB.	204.75	204.75	204.75	204.75	204.75	204.75	204.75	204.75	204.75	204.75
GASTOS FINANCIEROS	998.61	782.97	566.98	350.98	134.8	0	0	0	0	0
GASTOS DE OPERACION	1619.59	1403.95	1187.96	971.96	755.78	620.98	620.98	620.98	620.98	620.98
UTILIDAD DE OPERACION	744.89	1073.87	1406.30	1841.77	2474.28	2609.85	3353.00	3763.51	4208.56	4685.80
ISR	260.71	375.86	492.21	644.62	866.00	913.45	1173.55	1317.23	1473.00	1640.03
RUT	74.49	107.39	140.63	184.18	247.43	260.99	335.30	376.35	420.86	468.58
UTILIDAD NETA	409.69	590.63	773.47	1012.97	1360.86	1435.42	1844.15	2069.93	2314.71	2577.19



**5.10.10 ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO**  
**(Decremento volumen de ventas)**

CONCEPTO	PREOPER.	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<b>ENTRADAS</b>											
CREDITOS	9000.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
UTILIDAD NETA	---	409.69	590.63	773.47	1012.97	1360.86	1435.42	1844.15	2069.93	2314.71	2577.19
DEPRECIACION	---	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60	353.60
AMORTIZACION	---	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85	74.85
VENTA EQUIPO OBSOLETO	---	---	---	---	---	8.40	---	---	---	---	2574.20
<b>TOTAL DE ENTRADAS</b>	<b>9000.00</b>	<b>838.14</b>	<b>1019.08</b>	<b>1201.92</b>	<b>1441.42</b>	<b>1797.71</b>	<b>1863.87</b>	<b>2272.60</b>	<b>2498.38</b>	<b>2743.18</b>	<b>5579.84</b>
<b>SALIDAS</b>											
INVERSIONES	15435.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PAGO DE CAPITAL	---	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00	1800.00	---	---	---	---	---
REPOS. AC. FIJOS	---	---	---	---	---	42.00	---	---	---	---	---
<b>TOTAL DE SALIDAS</b>	<b>15435.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1800.00</b>	<b>1842.00</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>---</b>
<b>FLUJO NETO</b>	<b>-6435.00</b>	<b>-961.86</b>	<b>-780.92</b>	<b>-598.08</b>	<b>-358.58</b>	<b>-44.29</b>	<b>1863.87</b>	<b>2272.60</b>	<b>2498.38</b>	<b>2743.18</b>	<b>5579.84</b>

**TABLA 5.10.9a**  
**VALOR PRESENTE NETO**  
**(DECREMENTO EN VOLUMEN DE VENTAS)**

- AÑO	FLUJO DE EFECTIVO (MILES DE DOLARES)	FLUJO DE EFECTIVO + DESCONTADO
1993	-6,435.00	-6,435.00
1994	-961.86	-933.84
1995	-780.92	-736.09
1996	-598.08	-547.32
1997	-358.58	-318.59
1998	-44.29	-38.20
1999	1,863.87	1,560.96
2000	2,272.60	1,847.83
2001	2,498.38	1,972.24
2002	2,743.16	2,102.40
2003	5,579.84	4,151.92
<b>VALOR PRESENTE NETO</b>		<b>2,626.30</b>

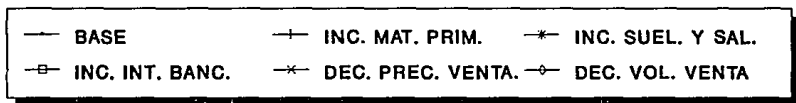
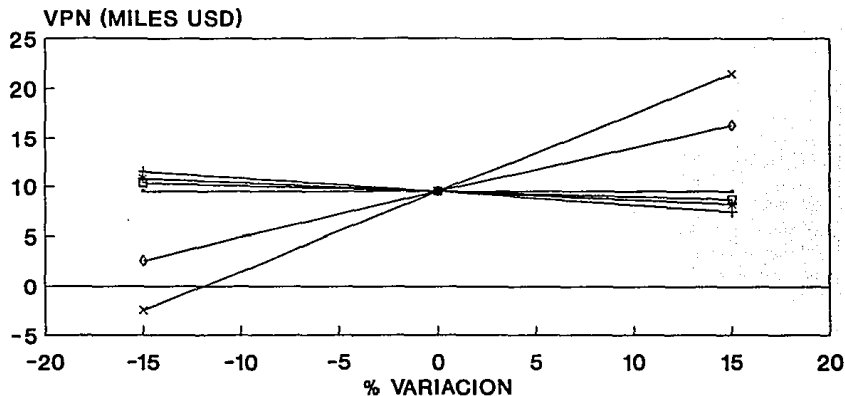
NOTA:

EL VALOR PRESENTE NETO ES 0.41 VECES EL CAPITAL SOCIAL.

SE CONSIDERO EL UNA  $i = 3\%$ , DE ACUERDO A LA DIFERENCIA DE TASAS BANCARIAS (ACTIVOS Y PASIVOS)

# GRAFICA 5.10.11

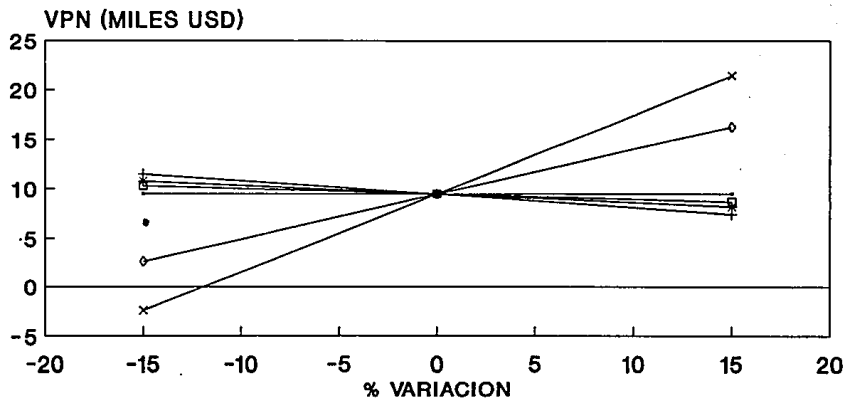
## ANALISIS DE SENSIBILIDAD



proyecto, mientras que la más favorable es la oferta base, seguida del incremento en la tasa bancaria que no afecta.

# GRAFICA 5.10.11

## ANALISIS DE SENSIBILIDAD



—	BASE	—+	INC. MAT. PRIM.	—*	INC. SUEL. Y SAL.
—□	INC. INT. BANC.	—x	DEC. PREC. VENTA.	—○	DEC. VOL. VENTA

## CONCLUSIONES

La producción de metionina en México, es de gran importancia, en vista de que nuestro país fué el primer productor de metionina y lisina en América, por lo que gran parte del desarrollo del mercado de estos aminoácidos en el mundo se debe a la estructura de aplicación que México logró implementar para su uso eficiente.

Como se pudo observar, en vista de la demanda nacional existente y considerando que la producción local bajo los criterios con que ha sido diseñada la planta productora de metionina, ésta no tendrá capacidad para cubrir la totalidad del mercado y observando el comportamiento de la competencia, la planta satisfecerá en su primera fase, el 40% del mercado mexicano.

Durante los últimos 8 años se ha importado DL-metionina de 3,000 a 4,000 TMA, principalmente Alemania, Francia y Japón e igual que en el caso de Estados Unidos el tratado de libre comercio puede brindar a la metionina de origen mexicano, ventajas competitivas para su exportación.

Con la producción en México de metionina, se coloca como sustituto de la importación de Japón.

Además, el empleo de este aminoácido sintético se ve reflejado en los costos de producción de la carne y el huevo, los cuales se reducen considerablemente.

Como se pudo observar en la evaluación financiera, el mayor porcentaje de la inversión está dado por los activos fijos (83.3%), los cuales no generan beneficios directos puesto que se destinan al uso y no a la venta. La recuperación de estos activos fijos se opera de manera indirecta, pues los ingresos obtenidos por el activo circulante deben ser suficientemente amplios para absorber las inversiones permanentes.

Además los activos fijos están conformados en su mayoría por maquinaria y equipo (58.4%), lo que indica que la inversión está segura, ya que es equipo que estará en la planta. También que son indicadores primordiales para las instalaciones industriales.

Los activos diferidos ascendieron a un 4.77% de la inversión total, en este rubro, el capital invertido se recuperará paulatinamente a través de las operaciones realizadas durante el tiempo que los servicios pagados

por adelantado o los materiales destinados al consumo sean aprovechados o utilizados.

El capital de trabajo asciende al 11.8% de la inversión total, lo cual indica que no se necesitará mucho capital para que la planta sobreviva por sí misma al inicio de las operaciones.

También se puede apreciar que el capital social es el 41.7% de la inversión y que los apoyos financieros son el 58.3%, de lo que se concluye que este proyecto es más seguro para el inversionista, puesto que su capital de inversión será menor.

Los ingresos que se obtendrán del Complejo Industrial Metionina están basados en las ventas del producto (metionina) y de subproductos (sulfato de sodio, que antes se desechaba y ácido acrílico).

Los egresos, presentados como costos fijos y costos variables, no son tan significativos respecto a los ingresos.

Para la evaluación del proyecto se consideraron los documentos proforma: Estado de Pérdidas y Ganancias y Estado de Flujo de Efectivo, con los cuales se obtienen



las técnicas de la evaluación, lo que son el Valor Presente Neto, el Tiempo de recuperación de Capital y la Tasa interna de Retorno.

El VPN obtenido fué de 1.48 veces el capital social, lo que manifiesta rentabilidad al proyecto.

La TIR es de 14.81% y 2.38 veces el costo promedio, lo que ofrece también seguridad y rentabilidad al proyecto.

El TRC fué de 7.41 años, lo cual es muy bueno, ya que es un proyecto de gran magnitud, y que considera una inversión muy grande. Por lo que este tiempo es bastante razonable.

Dentro de los resultados obtenidos en el análisis de sensibilidad, se observa que la variable que más puede afectar es el decremento en el precio de ventas (VPN = -2481.68 mdd) sin embargo esto es poco probable, ya que el Complejo Industrial Metionina es la única planta existente en América Latina.

Si el volumen de ventas se viera afectado, de cualquier manera se obtendría un VPN aceptable.

Las variables más favorables, fueron por supuesto la oferta base (VPN = 9477.08 mdd), el incremento de la tasa de interés bancaria (VPN = 8657.66 mdd), y el incremento de sueldos y salarios (VPN = 8178.85 mdd).

Cabe hacer la aclaración que todas las variables se afectaron en un 15%, tanto en incrementos como en decrementos.

También, cabe aclarar que las materias primas utilizadas como la acroleína, tendrán disposiciones de seguridad para su manejo y más aún para su producción, ya que es un producto altamente riesgoso.

En base a todo lo anterior, se concluye que la rehabilitación, ampliación e integración del Complejo Industrial Metionina, no sólo beneficiaría a México, sino también a toda América Latina, además como se observó, es un proyecto muy rentable y seguro respecto a inversión.

BIBLIOGRAFIA

AERSTIN FRANK & STREET GARY

"Applied Chemical Process"

Plenum Press, New York, 1978

ALDAMA EDUARDO

"Formulación de programas y proyectos"

En adición de programas y proyectos de Investigación  
Santiago de Chile (1990) BID-SECAB-CINDA  
pp 14-59.

ANDREW WG

"Applied Instrumentation in the Process Industrials"

Volumen I y II, 2a. edition, Practical Guidelines, 1980

"Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los  
Estados Unidos Mexicanos"

INEGI: Instituto Nacional de Estadística Geografía e  
Informática.

ARELLANO, ALEJANDRO

"Est. de Mercado de Productos de la importación de los  
juicios de valor".

En memorias del III Seminario Latinoamericano y

Gestión Tecnológica. (1989), Buenos Aires, Argentina  
pp 412-420.

ASHFORD, R.N.

"The Capital-Investment Appraisal of New Technology:  
Problems, Misconceptions and Research Directions"  
Journal of the Operational Research Society 39:7, (1988),  
pp 637-642.

ASOCIACION NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUIMICA

"Directorio de empresas, productos, servicios y  
distribuidores de la industria química en México"  
1990

BACA URBINA, G.

"Evaluación de Proyectos", Mc Graw Hill. 2a. Edición,  
México, D.F. 1991.

CONSIDINE DOUGLAS M.

"Process Instruments and Control Handbook"  
3a. edición, Mc Graw Hill, 1980.

CRAN J.

"Improved Factored Method Gives Better Preliminary Cost  
Estimates"

Chemical Engineering, (April 6, 1981)

pp 65-68

EVANS FRANK L. JR.

"Equipment Design Handbook for Refineries and Chemical Plants"

Volumen I y II, 2a. edición, Gulf Publishing Company Book Division, Houston Texas, 1979

GLIMEL BILL

"Biblioteca del Ejecutivo Moderno"

Tomos I al VI, Ediciones Martinez Roca, S.A., Barcelona 1973.

KERN DONALD Q.

"Procesos de transferencia de calor"

Ed. CECSA, 1984

KIRK E.R. & OTHMER F.D.

"Encyclopedia of Chemical Technology"

3a. edición, Interscience, New York.

ERNEST E. LUDWING

"Applied process design for chemical and petrochemical plants"

Volumen I al III, 2a. Edición, Gulf Publishing Company  
Book Division, Houston Texas, 1991

MACHADO, FERNANDO

"La innovación del producto".

En Gestión Tecnológica en la empresa, programa de fortalecimiento de la capacitación en gestión y administración de proyectos y programas de C y T en América Latina BID-SECAB-CINDA.

Colección Ciencia y Tecnología No. 27, Santiago Chile (1990).

pp 69-106.

"Manual sobre cálculo de precios unitarios de trabajos de construcción"

Tomos I al IX, 3a. edición, SARH, 1983

MC NAUGHTON KENNETH

"Bombas, selección, uso y mantenimiento"

Mc Graw Hill, 1989

ONU

"Manual de Proyectos de Desarrollo Económico"

Programa CRPAL/AAT, México, 1985.

ONU

"Pautas para la Elaboración de Proyectos"

ONU/IDI, N.Y., 1972.

PETERS, M.S. and TIMMERHANS, K.D.

"Plant Design and Economics for Chemical Engineers. Cost Estimations"

Chapter 5, Mc Graw Hill, 3a. edition.

"Pocket guide to chemical hazards "

NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health.

RIP WEAVER

"Process Piping Design"

Gulf Publishing Company, Houston Texas, 1973

"Standard methods for the examination of water and wastewater"

17a. edición, Apha-Awwa-Wpct, 1989

SOTO HUMBERTO R.

"La formulación y Evaluación Técnico-Económica de Proyectos Industriales"

Editorial CENETI, México, 1978.

VARELA LEOPOLDO

"Costos de construcción pesada y edificación"

Tomos I y II, 6a. edición, Compuobras, 1989