

---

---

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

---

ESCUELA DE INGENIERIA

2<sup>o</sup>  
Ejemplar



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## PROYECTO DE PRE-INVERSION PARA LA AMPLIACION DE UNA PLANTA DE SULFATO DE AMONIO.

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A  
ROBERTO DE JESUS ANTILLON CANCHOLA  
GUADALAJARA, JAL., 1987



## **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.

## I N D I C E

	Introducción	1
	Antecedentes	2
Capítulo I	Estudio del Mercado	8
	Análisis de la Demanda	9
	Análisis de la Oferta	11
	Canales de Distribución	12
	Conclusiones	15
Capítulo II	Ingeniería del Proyecto	16
	Ingeniería del Producto	17
	Descripción del Proceso	28
	Diagrama del Proceso	32
	Capacidad de Producción de la Planta	39
	Maquinaria y Equipo Requerido	41
	Selección de Equipo Industrial	62
	Dimensión y Localización de la Planta	71
	Control de Producción	74
	Servicios Auxiliares	85
	Seguridad Industrial	94
Capítulo III	Organización de la Empresa	106
	Catálogo de Puestos	107
	Organigrama de la Empresa	110
	Perfil de Puestos	111
Capítulo IV	Evaluación Económica-Financiera	121
	Inversión Estimada	123
	Flujo de Efectivo	124
	Análisis de Venta	125
	Análisis de Costo de Producción	126
	Evaluación Económica	128
	Cálculo del R.O.I.	129
	Punto de Equilibrio	130
	Conclusiones	132
	Bibliografía	133

En el crecimiento acelerado que ha tenido nuestro país en los últimos años, el sector industrial ha demostrado ser el más dinámico de todos.

Este dinamismo, como es lógico, requiere de enormes inversiones de capital para el establecimiento o ampliación de instalaciones que proporcionen bienes y/o servicios.

Debido al alto costo del dinero y a la carrera inflacionaria en que vivimos el inversionista, cuando decide serlo, es porque tiene bases sólidas que respaldan esta inversión.

Estas bases provienen de diversos proyectos o presupuestos de inversión, producto de gran cantidad de variables que deben haberse analizado en la planeación, diseño o ampliación de la empresa, para introducirle el factor "EFICIENCIA".

Mediante el siguiente trabajo de investigación, pretendo mostrar la estructura general de un PROYECTO DE PRE-INVERSION PARA LA AMPLIACION DE UNA PLANTA DE SULFATO DE AMONIO, en la que se indicarán métodos y técnicas adecuadas que se utilizan para la investigación en proyectos de ésta magnitud.

En el desarrollo del siguiente estudio se consideran todos y cada uno de los aspectos que deben presentarse en un estudio de pre-inversión, como lo son: necesidades financieras, oferta y demanda existentes, los requerimientos de materia prima, los aspectos técnicos y de instalación del equipo requerido, proveedores de materia prima, capacidad de producción y los canales de distribución para la venta del producto terminado.

La aplicación adecuada y eficiente de la ingeniería en conjunto con la administración es de vital importancia para la formación y buen funcionamiento de cualquier empresa en todos sus niveles.

Si esto se logra desde la concentración y formulación del proyecto, se evitará corregir deficiencias de origen que podrían requerir de fuertes erogaciones o incluso ser incosteables.

ANTECEDENTES:

/

El sulfato de amonio es un fertilizante constituido por sustancias químicas las cuales contienen nutrientes que son alimento para las plantas.

Se obtiene al hacer reaccionar el ácido sulfúrico y el amoniaco, su concentración es 20.5% de nitrógeno; su presentación en el mercado es de cristales blancos.

La fertilización en México se empezó a utilizar desde el año de 1930; con productos importados principalmente de los E.U. y Alemania, y se dedicaban a la fertilización de cultivos altamente rentables como, café, caña de azúcar, tabaco, etc. Se vio la necesidad de fertilizar las tierras para obtener más productos para la población, por lo que se empezó a explotar los guanos (excremento de aves marinas) y aplicarlos en tierras agrícolas, ya que esto fue insuficiente por el hecho de que cada vez se fue incrementando la población, y con ella las necesidades de producir cada vez más alimentos. Por decreto presidencial en julio de 1943 se creó la empresa de Guanos y Fertilizantes de México, S.A.

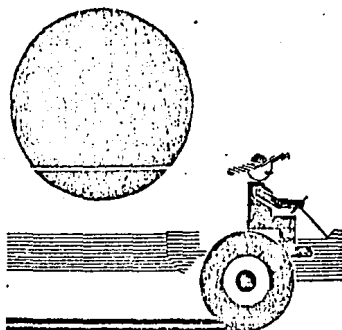
Este producto natural rico en nitrógeno y fosfato, permitió durante varios años abonar una buena porción de tierras abiertas al cultivo. Pero no fue hasta 1947 en donde se pone en marcha un programa para producir los fertilizantes que el país demanda, llevándose a cabo entre los años de 1951 y 1953 la construcción de la Unidad Cuautitlán para producir SULFATO DE AMONIO ( $NH_4 SO_4$ ) y otros fertilizantes. Se continuaban construyendo más unidades y empresas para producir nuevos fertilizantes, pero para la década de los años setenta, varias empresas de capital privado se fusionan a Guanos y Fertilizantes de México, S.A. Es así que para 1966 se les integra Fertilizantes del Bajío, S.A., actualmente unidades Salamanca y Bajío; para que en el año de 1977 termine por fusionarse la última empresa, con lo que se logra la integración total de la industria de los fertilizantes en el país. Para el 22 de noviembre de ese mismo año, y atendiendo a razones técnicas la empresa cambia su denominación social por la de Fertilizantes Mexicanos, S.A. (FERTIMEX).

Podemos decir que Fertilizantes Mexicanos, S.A., es una empresa paraestatal, constituida conforme a la Ley Orgánica de la Administración Pública y su objetivo es la producción y distribución de fertilizantes.

### DESCRIPCION DE LA PLANTA.

La Planta donde se va a desarrollar el estudio de Pre-inversión para la ampliación de la Planta de Sulfato de Amonio esta situada en Salamanca, Gto. para la producción de Caprolactama.

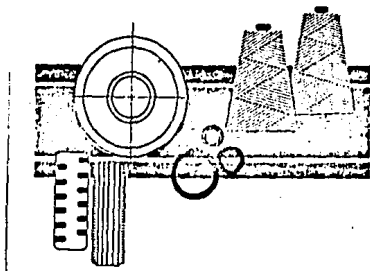
En las etapas de fabricación de la Caprolactama se obtiene el Sulfato de Amonio, que es el sub-producto de la Caprolactama, el cual es utilizado como fertilizante.



En general la Planta de cristalización de Sulfato de Amonio (sección - 9) consiste en:

- 1) Evaporación y formación de cristales
- 2) Separación de cristales
- 3) Secado y enfriado de cristales
- 4) Almacenamiento a granel de cristal.

El producto químico principal (Caprolactama), es utilizado como materia prima para la elaboración del Nylon 6, dando lugar a una extensa industria, - que provee el mercado fibras sintéticas para la fabricación de: hilos, te--- las, cuerdas para llantas, alfombras, etc., y una enorme variedad de piezas-moldeables destinadas a usos industriales.



La planta esta diseñada para producir alrededor de 50,000 toneladas de Caprolactama y 200,000 de Sulfato de Amonio.

Físicamente la planta comprende nueve secciones con un gran proceso y un sofisticado equipo para su producción y control:

- Sección 1: Nitrato de Amonio
- Sección 2: Oleoum Acido Sulfúrico
- Sección 3: Sulfato de Hidroxilamina
- Sección 4: Bióxido de Azufre
- Sección 5: Ciclohexanona
- Sección 7: Caprolactama
- Sección 9: Cristalización de SULFATO DE AMONIO

Además se tiene las secciones de Servicios:

- Sección 0: Generación de vapor y tratamiento de agua.
- Sección 8: Almacen de materias primas como productos intermedios y producto final.



La planta de cristalización de Sulfato de Amonio ( $\text{NH}_4 \text{SO}_4$ ) históricamente ha sido capaz de procesar una producción continua mayor al 100., y con tiempos cortos de paros parciales para lavado de equipo y mantenimiento preventivo.

Este equilibrio de operación se deteriora fácilmente con incrementos de capacidad de sección 7 (producción de caprolactama), fallas en el mantenimiento preventivo de los equipos, etc. que ocasionan déficits de producción.

Dado lo anterior se contempla que la planta tiene una entrada de recuperación bastante reducida en comparación con lo que debería estar procesando; por lo cual nos ocasiona un cuello de botella el cual baja las utilidades y afecta las entregas de abastecimiento al exterior la cual no es cubierta totalmente (Industria Agrícola), por lo tanto la planta no tiene la capacidad suficiente para manejar la producción total, provocando el envío de este excedente a unas fosas de evaporación solar (para lograr la cristalización) y de ahí al afluyente que tiene un bajo aprovechamiento según el temporal que además ocasiona un problema de contaminación que va a las aguas residuales.

El estudio del problema es encausado desde dos aspectos fundamentales que son los siguientes:

- a) Producciones y pérdidas históricas de Sulfato de Amonio de Sección 9.
- b) Causas más frecuentes de las bajas producciones y limitaciones de capacidad.

Para el análisis del primer inciso se tomaron datos a partir de 1979 a la fecha en donde se pudo apreciar que todos los años se han tenido pérdidas apreciables hasta un promedio de 8,500 toneladas por año de Sulfato de Amonio.

En lo que respecta al inciso b) se considera que la baja capacidad de la sección 9 se debe en parte a la alta capacidad de producción de Sulfato de Amonio, en sección 7, y problemas de equipo de sección 9 como: 1) Problemas mecánicos presentados y 2) Problemas de falla de diseño, equipo operando a límite de capacidad, falta de adaptaciones a decudadas, falta de equipo de relevo, etc.

Otra de las causas que podrían considerarse en la baja recuperación serían los hervidos de los evaporadores, actividad que se ha venido incrementando a consecuencia del ensuciamiento prematuro de los equipos.

El incremento de la producción de la planta de Sulfato de Amonio será aproximadamente de 45,000 Toneladas debido a que se tiene planeado incrementar la capacidad de producción a 60,000 toneladas por año de Coprolactama equivalentes a 261,000 toneladas por año de Sulfato de Amonio. Comparando con la capacidad actual (real) de cristalización de

sección 9, se tendría un excedente a procesar de 45,000 toneladas por año (aproximadamente 131,86 toneladas por día).

Por lo tanto para abastecer a dicha producción y dejar cierto margen para la expansión de las plantas se planeará hacer la ampliación a 1/3 de la planta sección 9.

ESTUDIO DEL MERCADO

CAPITULO I

## DEMANDA

El siguiente estudio, el cual comprende el análisis de la demanda de Sulfato de Amonio, se planea probar que existe un número suficiente de individuos, empresas y otras entidades económicas que, dadas ciertas condiciones presentan una demanda justificada de un determinado programa de producción en un cierto período.

En éste tipo de proyecto, en el que el principal objetivo es el aumento de la producción del Sulfato de Amonio ( $NH_4 SO_4$ ), es sumamente importante realizar un estudio lo más completo posible permitiéndonos adquirir una visión más exacta y precisa de los factores que intervienen en el mercado del Sulfato de Amonio.

Es necesario considerar aspectos como precio, calidad, transporte, volumen de consumo, etc. de forma que ellos nos conduzcan a una conclusión que nos indique la tendencia del producto.

Para el desarrollo del estudio de la demanda se plantean cuestionarios a empresas competidoras y posibles clientes, apoyándonos en las estadísticas por medio de un muestreo aleatorio. Para éste caso no fué necesario considerar el tamaño de la muestra ya que nuestro producto posee un sólo proveedor, y por lo tanto, dicha empresa nos proporciona información de los canales de distribución.

Al aplicar los cuestionarios a comercios relacionados con la venta de fertilizantes y semillas se comprobó que la empresa Fertimex es la única proveedora de Sulfato de Amonio.

Por consiguiente se procedió a adquirir la mayor información posible directamente de Fertimex.

Dicha empresa cuenta con planes de expansión a corto, mediano y largo plazo como por ejemplo el plan de bodegas de almacenamiento en diversas partes de la República como por ejemplo:

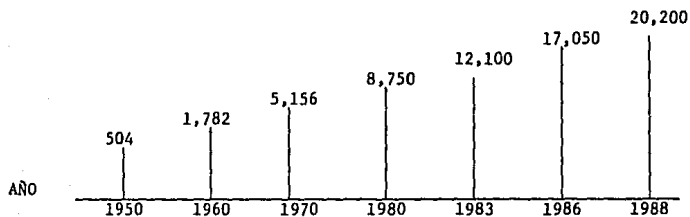
A corto Plazo: Tepic, Nay.; Comitán, Chis.; Tecomán, Col.; Matamoros, Tamps.; Lagos de Moreno, Jal.; Gregorio Méndez, Tab.; Piedras Negras, Ver.; Cárdenas, Tab.; etc.

A mediano plazo.-Bodegas en: Villa de Corzo, Chis.; Cd. Obregón, Son.; Cd. Cuautemoc, Chih.; Culiacán, Sin.; Empalme, Son.; Cd. Guzmán, Jal.; Zamora, Mich.; Corralejo, Gto.; etc.

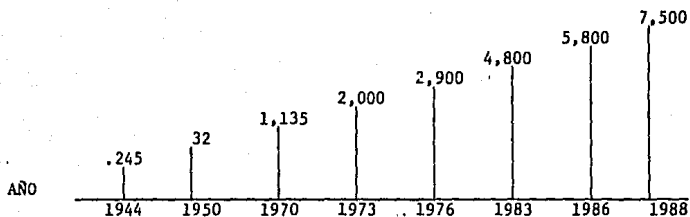
A largo plazo.- Bodegas en: Puebla, Pue.; Cordoba, Ver.; Los Mochis, Sin.; San Luis Río Colorado, Son.; Teotihuacán, Mex.; etc.

Al pasar los años la demanda crece grandemente, debido a las grandes superficies de cultivo y al gran consumo por parte de los productores:

LA SUPERFICIE FERTILIZADA HA SIGUIDO LA TENDENCIA SIGUIENTE  
( EN MILES DE HECTAREAS)



EL CONSUMO DE LOS PRODUCTORES SE HA INCREMENTADO EN LOS ULTIMOS AÑOS  
( EN MILES DE TONELADAS)



## OFERTA

En esta parte dentro del estudio del mercado es también importante pues, ya conociendo que el Sulfato de Amonio ( $\text{NH}_4 \text{SO}_4$ ) tiene una gran demanda y miras de expansión, corresponde mostrar las formas actuales y previsibles en que esa demanda ó necesidades serán atendidas por la oferta actual y futura.

La planta originalmente producía 200,000 toneladas de Sulfato de Amonio. Actualmente produce 215,000 toneladas por año (en base a promedio a los 3 mejores años de producción).

Se planea tener un procesamiento de 261,000 toneladas por año.

$261,000 - 215,000 = 45,000$  Toneladas por año (aproximadamente 131.86 toneladas por día).

Por lo tanto la oferta que se plantea a nuestros canales de -- distribución es de aproximadamente 46,000 toneladas por año. Los -- cuales se podrán distribuir a canales de ventas institucionales y -- canales de ventas discretas que en el estudio de la demanda se mencionaron más a fondo.

## CANALES DE DISTRIBUCION

Para lograr que el fertilizante fabricado por Fertimex cumpla -- con su papel de aumentar los rendimientos de cultivos por hectárea y de ésta manera beneficie a los agricultores, por lo que es necesario no perder la perspectiva de la importancia que tiene una eficiente y racional comercialización, y distribución oportuna del insumo. Tan importantes son estos aspectos, que de no funcionar adecuadamente hrán inútil todo empuje productivo de la empresa.

De esta manera, para comercializar sus productos, Fertimex, ha dividido su acción del mercado en 2 ramas principales: A) Ventas institucionales y B) Ventas directas.

### ESTRUCTURA DE LOS CANALES DE VENTAS INSTITUCIONALES

#### ASOCIACIONES AGRICOLAS:

Estas asociaciones se componen básicamente de uniones ejidales- cuya finalidad es crear una infraestructura productiva, suficiente y fuerte.

#### BANCO NACIONAL DE CREDITO RURAL (BANRURAL):

Adquiere directamente de la empresa los fertilizantes y los entrega a los agricultores en forma de crédito.

#### EMPRESAS ESTATALES:

En este tipo de empresas se puede detectar con facilidad las necesidades de insumo en sus correspondientes entidades, y de esta manera se estará en capacidad de establecer claramente los canales directos de comercialización, distribución y venta.

#### ORGANISMOS OFICIALES:

Se dota del producto necesario al campesino que se dedica al -- cultivo de alguna variedad vegetal específica, por ejemplo Tabamex,- Inmecafé etc.

**SECTOR AZUCARERO:**

Rama industrial que adquiere el fertilizante para entregarlo a agricultores.



ESTRUCTURA DE LOS CANALES DE VENTAS DIRECTAS

CLIENTE DE AGENCIAS:

Son todas aquellas que son propiedad de Fertimex, con todos -- los agricultores se realizan operaciones comerciales.

CLIENTE DE PRODUCTOS INDUSTRIALES:

COMISIONISTAS:

Son aquellos comerciantes que venden algunos productos de Fertimex, en cantidades muy significativas, y por ésa operación reciben una comisión.

PORCENTAJES DE VENTAS POR CANALES DE DISTRIBUCION:

Asociaciones Agrícolas 9.7%

Banrural 19.7%

Empresas Estatales 45.7%

Organismos Oficiales 2.2%

Sector Azúcarero 5.2%

Cientes de Agencias 8.0%

Cientes de productos industriales 2.5%

Comisionistas 3.0%

La estructura de comercialización se divide en 13 grandes zonas de ventas dentro de las cuales 6 estan destinadas al Sulfato de amonio:

- 1) Unidad Bajío 3 plantas (1 de Sulfato de Amonio).  
546,000 toneladas.
- 2) Unidad Coatzacoalcos 4 P. (1 de S. de Amonio).  
282,500 toneladas.

- 3) Unidad Cuatitlán 6 P. (1 de S. de Amonio).  
355,000 toneladas.
- 4) Unidad Guadalajara 5 P. (1 de S. de Amonio).  
318,000 toneladas
- 5) Unidad Queretaro 6 P. (3 de S. de Amonio).  
894,000 toneladas
- 6) Unidad Torreón 1 P. (1 de S. de Amonio).  
200,000 toneladas.

En total de producción de fertilizante nos arroja una cantidad de 2'595,500 toneladas de las cuales 1'667,700 son de Sulfato de Amonio. Y del total de producción de todas las unidades es de 4'240,700 toneladas en la que el Sulfato de Amonio ocupa la cifra anteriormente mencionada o sea un 40% aproximadamente de producción es lo que a barca el producto, lo que termina por demostrar la importancia y la gran demanda que tiene el Sulfato de Amonio ( $\text{NH}_4\text{SO}_4$ ).

#### CONCLUSIONES

A travez de las entrevistas realizadas, en base a la información obtenida de las dos ramas de los canales de distribución, a la introducción el Sulfato de Amonio en mercados internacionales, a los planes de expansión (corto, mediano y largo plazo) y a las necesidades agrícolas que requiere cada vez más el país y otros demás aspectos nos indican que el sulfato de amonio ( $\text{NH}_4\text{SO}_4$ ) presenta una demanda creciente.

Por lo tanto el incremento de la producción de la planta tiene una amplia canalización por parte de Fertimex.

INGENIERIA DEL PROYECTO:

CAPITULO II

INGENIERIA DEL PRODUCTO:

## INGENIERIA DEL PRODUCTO

El Sulfato de Amonio es un material sólido en forma de cristales incoloros con sabor salado. Se utiliza como fertilizante, como ignifugo, como herbicida y en la industria del currido.

Este producto se obtiene a partir de las soluciones de Sulfato - de Amonio de Oximación y de Rearreglo que son enviadas de las columnas de extracción de la planta de Caprolactama (Sección 7) a la planta de Sulfato de Amonio (Sección 9), en donde es almacenada en el tanque T-901 (Oximación) y T-902 (Rearreglo) y de ahí procesar a los efectos de evaporación-cristalización de la Sección 9.

Tanques para solución de Oximación y Rearreglo

No.	Servicio	Díametro (Cms.)	Altura (Cms.)	Volúmen (M <sup>3</sup> )	Toneladas Prod(100%)	Flujo M <sup>3</sup> /Hr	Retención 100%/Hrs.
T-901	NH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> Ox.	760	853	387.6	193.8	39.6	10:00
T-902	NH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> Re.	762	853	388.8	189.6	19.1	20:15

Almacen de Sulfato de Amonio a granel

Volumen (M <sup>3</sup> )	Toneladas producidas(100%)	Flujo (Ton/Hr.)	Retención (Días)
68,525	65,000	26.0	104

TANQUE T - 901/2 (Solución de Sulfato de Amonio)

Clave	Diam	Servicio
N1	3"	Venteo
N2	4"	Alimentación
N3	4"	Retorno
N4	4"	Salida (succión de bombas)
N5	2"	Drenaje
N6	8"	Derrame
N7	2"	Conexión A N8
N8	3/4"	CT - 9C01
C1	3/4"	TI - 9C01
M1	20"	Entrada hombre
M2	20"	Entrada hombre
N9	3"	De P - 918
N10	3"	Spere

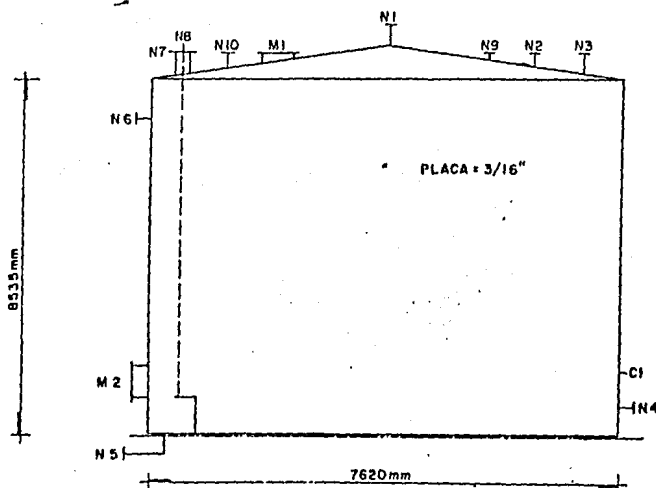
DATOS DE DISEÑO

- 1 - Pres. de Operación = ATM
- 2 - Temp. de Operación = 100°C
- 3 - Presión de Diseño = ATM
- 4 - Temp. de Diseño = 127°C
- 5 - Corrosión permisible = 110
- 6 - Capacidad = 390 M<sup>3</sup>

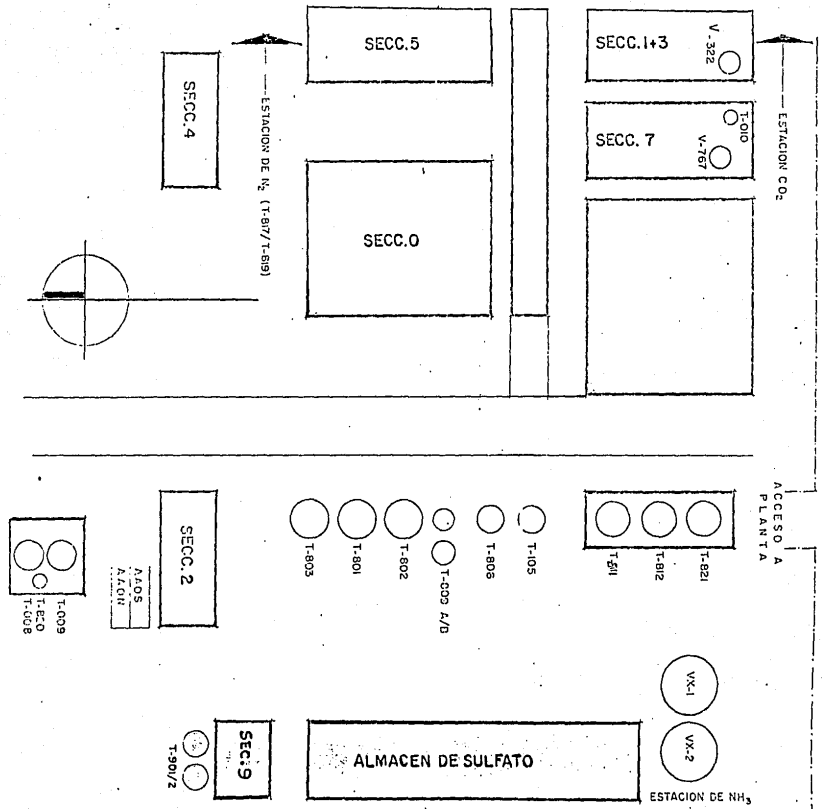
MATERIAL DE CONSTRUCCION

- Fondo = ASTM A 240 - 316 L  
 Domo = ASTM A 240 - 316 L  
 Cuerpo = ASTM A 240 - 316 L

Altura máxima permisible por -  
 resistencia mecánica = 8.53 Mts



DISTRIBUCION DE TANQUES EN PLANTA





ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

Análisis:	Especificaciones:
Densidad aparente	1020-1070 gr/lit.
Nitrato (NO <sub>3</sub> ) % en peso	3.4 Máx.
Nitrógeno Amoniacal % en peso	20.5 Min.
Acidez libre (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0.05 Máx.
Humedad % en peso	0.2 Máx.

Análisis Granolumétrico:

Retenido en maya #10	5 % Máx.
Pasa por la maya # 50	15 % Máx.

También se tiene que tener un conocimiento de las especificaciones adicionales respecto a las cantidades máximas de impurezas orgánicas e inorgánicas.

El tamaño de la partícula es también un criterio importante. El tamaño de finos es una de las causas más grandes a los problemas de atarronamientos en las pilas de almacenaje y en el ensacamiento y embarque. De aquí que las especificaciones de compra frecuentemente incluyen un análisis de tamizado definiendo los límites permisibles de material fino.

## PROPIEDAD DEL SULFATO DE AMONIO PURO

Color	Blanco
Peso Molecular	132.14
Contenido de Nitrógeno	21.2%
Densidad del Sólido	1.769
Gravedad Específica de Soluciones Saturadas	1.2414 a 20° C
	1.2502 a 93° C
Calor Específico del Sólido	0.345 a 91° C
Calor Específico de Soluciones Saturadas	0.67 a 20° C
	0.63 a 100° C
Calor de Cristalización	11.6 cal/Kg en 42% de solución
Calor de Disolución	6.35 cal/Kg de 42% -1.8 de- solución
Punto de Fusión	512.2° C (954° F)
Estabilidad Térmica	Se descompone arriba de 280° C (536° F)
PH	5.0
Densidad de volumen a granel	962 Kg/M <sup>3</sup> (60 lb/ft <sup>3</sup> )
Angulo de Reposo	28°
Humedad Relativa Crítica	81% a 20° C
	81.1% a 30° C
Solubilidad, gr/100 gr de agua	70.6 a 0° C
	103.8 a 100° C

## DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DEL CRISTAL

La distribución del tamaño del cristal es el factor más importante en el análisis del sistema de cristalización y tiene la interacción más grande con todos los problemas de la cristalización:

- a) Hábito (la apariencia externa y la forma del cristal)
- b) Pureza (calidad del cristal)
- c) Estabilidad (firmeza del cristal)
- d) Separación sólido-líquido (centrifugación o filtración)
- e) Incrustación.

## AGLOMERACION DE CRISTALES

Durante el almacenamiento de los materiales cristalinos se tropieza a menudo con el fenómeno de la aglomeración o apelmazamiento de los cristales. Los principales factores que influyen en éste fenómeno son:

- a) El contenido de humedad
- b) La presencia de impurezas
- c) El Tamaño de partículas
- d) La Presión
- e) La temperatura
- f) La duración del almacenamiento
- g) La posible transición de una forma cristalina a otra
- h) El tratamiento con agentes acondicionadores

## CONTENIDO DE HUMEDAD

Los cambios en el contenido de humedad influyen en la aglomeración de casi todas las sales más que los demás factores. Esos cambios derivan de las variaciones de la humedad atmosférica. Si un cristal de una sal soluble está expuesta al aire que contiene más humedad a la que estaría en equilibrio con una solución no saturada de la sal, absorberá humedad del aire. Para cada sal hay una humedad relativa crítica, por encima de la cual absorberá humedad y por debajo de la cual permanecerá seca.

## PRESENCIA DE IMPUREZAS

La presencia de impurezas, a menudo una capa superficial depositada de las aguas madres, puede aumentar o disminuir la humedad crítica

ca de una sal de modo que sus propiedades aglomerantes sean bastante diferentes de las del material puro.

#### TAMAÑO DE LAS PARTICULAS

Para que la tendencia a la aglomeración por parte de las partículas disminuya es conveniente que los centros de dos partículas adyacentes estén alejados para que se rompa con facilidad la ligadura cuando están unidos por material depositado. Así, un material de partículas grandes se aglomerará menos que otro de partículas pequeñas y la tendencia al apelmazamiento será menor si las partículas son esféricas que si son de forma irregular. Es más importante que el producto sea uniforme cualquiera que sea el tamaño de las partículas de los cristales. Si los cristales son uniformes en forma y tamaño, el porcentaje de espacios será constante para cada tamaño.

#### PRESION

La importancia de la presión es evidente si se tiene en cuenta que muchas sales comerciales se transportan a través del País en ferrocarriles y se almacenan. Esta presión inherente al almacenamiento de un fertilizante aumenta su tendencia a la aglomeración al comprimir las partículas, aumentando así su cohesión y haciendo que sea más estrecho el entrelazamiento de los cristales que pueden haberse depositado de la fase de la solución por disminución de la humedad y de la temperatura.

#### TEMPERATURA

Las fluctuaciones de temperatura por encima y por debajo del punto de transición de una forma de cristal a otra, debilitan los núcleos de algunas sales provocándose un aumento de la tendencia a la aglomeración.

#### DURACION DEL ALMACENAMIENTO

El tiempo de almacenamiento también influye en la tendencia a la aglomeración de los cristales, a mayor tiempo de almacenamiento mayor es la presencia de la aglomeración.

#### TRANSICION DE UNA FORMA CRISTALINA A OTRA

Este tipo de transición depende de la temperatura y de la pre---

sión provocando como ya se dijo anteriormente, que se debiliten los núcleos y se presenta la aglomeración

#### TRATAMIENTO CON AGENTES ACONDICIONADORES

La incorporación de un agente acondicionador es útil para mantener en estado satisfactorio las materias cristalinas.

Los agentes acondicionadores son: Cal, magnesia, caliza, talco, fosfatos naturales, yeso, etc.

Los repelentes del agua, como la vaselina, la parafina, son eficaces en virtud de que forman una capa de cierta impermeabilidad sobre las partículas del producto.

Diversos factores contribuyen al almacenaje del Sulfato de Amonio y otros fertilizantes:

- a) El producto debe tener un tamaño de cristal uniforme y contener - un porcentaje de finos.
- b) El producto debe estar seco conteniendo un 0.2 de humedad libre - máxima.
- c) Ninguna acidez libre debe estar presente sobre la superficie del cristal.
- d) El producto debe ser enfriado con aire seco bajo condiciones controladas.

DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION

## DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION

La producción de Sulfato de Amonio (Sub-producto) se obtiene a partir de la producción de Caprolactama por el proceso de D.S.M. ---- (BUTCH STATE MINES).

Por cada tonelada de caprolactama producida, se obtiene 4.4. toneladas de Sulfato de Amonio.

El Sulfato de Amonio, se produce durante la neutralización de -- las reacciones de Oximación y Rearreglo efectuadas en Sección 7; soluciones concentradas del 41 al 45% en peso de Sulfato de Amonio, son -- obtenidas separadamente durante las reacciones mencionadas.

En la formación de Ciclohexanona-oxima, por reacción de la Ciclohexanona con el Sulfato de Hidroxilamina, se desprende ácido sulfúrico que es neutralizado con Hidróxido de Amonio, obteniéndose una solución de Sulfato de Amonio. Esta solución una vez purificada es enviada a la planta de cristalización de Sulfato y almacenada en el T-901- (solución de Oximación), esta solución además contiene Nitrato de Amonio.

El Sulfato de Oximación se produce en proporción de 2.8 toneladas por tonelada de Caprolactama.

El Sulfato de Rearreglo, se produce en proporción de 1.7 toneladas por tonelada de Caprolactama.

Las soluciones concentradas de Sulfato de Amonio, pueden ser --- cristalizadas en forma separada o mezclada, en función de la alineación que se tenga en la solución de las bombas de alimentación a los efectos de cristalización.

El Sulfato de Oximación que se almacena en el tanque T-901, alimentando al primer y segundo efecto de evaporación y cristalización. La solución de Sulfato del Rearreglo se recibe en el tanque T-902, alimentando al tercer efecto de evaporación.

Ambas soluciones serán tomadas por la parte alta del cristalizador para pasar a través de los calentadores que descargan el líquido sobrecalentado por la parte alta de cada evaporador separándose los vapores líquidos y éste por gravedad bajará al cuerpo de los cristalizadores S-901, S-902, S-903 en donde por efecto de la sobresaturación obtenida por la evaporación se formarán los cristales, que por acción de la gravedad tienden a depositarse en el fondo del cristalizador y de ahí extraerlos en forma de suspensión, para ser enviada a los Hidrociclones M-901, M-902 y M-903 en donde se separan de parte de la solución, para alimentar a las centrífugas Pusher X-901, X-902 y X-903, las cuales separan los cristales de la solución.

La solución separada de las centrífugas así como la separación-- en los ciclones se recibe en los tanques de aguas madres T-901, T-902, T-903, y de ahí por medio de las bombas P-907, P-909 y P-913 a control de nivel de los tanques para enviarse a la succión de las bombas



P-901, P-902, P-903 en donde entra a la recirculación de los evaporadores-cristalizadores S-901, S-902 y S-903.

Los cristales de Sulfato de Amonio separados y lavados en las -- centrifugas X-901, X-902, X-903, se descargan a los transportadores -- B-901 A y B, los cuales alimentan al secador de cristales X-904. El -- producto en el secador pierde la humedad al estar en contacto íntimo -- con una corriente de aire caliente y gases de combustión. El aire se -- alimenta mediante la presión negativa dada por el compresor K-901 y -- el combustible que es gas natural, se alimenta a control de temperatu -- ra al sistema.

El sulfato de amonio seco y caliente se descarga al transporta-- dor B-902 el cual lo alimenta al enfriador X-905. En este, el produc-- to se pone en contacto íntimo con el aire frío de la atmósfera a con-- tracorriente, por efecto del tiro efectuado por la succión del compre -- sor K-901.

La descarga de Sulfato de Amonio frío de X-905 se descarga en la bodega de producto a granel.

De la bodega al producto se saca por medio de un transportador-- instalado en un foso de la bodega, el cual puede ser alimentado por 9 -- tolvas alimentadoras que a su vez son alimentadoras con trascavo, me-- diante un gusano alimentador desmenuzador. El producto lo descarga un -- transportador al elevador B-905, el cual lo alimenta al transportador -- B-916 que descarga en unas cribas. El producto grueso se alimenta al-- desmenuzador, el producto es desmenuzado y por medio del transporta-- dor B-917 se recircula a B-905.

El producto dentro de la especificación de tamaño, se puede en-- viar a carga a granel por medio del transportador B-911. El producto-- se puede enviar también a ensacado o a granel a la vez.

#### LA PLANTA DE CRISTALIZACION CONSISTE EN:

1) Evaporación y formación de cristales. El sistema de evapora-- ción consiste en un triple efecto de recirculación forzada a condicio -- nes de presión y temperatura para evaporar el contenido de agua en la -- solución de Sulfato.

2) Separación de cristales. La separación de cristales de la -- suspensión que posee el sistema de evaporación, se logra a través de -- un sistema formado por un hidrociclón y centrífuga de tipo empuje, lo -- grandando la separación de cristales.

3) Secado y enfriado de cristales. El secado y enfriado de cris-- tales separados se efectuara por medio de corrientes de aire caliente -- y frío para tal fin.

4) Almacenamiento a granel de cristal. El almacenamiento, se rea -- liza a través de una serie de transportadores de sólidos, que dan a --

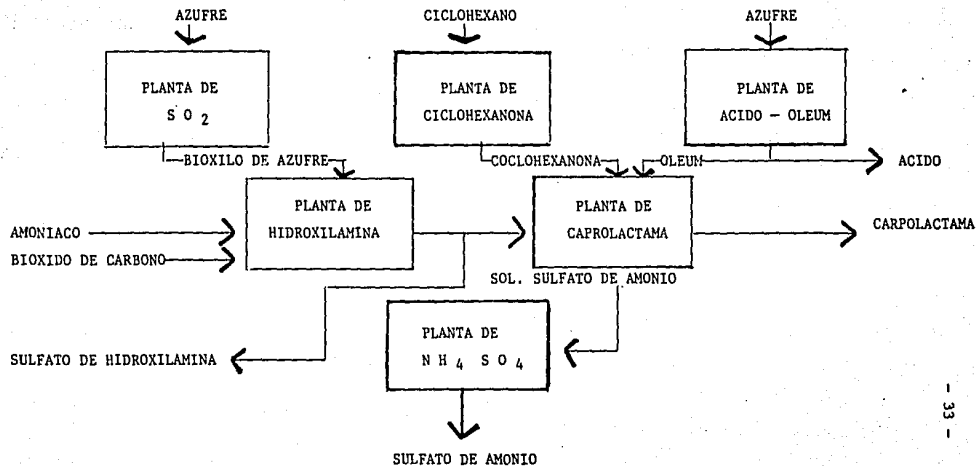
un almacén a granel.

Las operaciones que se efectúan en la planta de Sulfato de amonio ( sec.9) son las siguientes:

- 1.- Almacenamiento de soluciones de Sulfato de Amonio.
- 2.- Evaporación y cristalización para obtener Sulfato de Amonio de las soluciones.
- 3.- Centrifugación y Recirculación de aguasmadres.
- 4.- Obtención de mezcla de cristales de Sulfato de Amonio y Nitrato de Amonio secos.
- 5.- Secado y enfriado de los cristales de Sulfato de Amonio.
- 6.- Envío de la producción de cristales de Sulfato de Amonio.
- 7.- Almacenamiento de cristales secos de Sulfato de Amonio.
- 8.- Manejo de sólidos para enviar el producto al mercado ya sea encostalado o a granel.

DIAGRAMAS DEL PROCESO

DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO



SECCION 9  
SULFATO DE AMONIO

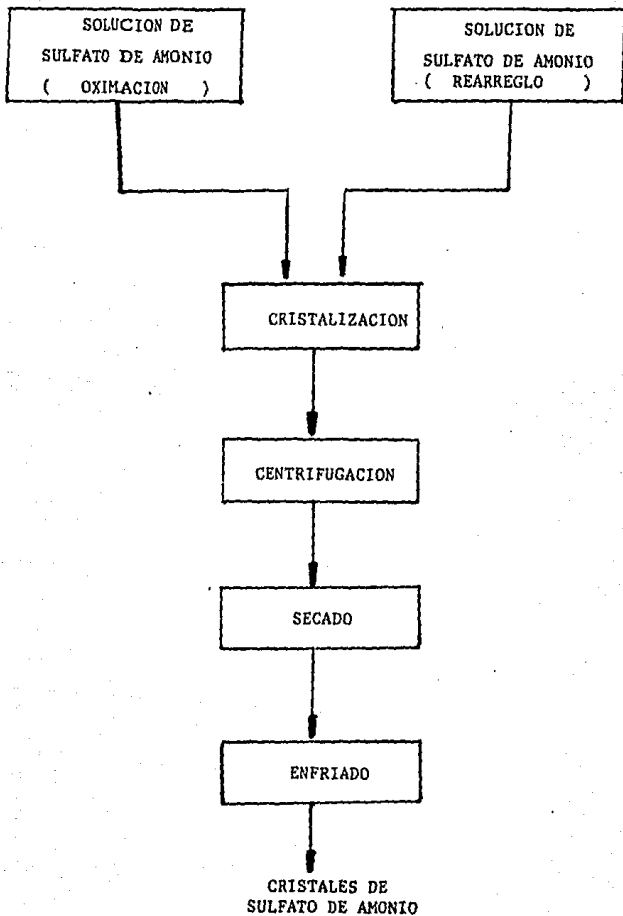
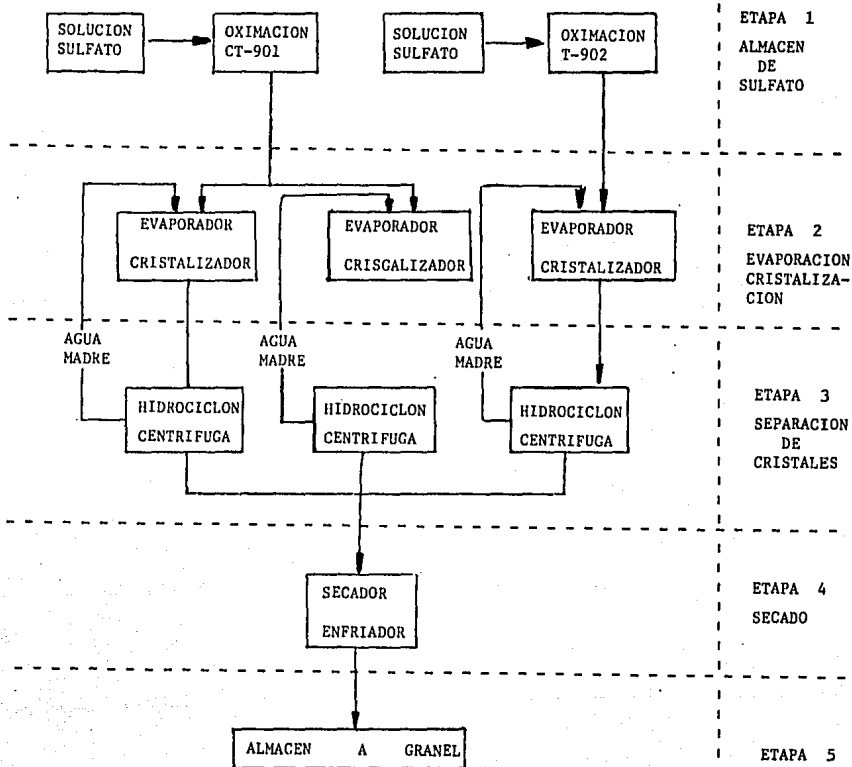


DIAGRAMA DE BLOQUES:

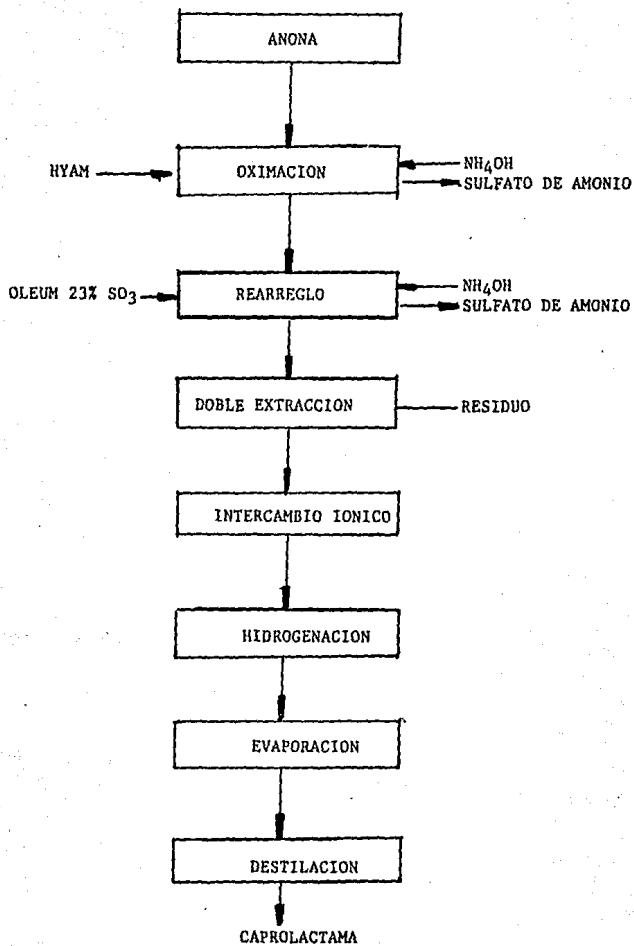
- 35 -

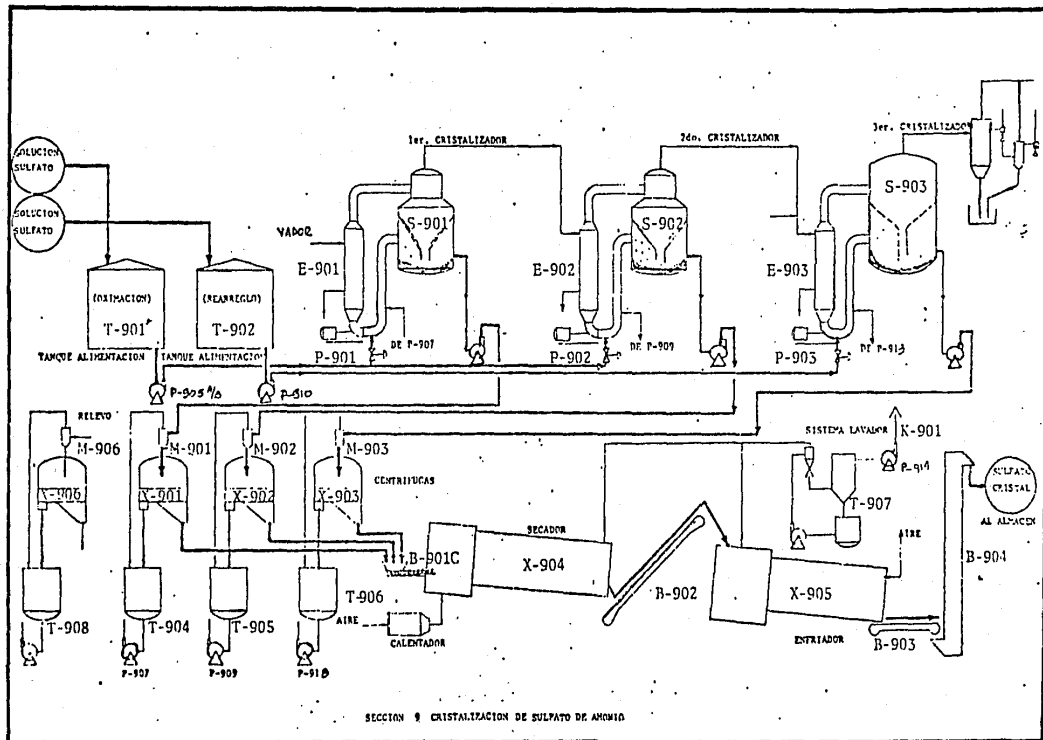
PLANTA DE CRISTALIZADOR DE SULFATO DE AMONIO



SECCION 7  
PLANTA DE CAPROLACTAMA

- 36 -

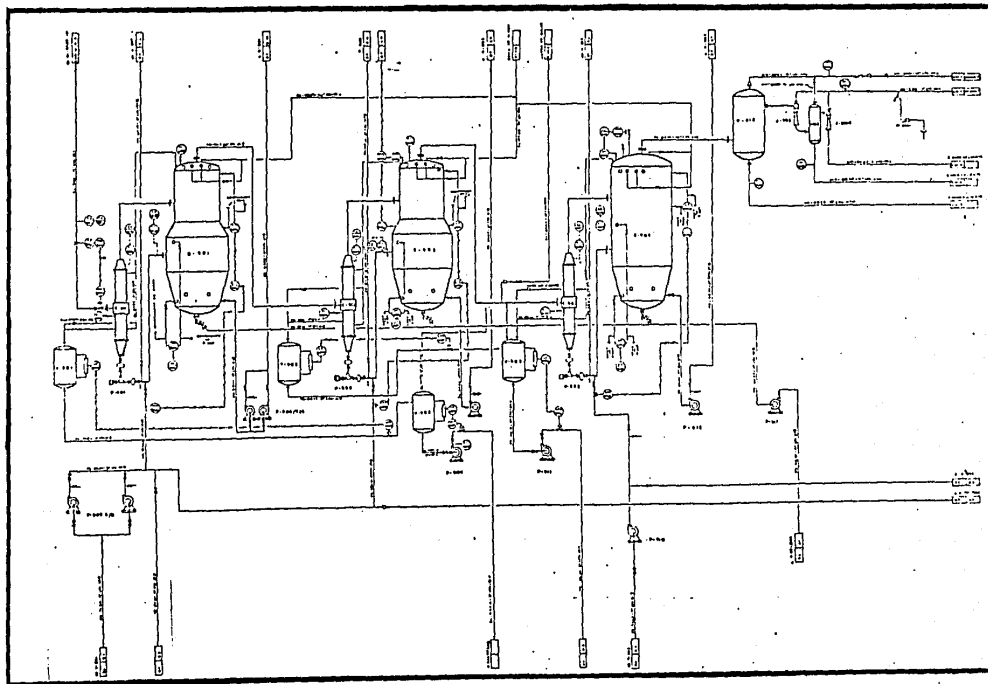




SECCION 9 CRISTALIZACION DE SULFATO DE AMONIO



DIAGRAMA DE FLUJO  
CRISTALIZACION DE SULFATO DE AMONIO



CAPACIDAD DE PRODUCCION DE LA  
PLANTA

### CAPACIDAD DE PRODUCCION DE LA PLANTA

(Base del diseño para la ampliación a la planta Secc.9)

Para poder adecuadamente tomar la base del diseño de la ampliación es necesario establecer previamente la máxima capacidad instalada de la Sección 9 actual, considerando la siguiente información:

- 1) Promedio de los 3 mejores años de producción = 216,568 toneladas por año (incluye recuperación de fosas).
- 2) Considerando como base 3% de Sulfato recuperado vía fosas. Se tiene (valor promedio): Sulfato recuperado vía centrifugas =  $216,568 \times 0.97 = 210,000$  toneladas por año.
- 3) Operabilidad de Planta = 7,900 horas.
- 4) producción por hora operada =  $210,000 / 7,900 = 26.6$  toneladas por hora (vía centrifugas únicamente).
- 5) Se cambia el tercer efecto de evaporación por uno mayor con capacidad para 70,000 toneladas por año de Sulfato de Amonio.
- 6) Capacidad total instalada en planta:  
Triple efecto original = 210,000 toneladas  
Tercer efecto ampliado = 70,000 toneladas  
  
Total = 280,000 toneladas por año

---

- 7) Producción total de Sulfato: 75,000 toneladas por año de Caseína X 4.42 = 331,000 toneladas por año.
- 8) Eficiencia de recuperación Secc. 9 =  $75,000 \times 4.38 = 328,500$  toneladas por año  $328,500 / 331,500 = 97.3\%$ .
- 9) Producción requerida por hora:  $328,500 / 7,900 = 41.6$  toneladas por hora.
- 10) Base de diseño para el incremento de capacidad: capacidad de diseño (11% adicional) =  $48,500 \times 1.1 = \underline{53,350}$  Toneladas por año.

MAQUINARIA Y EQUIPO REQUERIDO

(PRINCIPAL)

## LISTA GENERAL DEL EQUIPO (SECCION 9)

NOMENCLATURA	DESCRIPCION
T-901	Tanque de solución de Sulfato de Oximación
T-902	Tanque de solución de Sulfato de Rearreglo
T-904/5/6/8	Tanque de agua madre
T-907	Tanque de lavado de finos
P-901/2/3	Bombas de recirculación axiales
P-904 A/B	Bombas de condensado limpio
P-905 A/B	Bombas de alimentación de solución de Sulfato
P-906/8/12	Bombas de pulpas (suspensión de cristales)
P-907/9/13/29	Bombas de solución madre a evaporación
P-910	Bombas de alimentación de solución de Sulfato
P-911 A/B	Bombas de condensados sucios
P-914	Bombas de recirculación de finos
P-915	Bomba de lavado de finos
P-916 A/B	Bombas de retorno de agua de enfriamiento
P-917	Bombas de drenado de evaporadores
P-918	Bomba de recirculación a fosas de evaporación
P-926	Bomba de alimentación de solución de fosas de evaporación
E-901/2/3/11	Evaporadores de solución de Sulfato
S-901/2/3	Cristalizadores de solución de Sulfato
S-904	Almacenador de solución de Sulfato
X-901/2/3/6	Centrífugas tipo empuje
X-904	Secador rotatorio de cristal
X-905	Enfiador rotatorio de cristal

NOMENCLATURA	DESCRIPCION
M-901/2/3/6	Hidrociclones
B-901 a/B/25	Gusanos helicoidales
B-901 C	Gusano helicoidal central
B-902/4/26	Bandas transportadoras
K-901	Extractor de aire
F-901	Quemador de gas
V-901/8	Recolector de condensados limpios
V-903	Recolector de condensados sucios
V-912	Pozo de agua caliente
J-904/5	Eyectores de vapor para vicio
J-915	Extractor Venturi.

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO PRINCIPAL

## EVAPORADOR CRISTALIZADOR

Tipo	Vertical
Dimensiones:	
1ra. Sección	12 6 O.D X 10
2da. Sección	12 6 O.D X 12
Condiciones del diseño:	
Presión	30 Psig. y vacío total
Temperatura	Temp. de operación 50 F.

## HIDROCICLONES

Tipo	Ciclón 8 LV-IN <sup>2</sup>
Material de const.	Acero al carbón
Recubrimiento interno	Hycar.

## CENTRIFUGAS ALFA-LAVAL

Tipo	Empuje, Canasta horizontal continúa
Capacidad	10 tons. cortas/hs.
Accesorios	Bombas de recirculación de aceite, - filtros y enfriador de aceite tipo- cambiador de calor.

## BOMBAS AXIALES

Tipo y Tamaño	Bomba de 20 APL, 20" de bomba axial- y succión de tope en descarga.
Gasto	12,000 G.P.M.
T.D.H.	11 pies
N.P.S.H.	24
Velocidad	710 R.P.M.
Motor	75/1800 H.P/R.P.M.

## BOMBAS DE SOLUCION DE ALIMENTACION

Tipo	Centrifuga
Gasto	200 G.P.M.
T.D.H	50 pies
Motor	7.5 H.P

BOMBAS DE PULPA (SUSPENSION DE CRISTALES)

Tipo	Centrifuga
Gasto	130 G.P.M
T.D.H	50 pies
Motor	7.5 H.P

BOMBAS DE LICOR MADRE

Tipo	Centrifuga
Gasto	120 G.P.M
T.D.H	50 pies
Motor	5.0 H.P

BOMBAS DE CONDENSADOS

Tipo	Centrifuga
Gasto	125 G.P.M
T.D.H	125 pies
Motor	15 H.P



## CLASIFICACION DE LOS CRISTALIZADORES

Existen dos métodos que han sido tolerantemente empleados para clasificar el equipo de cristalización:

- 1) Método de Supersaturación Generadora
- 2) Método de Suspensión de Crecimiento de Cristales

### CLASIFICACION POR EL METODO DE SUPERSATURACION GENERADA:

#### 1.1 Evaporación

Por evaporación del disolvente.

#### 1.2 Enfriamiento

Por enfriamiento de una solución a través de un intercambiador de calor indirecto.

#### 1.3 Enfriamiento a vacío

Flasheo de la solución de alimentación adiabáticamente a una temperatura baja e induciendo cristalización por enfriamiento y evaporación del disolvente simultáneamente.

#### 1.4 Reacción

Por reacción química.

#### 1.5 Salting

Por adición de una tercera sustancia a cambiar la relación de solubilidad.

### CLASIFICACION POR EL METODO DE SUSPENSION DE CRECIMIENTO DE CRISTALES:

Esta clasificación es la más satisfactoria y la más empleada actualmente.

TABLA No. 2.1

Tipo de Cristalizador	Nombre del Cristalizador	Criterio Básico para Aplicación	Aplicaciones conocidas
Clasificación por el método de Suspensión-Crecimiento de Cristales			
Magma Circulante o Suspensión Mezclada	Cristalizadores de circulación forzada (evaporativo, Enfriamiento, super enfriada, etc. ), Cristalizados de tiro o extracción (evaporativo, enfriamiento, enfriamiento de contacto directo, etc.), Cristalizadores de tubo de tiro (evaporativo, enfriamiento, superficie enfriada, vacío, etc).	Para la producción de grandes cristales.	SULFATO DE AMONIO, Cloruros de potasio y sodio, borax, fosfato trisódico, nitrato de potasio, ferrocianuro de sodio, ácido sulfámico - tetraborato de sodio.
Licor Circulante o Suspensión Clasificada	Cristalizadores Oslo (Krystal), Evaporativo, Enfriamiento, Superficie enfriada y vacío.	Para la producción de cristales más pequeños y uniformes.	Yeso, sesquicarbonato de sodio, nitrato de plata, nitrato de sodio y amonio, sulfatos inorgánicos, tiosulfatos, cloratos y dicromatos.
Superficie Raspada	Cristalizador Swenson-Walker, Votador, Cristalizador continuo de enfriamiento de superficie raspada Armstrong.	Para componentes orgánicos o donde el incrustamiento es un problema mayor.	P-xileno, ácidos grasos, aceites marinos, clorobenceno, tintas orgánicas tales como urea, naftalina, etc.
Tanques	Cristalizadores Tanques Estático y agitado (superficie enfriada o evaporativo).	Para operaciones Batch o donde los cristales no son los productos mayores.	Acidos grasos, aceites vegetales, azucar, zeolitas dematiz molecular.

### CRISTALIZADORES DE MAGMA CIRCULANTE O SUSPENSION MEZCLADA:

Este tipo de equipo, es el más importante de los que se usan en la actualidad. En la mayoría de los equipos comerciales de este tipo, la uniformidad de la suspensión de los sólidos de producto en el cuerpo del cristalizador es suficiente para que se pueda aplicar la teoría de la Cristalización.

Todos los cristales de crecimiento son circulados a través de la zona del cristalizador donde la supersaturación es generada. En ellos puede estar acompañados por producto mezclado o producto clasificado con o sin destrucción de finos.

Existen infinidad de combinaciones de estos tipos de cristalizadores pero el más común para la producción de Sulfato de Amonio es el Cristalizador de Circulación Forzada (utilizado en la planta sec. 9).

La alimentación entra en la tubería de circulación bajo el producto de descarga a un punto lo suficientemente bajo de la superficie del líquido.

La suspensión del cristal que sale del cuerpo del cristalizador se bombea junto con la alimentación a través de la tubería de circulación y entra a un intercambiador de calor de tubos y coraza, donde es aumentada su temperatura.

Durante la vaporización del solvente y el enfriamiento subsecuente para alcanzar el equilibrio entre el líquido y el vapor, la supersaturación que se crea produce sedimentación de cristales (nucleación y crecimiento del cristal).

El diseño de la bomba, debe ser escogida, para permitir la velocidad más baja posible para minimizar la energía mecánica de entrada al sistema. Si la velocidad de la bomba o del impulsor es también alta, puede causar atrición rigurosa y efectos de nucleación en promedio muy pequeño de tamaño de cristal y excesivos finos en la distribución del tamaño del cristal. En la fig. 2A se muestra este tipo de cristalizador.

El tamaño del material cristalino producido por estos cristalizadores varía con los parámetros operacionales y las características de los materiales que se manejan

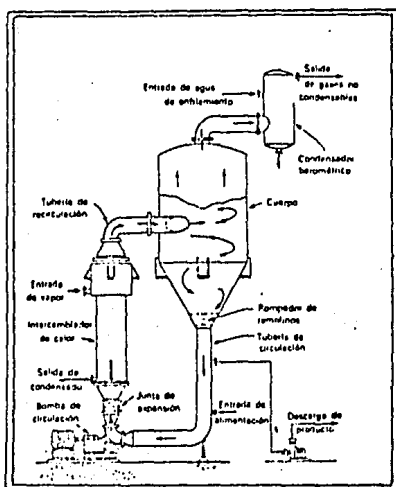
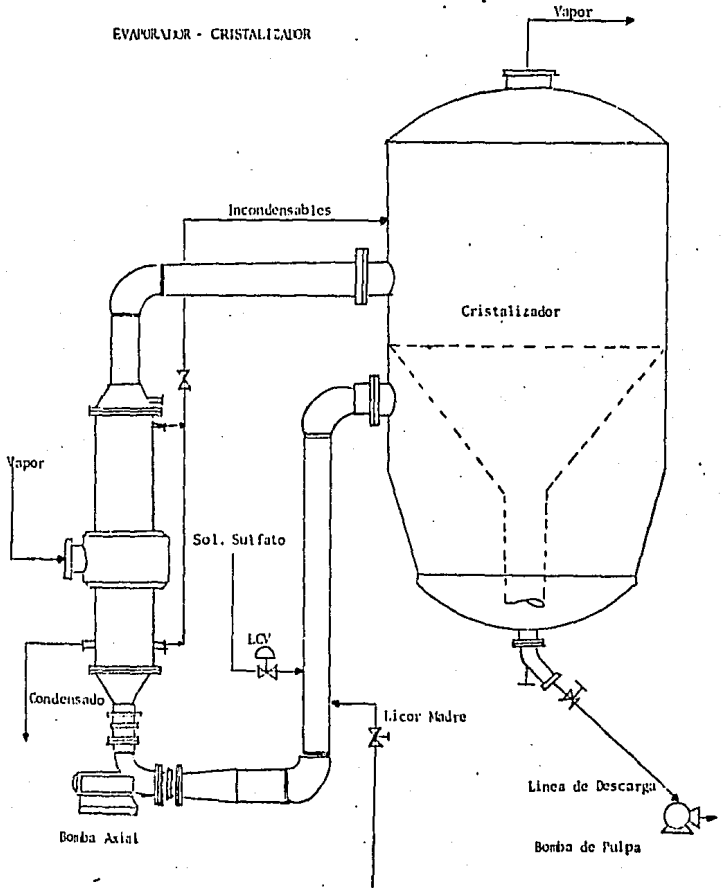


Fig. 2A

CRISTALIZADOR DE CIRCULACION FORZADA

EVAPORADOR - CRISTALIZADOR



## CENTRIFUGAS

## (SEPARACIONES MECANICAS)

Las centrífugas se basan en el principio en el cual un objeto -- que gira con gran velocidad en torno a un punto central, a una distancia radial constante del mismo, está sujeto a la acción de una fuerza.

Si el objeto es un recipiente cilíndrico, su contenido ejerce una fuerza igual y opuesta, la fuerza centrífuga, hacia afuera de las paredes de recipiente. Esta fuerza es la que provoca la sedimentación de las partículas sólidas pesadas a través de una capa de líquido o la filtración de un líquido por un lecho de sólidos porosos sostenidos en un recipiente perforado en rotación.

Estos principios se ilustran en la figura 2a, 2b y 2c. En la figura 2a, un recipiente cilíndrico contiene cierta cantidad de líquido y algunos en particular de mayor densidad que el líquido. Como el recipiente no está en rotación la superficie del líquido es horizontal y, al cabo de cierto tiempo, los sólidos pesados se asientan en el fondo del recipiente.

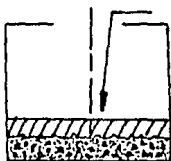


fig. 2a

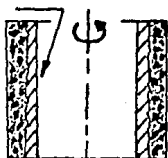


fig. 2b

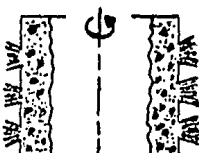
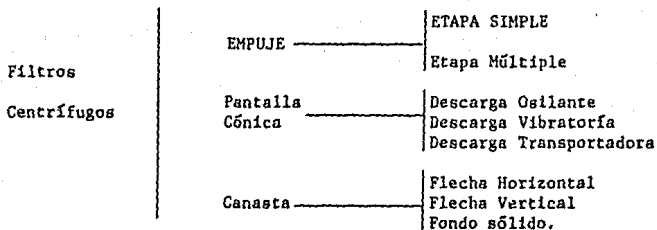
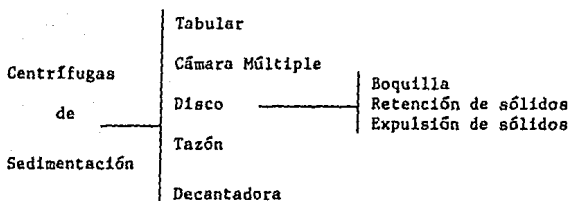


fig. 2c

En la figura 2b, el recipiente gira en torno a su eje central. Entonces hay dos fuerzas que ejercen sobre el líquido y los sólidos, la gravedad, que actúa hacia abajo y la fuerza centrífuga que actúa horizontalmente. Sin embargo, en los equipos centrífugos comerciales, la fuerza centrífuga es tan grande que se puede despreciar la de gravedad, bajo la acción de la fuerza centrífuga, la capa de líquido toma la posición de equilibrio como una superficie interna casi vertical, las partículas sólidas se asientan horizontalmente hacia el exterior y se comprimen con firmeza contra las paredes verticales -- del recipiente.

En la figura 2c, la pared del recipiente está perforada y revestida con un medio de filtración que puede ser una malla fina de alambre. El líquido tiene libertad para fluir hacia el exterior, pero no así los sólidos. Casi todo el líquido se sale con rapidez dejando una torta casi seca de sólidos filtrados.

CLASIFICACION DE LAS CENTRIFUGAS:



- 53 -

Filtros Centrífugos de empuje (utilizados en la planta de Sulfato de Amonio) Etapa Simple.

Estas unidades consisten en un rotor cilíndrico perforado en rotación recubierto con malla de alambre de cuña con las ranuras paralelas al eje de rotación. El cilindro está abierto sin anillo de labio en el extremo de descarga de sólidos y acartelado al otro extremo por medio de un cubo hasta un eje de transmisión hueco, dentro del cesto y de modo que se ajusta estrechamente a la malla cilíndrica, se tiene una placa circular de empuje que va montada sobre su propio eje dentro del eje de transmisión. Gira con la misma velocidad que el rotor cilíndrico y recibe también un movimiento alterno de un pistón concéntrico que se impulsa hidráulicamente. La alimentación penetra en la línea central (fig. 2B) distribuyéndose y acelerándose en el cono de alimentación en rotación. Al retirarse la placa de empuje, queda expuesta una superficie limpia de la máquina para el drenaje en masa de lechada de alimentación que entra. Al avanzar la placa de empuje, el anillo de incremento de la torta que se forma, transmite su presión al anillo de torta contenido ya en cesto provocando una cantidad equivalente de descarga por el rotor en el extremo abierto. Se aplica lavado en la torta en la forma de una aspersión a la que avanza la torta por etapas.

La frecuencia y amplitud de empuje se controlan casi siempre desde el exterior para optimizar el rendimiento, con amplitudes de empuje hasta 0.1 veces el diámetro del cesto y una frecuencia de empuje en ciclos/min hasta 1200/diámetro del cesto en "in".

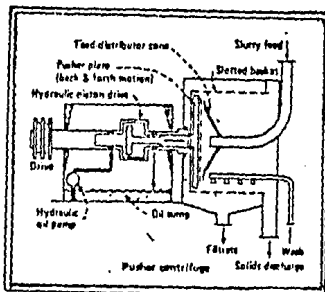


Fig. 2B



## Pusher centrifuges

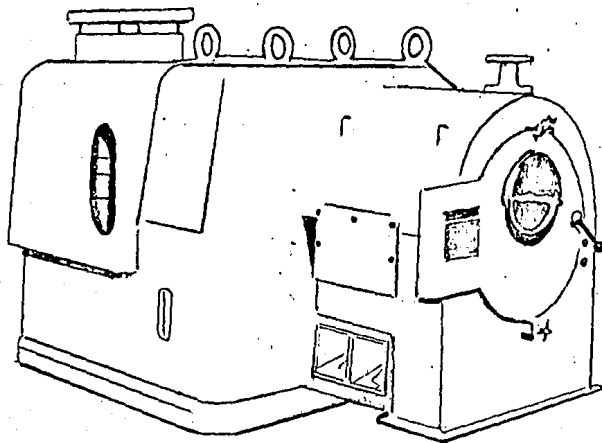


Fig. 2C

### Filtros Centrifugo Alfa - Laval

#### Datos Básicos:

- Tipo de separación: Filtración
- Fuerza Centrifuga: 400 - 1400 G
- Tamaño de las partículas en alimentación: 100 mm - 40 mm aprox.
- Sólidos contenidos en alimentación: 20 - 75%
- Rango de capacidad (sólidos a la salida): 0.8 - 50 tons/hr.

## SELECCION DE CENTRIFUGAS TIPO FILTRO

CARACTERISTICAS DE LA LECHADA	DESCARGA OSCILANTE	DESCARGA VIBRATORIA	DESCARGA TRANSPORTADORA	EMPUJE ETAPA SIMPLE ETAPA MULTIPLE	CANASTA FONDO SOLIDO
TAMAÑO DE PARTICU LA MAXIMA (MICRAS)	10,000	10,000	5,000	5,000	1,000
TAMAÑO DE PARTICU LA MINIMO (MICRAS)	250	500	150	40	10
SOLIDOS EN LA LECHADA ( % )	40 - 80	40 - 80	25 - 75	15 - 75	2 - 10
TIEMPO DE FILTRACION ( S/CM )	0 - 3	0 - 3	1 - 5	1 - 10	20 - 60
CAPACIDADES DE -- PROCESO FLUJO DE-- SOLIDOS (TONS/HS)	5 - 40	5 - 150	1 - 150	0.5 - 50	0.1 - 1.0
CAPACIDAD DE LAVA DO	REGULAR	POBRE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
CONDICION DE LA - TORTA DESCARGADA	SECO GRANULAR	SECO GRANULAR	SECO GRANULAR	SECO GRANULAR	PASTOSO GRANULAR
CLARIDAD DEL LI-- QUIDO	REGULAR	REGULAR	POBRE	BUENO	EXCELENTE

## (SEPARACIONES MECANICAS)

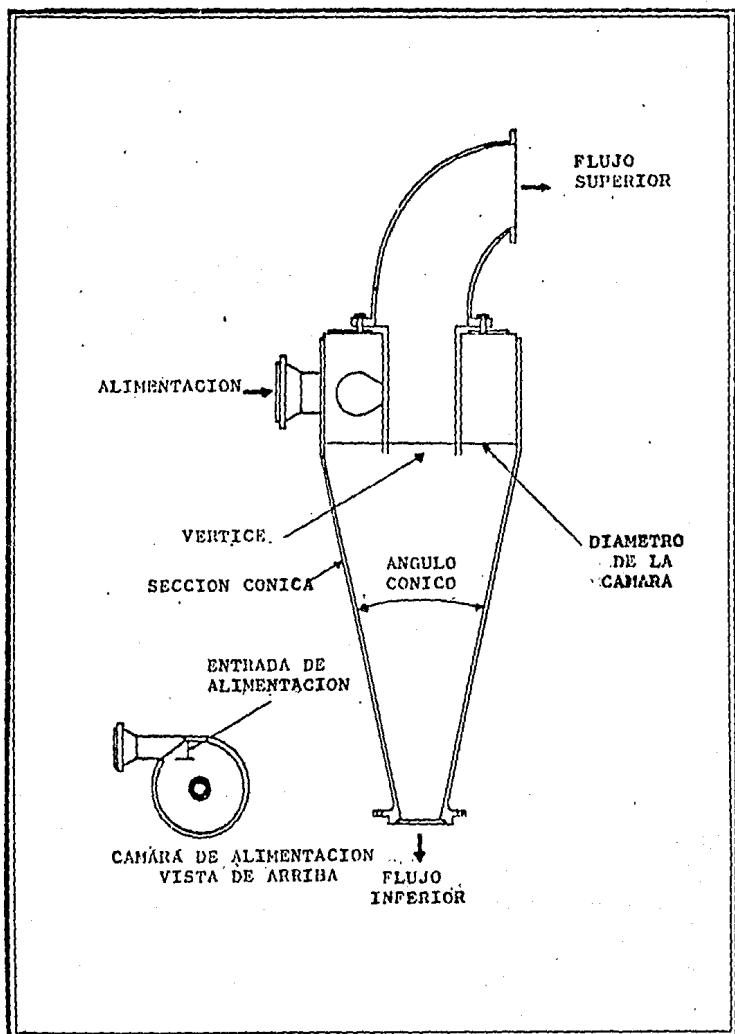
## Hidrociclón

Siempre que se tenga sólidos en una corriente de líquido dentro de una planta de proceso se recurrirá a la aplicación de un hidrociclón. Los hidrociclones protegen contra la abrasión a los equipos de operación de altas velocidades mejorando los asentamientos de los sólidos y reduciendo las cargas a las centrifugas y filtros. En cierto modo, debido a su costo relativamente bajo, son utilizados para clarificación, clasificación, concentración y recuperación de sólidos en todas las clases de proceso.

Generalmente, los hidrociclones separan partículas entre el rango de 0.004 mm a 0.6 mm. En el rango de partículas más pequeño, los hidrociclones compiten con las centrifugas y en rangos más grandes, con los tamizados. Los hidrociclones deben ser los primeros en elegirse debido a que operan continuamente sin partes en movimiento, tienen mantenimiento relativamente bajo y son poco costosos y fácil de instalar siempre que puedan realizar una separación.

Sin embargo, es poco lo que se ha publicado sobre los hidrociclones, debido quizás, a el número de variables que afectan a este tipo de equipos. En un hidrociclón típico, el líquido que contiene sólidos pasa a través de una boquilla tangencial a una cámara circular conectada a un cono cuyos lados forman un ángulo entre 10 a 12° del eje central (ver fig. 7.1). La boquilla le comunica un movimiento centrifugo a el líquido, por lo cual las partículas más densas que el líquido son proyectadas hacia afuera de la circunferencia. El líquido clarificado resultante es removido mediante una inserción a la línea central del hidrociclón y transportado hacia afuera como flujo superior. La lechada concentrada se mueve hacia el ápice del cono saliendo de él como flujo inferior.

Aunque los hidrociclones sean equipos simples en operación y en construcción, involucran formas no-estandarizadas (boquilla tangencial, cono, cámara, etc.) por lo cual el ingeniero buscará un hidrociclón que se adapte a sus necesidades en base a los elaborados por los fabricantes.



## BOMBAS (CENTRIFUGAS)

### Bombas

Las bombas son dispositivos mecánicos cuya función es la de impulsar un fluido de un nivel bajo a otro más alto por medio de la adición de energía cinética que le comunica al fluido para moverse. Dicha energía cinética es producida mediante la acción de una fuerza centrífuga (bombas centrífugas) o mediante un desplazamiento volumétrico (bombas de desplazamiento positivo) convirtiendo parcialmente esta energía en energía de presión, mediante la reducción eficiente de su velocidad.

### Bombas centrífugas

Este tipo de bombas como se muestra en la tabla quedan en la clasificación de bombas dinámicas.

Se usan ampliamente en la planta de Sulfato de Amonio así como en otros procesos industriales de la planta debido a la simplicidad de un diseño, bajo costo inicial, bajo mantenimiento y flexibilidad de aplicación. Es el tipo de bomba que más se emplea en la Industria Química como la de la figura 2E. pues transfieren líquidos de todos los tipos de materias primas, materiales de fabricación y productos acabados, así como también para los servicios generales de abastecimiento de agua, alimentación a quemadores, circulación de condensadores, etc.

Una bomba centrífuga es un dispositivo que consiste en un conjunto de paletas rotatorias (impulsor) encerradas dentro de una cubierta o coraza.

El impulsor recibe al fluido que entra a la bomba y lo transporta hacia arriba por la fuerza centrífuga generada por las paletas del impulsor, la energía del fluido aumenta desde el centro del impulsor hasta los extremos de las aletas impulsoras. Esta energía cinética se convierte en energía de presión cuando el fluido sale de la bomba.

Las bombas utilizadas en la Secc. 9 se clasifican en (de acuerdo a la dirección del flujo):

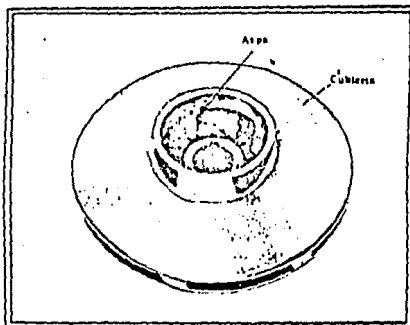
- a) Bombas Centrífugas de Flujo Radial
- b) Bombas Centrífugas de Flujo Axial

### BOMBAS CENTRIFUGAS DE FLUJO RADIAL

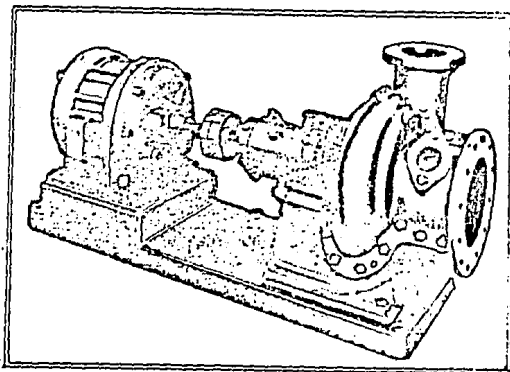
Estas bombas tienen generalmente impulsores angostos de baja velocidad específica que desarrollan cargas altas. El flujo es casi totalmente radial y la presión desarrollada es debida principalmente a la fuerza centrífuga.

El tipo de impulsor es como el que se representa en la fig. 2D, -

impulsor cerrado de succión sencilla y paletas rectas, las superficies de las aletas están generadas por líneas rectas paralelas a los ejes de rotación. No pueden manejar líquidos que contengan materiales fibrosos y sólidos suaves, pues puede presentar el riesgo de taparse debido a lo restringido del espacio para el paso del fluido.



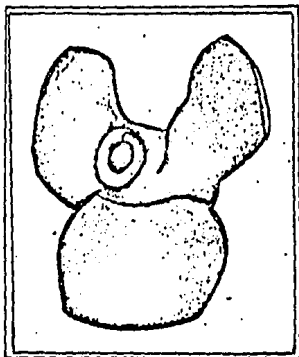
IMPULSOR CERRADO Fig. 2D



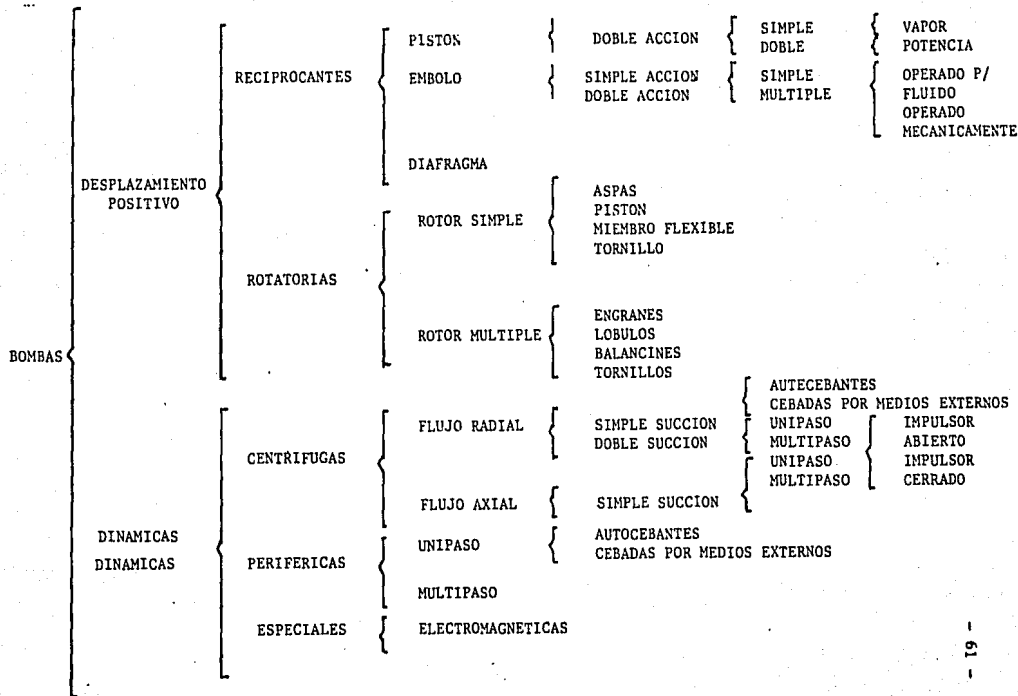
BOMBA CENTRIFUGA Fig. 2E

BOMBAS CENTRIFUGAS DE FLUJO AXIAL

En estas bombas llamadas de propela, el flujo es completamente axial y sus impulsores son de alta velocidad específica. El tipo de impulsor es el que se muestra en la Fig. 2F, es una hélice verdadera o impulsor de flujo axial. Se adaptan bien en el bombeo de líquidos con sólidos abrasivos.



IMPULSOR Fig. 2F





**SELECCION DE EQUIPO PRINCIPAL**  
**(ALTERNATIVAS)**

SELECCION DE LOS SEPARADORES VAPOR-LIQUIDO  
(EVAPORADOR-CRISTALIZADOR)

La selección del tipo de separador más apropiado para un servicio dado se rige por las características del material y el producto.

- 1) La cristalización
  - 2) La formación de sales y escamas
  - 3) La calidad del producto
  - 4) La corrosión
  - 5) La formación de Espuma
- 1) LA CRISTALIZACION

En el caso de un evaporador-cristalizador, la conveniencia de producir cristales de un tamaño uniforme dado limita por lo común la elección a evaporadores que tenga un medio positivo de circulación.

2) LA FORMACION DE SALES Y ESCAMAS

Estas son ocasionadas por el ensuciamiento que se debe a la corrosión, materias sólidas que entran junto con el material de alimentación o depósitos formados por el vapor en condensación.

Se debe evitar la formación de las sales y escamas en las paredes del separador-evaporador mediante un medio de circulación de manera que el líquido este en contacto con el área superficial del sólido cristalizado.

3) LA CALIDAD DEL PRODUCTO

Las consideraciones de calidad de productos puede exigir un bajo tiempo de retención y el funcionamiento a bajas temperaturas, para evitar la degradación térmica. El tiempo bajo de retención elimina algunos tipos de evaporadores y otros se excluyen por sus malas características de transferencia de calor a bajas temperaturas.

La calidad del producto puede exigir también materiales especiales de construcción para evitar la contaminación metálica o un efecto catalítico sobre la descomposición para evitar la contaminación metálica o un efecto catalítico sobre la descomposición del producto.

4) LA CORROSION

La corrosión también puede afectar la selección del evaporador-separador puesto que las ventajas de éstos con coeficiente altos de transferencia de calor resultan más evidentes cuando se recomiendan materiales de construcción costosos.

La corrosión y la erosión suelen ser con frecuencia más importantes en los separadores-evaporadores que en otros tipos de equipos, debido a-

las altas velocidades de líquido y vapor que se emplean, la presencia-- frecuente de sólidos en suspensión y las diferencias necesarias de concentración.

#### 5) LA FORMACION DE ESPUMA

La formación de espuma se debe a las altas velocidades con que se opera en éste tipo de equipo por lo cual es necesario evitarla, también se debe a un incremento grande en la diferencia de temperatura, a un nivel alto en el separador-evaporador y a altos valores de PH (mayores de 7).

## 1) Adquisición de Evaporadores

Existen 4 opciones:

- A) Evaporador atmosférico independiente, ver diagrama 2.1
- B) Evaporador al vacío independiente, ver diagrama 2.2
- C) Evaporador integrado (Equipo semejante al actual).
- D) Tren de doble efecto adicional independiente de la capacidad requerida.

Análisis por sistema de calificación:

10 = Adecuado y excelente

5 = No recomendable, mala decisión.

	A	B	C	D
Capacidad	10	10	10	10
Economía de vapor	5	7	9	9
Costo total	9	8	9	5
Adaptabilidad	8	9	10	6
Flexibilidad Operativa	9	8	10	9
Mantenimiento	7	8	9	7
Equipo adicional requerido	8	8	10	7
Tiempo de arranque	10	8	8	7
Espacio disponible	9	9	9	5
Calidad de cristal	6	9	9	9
Aumento de capacidad futura	7	7	9	10
Partes de repuesto	8	8	9	7
	—	—	—	—
Calificación	96	99	111	91

Como se ve en la evaluación anterior, el sistema más recomendable es la opción C en la que recomienda evaporadores semejantes a los actuales. Al adquirir este nuevo equipo no se requiere la compra de rehervidor, bomba axial, bomba de pulpa, centrífuga, etc., por existir equipo-disponible actualmente con lo cual el costo del equipo será un ahorro-económico muy considerable.

UNIDAD TIPO CRISTAL PARA PRODUCCION DE SULFATO DE AMONIO

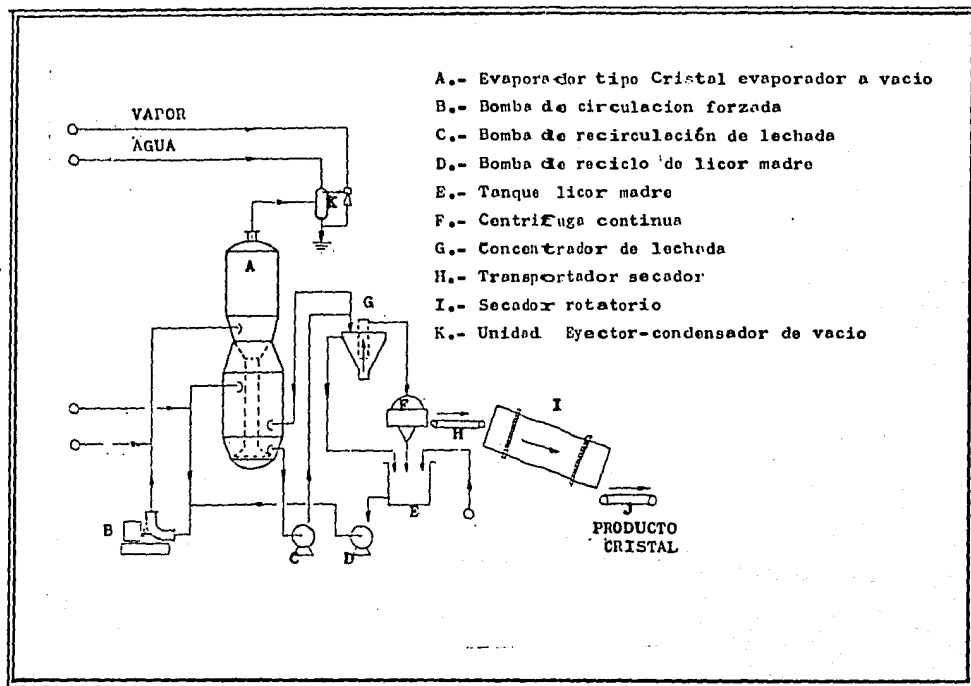


DIAGRAMA 2.1

PROCESO A PRESION ATMOSFERICA PARA LA PRODUCCION DE SULFATO DE AMONIO

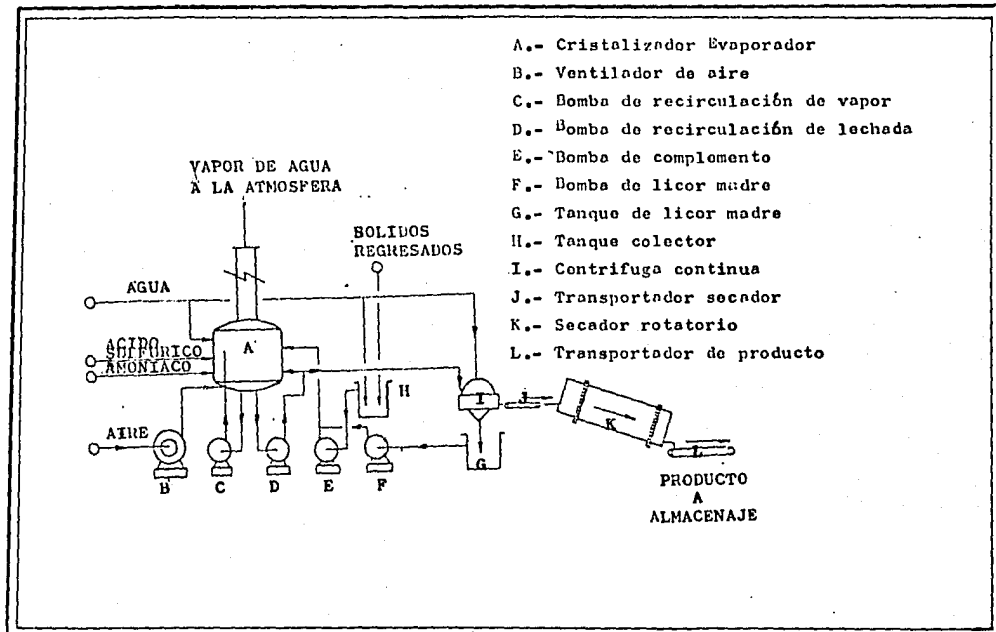


DIAGRAMA 2.2

2) Instalación de otros sistema de concentración de sulfato

Ventajas:

- No requiere paro para interconexión
- No requiere sistema de vacfo o equipo adicional ni centrifuga.
- Puede manejar nitratos y soluciones con cristal

Desventajas:

- Alto consumo de vapor
- Baja recuperación de condensados
- Cristal muy fino por operar a alta temperatura
- Corrosión de equipo
- Contaminación ambiental
- Tiempo reducido de operación.
- Sistema ineficiente

Por sus mismas inconveniencias la alternativa 2) si es aceptable.

3) Modificar equipo actual y el del proyecto de triple efecto para obtener mayor capacidad.

Los cambios que se requieren para este propósito serían del orden de 18% de incremento de capacidad total; en lo que al sistema de triple efecto actual ya no soporta ningún incremento de capacidad por lo que se requeriría de un estudio del diseñador para resolver éste problema. Además se tendrían que realizar modificaciones en el equipo existente.

CONCLUSIONES:

Por lo expuesto anteriormente se recomienda la alternativa C, es decir, la adquisición de otros evaporadores semejantes al S-901/2 con el fin de partir los efectos en 3 trenes de 3 evaporadores cada uno, - se dispone del equipo auxiliar necesario para operar éste sistema, por otra parte, su problemática es conocida por lo que no habrá mayor inconveniencia en su arranque.

## SELECCION DE BOMBAS

Para seleccionar una bomba existen varias características específicas para una aplicación dada:

1) Número de unidades requeridas.- Es el número de bombas que se requerirá para el transporte del fluido de acuerdo al tipo de sistema de proceso a elaborar.

2) Naturaleza del fluido.- Características que presenta el fluido a transportar:

- a) Líquido
- b) Temperatura y presión de vapor
- c) Densidad y viscosidad
- d) Sólidos en suspensión

3) Capacidad requerida.- La capacidad se define como el producto del índice de la velocidad con la que pasa el fluido a través del dispositivo mecánico (bomba) que lo transporta. Se expresa comúnmente en galones/min o metros cúbicos/min.

4) Cabeza de succión, cabeza de descarga y cabeza dinámica total.- Estos representan los cálculos para la instalación de la bomba como:

- a) La altura de la columna del líquido que actúa sobre la succión o descarga de la bomba.
- b) Las pérdidas por cabeza de fricción que desarrollan a través de tuberías y codos.
- c) Energía cinética en cualquier punto del fluido.
- d) Carga estática en la línea de succión de la bomba, etc.

5) Tipo de bomba:

- a) bomba dinámica
- b) Bomba de desplazamiento positivo

6) Posición de la bomba:

- a) Horizontal
- b) Vertical

7) Tipo de Servicio.- El tipo de servicio por medio del cual se va a requerir la operación de la bomba se puede llevar a cabo por medio de-



dos etapas:

- a) Continuo
- b) Discontinuo

8) Potencia Disponible.- El trabajo útil hecho por una bomba es el peso de líquido bombeado en un período de tiempo multiplicado por la carga desarrollada por la bomba y, generalmente se expresa en términos de - caballos de fuerza (H.P.).

**DIMENSION Y LOCALIZACION DE LA PLANTA**

## DIMENSION Y LOCALIZACION DE LA PLANTA

La ubicación de la planta se basó primordialmente en la misma con sideración para decidir su tamaño. Los factores principales fueron la loca lización del mercado de consumo y de fuentes de materias primas.

Además de los factores ya mencionados, también incluyeron la selec ción de la localización: disponibilidad de mano de obra, transporte, e-- nergéticos, comunicación e infraestructura, servicios públicos, clima e incentivos fiscales, entre otros.

Una adecuada localización de planta, con buena infraestructura y -- servicios es vital para la operación de la empresa.

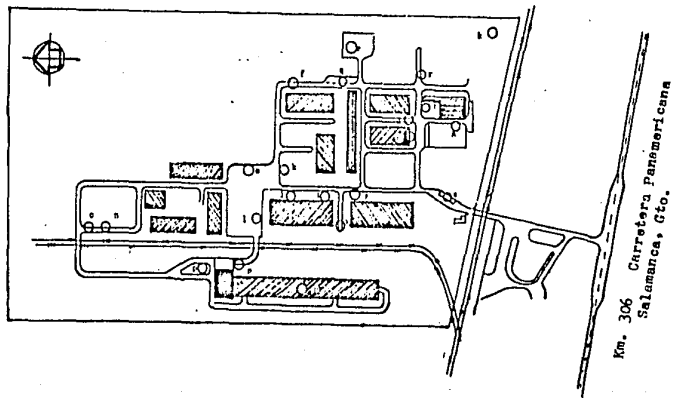
Esta planta se encuentra ubicada en Salamanca, Guanajuato, a las a- fueras de la ciudad.

Cuenta con 80 hectáreas de terreno de los cuales 10 hectáreas son - áreas de producción.

Los terrenos se evaluaron considerando la superficie, topografía y- mecánica del suelo, costo, proximidad a las vías de comunicación y servi- cios, futuros desarrollados en los alrededores, etc.

# L A Y O U T

## PLANTA DE CAPROLACTAMA



- a).- Almacén de Defloculante
- b).- Oficinas de Mantenimiento
- c).- Carga de Caprolactam Escamada
- d).- Carga de Hidroxilamina
- e).- Almacén de Hidrógeno
- f).- Carga de Alcoholes pesados
- g).- Carga de Ciclohexanona
- h).- Descarga de Amoníaco
- i).- Carga de Acido Sulfúrico

- j).- Carga de Caprolactam Líquida
- k).- Descarga de Diesel
- l).- Descarga de Ciclohexano y Benceno
- m).- Estacionamiento para pipas
- n).- Descarga de Sosa y Ciclohexano
- o).- Carga de Alcoholes ligeros
- p).- Carga de Sulfato de Amonio
- q).- Descarga de Nitrógeno
- r).- Descarga de CO<sub>2</sub>
- s).- Biscula.

**CONTROL DE PRODUCCION**

El control de la producción consiste en organizar y dirigir el esfuerzo humano y recursos materiales para lograr los objetivos de la empresa. Además debe existir una planificación que nos permitirá establecer calendarios de fabricación que sirven para el control de actividades productivas.

## Funciones del departamento de control de producción

1) Pronostica	Volumen de venta		
	Volumen de producción		
	Materias primas		
	Nuevo producto		
2) Proyecta	Plan general de operación		
	Plan general de producción		
	Diseño de nuevos productos		
	Proyecto de ventas		
	Volumenes de producción		
	Programas de producción		
		Materias Primas	Cantidad
			Calidad
			Fechas de entrega
	Diseña (corto, largo y medio plazo)		
		Almacenes	Presentación
			Rotación Industrial
			Localización
			Transportación
			Productos terminados
			Embarques

- 3) Programa
- 4) Controla el proceso de producción
- 5) Vigila el flujo de materiales
- 6) Examina el costo de la mano de obra
- 7) Investiga las áreas de problema
- 8) Inicia acciones correctivas
- 9) Registra retrasos, desperdicios, etc.

En este trabajo de tesis y especialmente para esta planta, se considera al departamento de control de producción como una estructura organizada de elementos que permiten garantizar una óptima producción; esta información se obtiene mediante una forma (ver F-2) con cuyos datos se controlan los estándares de producción los cuales son reportados diariamente además de la siguiente información que es proporcionada por los reportes que elabora tanto el departamento técnico como el de producción:

- Existencia
- Pedidos
- Recepción de materia prima
- Reporte del nivel de los tanques
  - a) Solución de Sulfato de Oximación (T-901)
  - b) Solución de Sulfato de Rearreglo (T-902)
  - c) Sulfato a granel
- Reporte de movimientos de materia prima
  - a) Existencia anterior
  - b) Recepción
  - c) Consumo
  - d) Existencia actual.
- Ordenes de trabajo
- Reporte de producción y eficiencia
  - a) Tiempo de producción ( % )
  - b) Tiempo perdido

- c) Consumos Unitarios
- Resultados mensuales de operación
  - a) Capacidad
  - b) Producción
  - c) Tiempo operado
  - d) Tiempos perdidos
  - e) Régimen de operación ( % )
  - f) Producción corregida.
- Reporte de recepción y embarques
  - a) Recepciones
  - b) Embarques (toneladas totales)
  - c) Cantidad total de sulfato a granel y ensacado
  - d) Inventarios.

Lo anteriormente mencionado tendrá como base el siguiente Plan de Operación.

Plan de Operación 1987:  
Programa de Producción

	Sulfato de Amonio	
	Producciones Toneladas.	Horas en Operación.
Enero	19,760	696
Febrero	18,000	624
Marzo	19,760	696
Abril	10,320	384
Mayo	19,760	696
Junio	18,900	672
Julio	19,760	696
Agosto	19,760	696
Septiembre	18,900	672
Octubre	19,760	696
Noviembre	18,900	672
Diciembre	19,760	696
Totales	223,340	7,896



La variación en las horas de producción mensual son debidas a los paros imprevistos para mantenimiento preventivo o correctivo, o a los paros programados, como el anual de la sección 9 que se efectuará en el mes de abril durante 14 días para un mantenimiento general.

La recuperación de Sulfato de Amonio se fija en 4,295 Toneladas sobre tonelada de Caprolactama, distribuidas en 4,060 Kg/Ton. vía centrifugas y 235 Kg/Ton. vía fosas. Se consideran 48 hrs. de tiempo perdido-mensual en esta planta para cubrir hervidos de evaporadores y preventivos a centrifugas ( 30 hrs.), así como otras eventualidades de la operación ( 18 hrs.).

DATOS DE OPERACION.

HOJA 1 DE SECCION 9  
FECHA

SECCION 9 PLANTA DE CRISTALIZACION DE SULFATO.

HORA	S - 901 EVAPORADOR CRISTALIZADOR											S - 902 EVAPORADOR CRISTALIZADOR							S - 903 EVAPORADOR CRISTALIZADOR							
	1er EFECTO											2o EFECTO							3er EFECTO							
	FLUJO	TEMP.	PRESION		TEMPERATURA		NIVEL	DENSIDAD	CRISTALES	AMPERAJE		PRESION	TEMPERATURA		AMPERAJE	NIVEL	CONDUCT.	PRESION	CRISTALES	FLUJO	NIVEL	PRESION	TEMPERATURA		AMPERAJE	CRISTALES
VAPOR A E-901	SULFATO DE E-901	VAPOR A E-901	VAPOR A E-901	DOMO E-901	E-901	S-901	S-901	SOLUCION E-901	CONCENTRACION E-901	P-901	DOMO S-902	E-902	S-902	P-902	S-902	V-902	P-902	CONCENTRACION S-902	SALFATO DE REAFRIEGO A S-903	S-903	DOMO S-903	E-903	S-903	P-903	CONCENTRACION S-903	
UK	13.6	40.0	18.8	1.05	31.0	107	104	50	10.4	33	0.784	448	81	78	14	50	3.0	10.4	33	19.3	0.241	600	49	46	10.4	33

HORA	ALMTO. DE SOL. DE SULFATO				CENTRIFUGAS				CENTRIFUGAS				SECADOR				ENFRIADOR				SIST. DE VACIO.		OBSERVACIONES 1er. TURNO.			
	T-901		T-902		TEMP. DE ACEITE				PRESION DE ACEITE				TEMPERATURA				TEMPERATURA				TEMP.	PRESION		PRESION	CONDUCT.	AMPERAJE
	TEMP.	NIVEL	TEMP.	NIVEL	X-901	X-902	X-903	X-904	X-901	X-902	X-903	X-904	CAMARA DE COMB.	MATERIAL EN LA DESC.	AIRE A LA SALIDA	TEMPERATURA	MATERIAL EN LA DESC.	AIRE A LA SALIDA	TEMPERATURA	DESPUES DE VAPOR A J-904-S	P-911 (CONDEN.)	AGUA DE ENFRTO.		X-904		
UK	100	50	46	50	50	50	50	5.10	8-10	8-10	8-10	175	82	159	48	38	10.7	95.0								

Sulfato

Simbología Forma F-2

FIC-E-901	: Controlador Indicador de Flujo
FS-9C04	: Switch de Flujo
TR-11	: Registrador de Temperatura
PI-SS	: Indicador de Presión
TE-S9	: Termopar
LIC-S901	: Controlador Indicador de Niveles
DR-S-901	: Domo Reactor
FR-9C03	: Registrador de Flujo
LI-S-903	: Indicador de Nivel
TI-9C01	: Indicador de Temperatura
LI-9C01	: Indicador de Nivel
TIC-F901	: Controlador Indicador de Temperatura
TX-X905-A	: Trasmisor Multiple

PLAN DE OPERACION 1987:

MATRIZ DE OPERABILIDADES

SECCION	1 HORAS/AÑO TOTALES	2 HORAS PAROS POSIBLES EN MESES O PERIODOS	3 HRS. PARO PROGRAMADO	4 HRS. OPERACION EN EL AÑO	5 OPERABILIDAD % (4/1) X 100	6 PRODUCC. ANUAL TONS.	7 TONS/HRS. OPERADA 6/4
9	8,760	528	336	7,896	94.79	223,340	28.29

\* Para que los parámetros de producción queden mejor comprendidos se muestra un ejemplo del control de producción de la planta de Sulfato de Amonio durante el mes de Diciembre de 1986.

REPORTE DIARIO DE PRODUCCION Y EFICIENCIAS

	PRODUCCION (TONELADAS)			TIEMPO PERDIDO (HORAS)			REGIMEN DE PRODUCCION %			
	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	PRESUPUESTO
SECCION 9 SULFATO DE AMONIO	615	15,502	217,914	2.6	165.3	966.3	106.4	103.5	103.6	
CONSUMOS UNITARIOS	KGS. SULFATO PROD./TON. DE CAPROLACTAMA						3,778	4,216	4,224	4,240
	EFICIENCIA RECU. SULFATO ( % )						91.4	95.9	96.0	95.28
	KGS. SULFATO CENT./TON. DE CAPROLACTAMA						3,777	4,210	4,084	4,060
	KGS. SULFATO FOSAS/TON. DE CAPROLACTAMA							5	159	180
K.W.H. ENERGIA ELECTRICA/TON. SULFATO						9	26	26	26	
FACTOR DE UTILIZACION DE LA PLANTA				0.9383						

CATALOGO DE RESULTADOS ( SECCION 9 )

	T I E M P O		PRODUCCION CORREGIDA	REGIMEN OPERAC.	TIEMPO PERDIDO POR:				
	OPERADO	PERDIDO			PARO PROGR.	FALLA EQUIPO	PROBL. OPERAC.	FALLA SERVIC.	FALLA M.P.
SEMANA	130.7	37.3	3,344	98.4	6.8	0.8			
MES	613.7	82.3	16,492	99.5	24.7	0.8	1.5		

REPORTE DE MOVIMIENTOS DIA, MES

PRODUCTOS	U.M	EXISTENCIA ANTERIOR	PRODUCCION		EMBARQUES		CONSUMO		EXISTENCIA ACTUAL
			DEL DIA	ACUM. MES	DEL DIA	ACUM. MES	DEL DIA	ACUM. MES	
SULFATO A GRANEL	TON.	4,124.100	301.230-	2,623.960	487,270	5,875.560			3,335.600
SULFATO ENSACADO	TON.		785.000	13,868.00	785.000	13,868.000			3,335.600
SULFATO TOTAL	TON.	4,124.100	483.770	16,491.960	1'272,270	19,743.560			323.006
SOLUCION DE SULFATO	TON.	376.129	573.138	17,340.896			626.26	17,614.5	

CATALOGO DE TANQUES

TANQUE	PRODUCTO	NIVEL MAX.	U. NIVEL	FACTOR CUB.	DENSIDAD	CONCENT.	NIVEL	EXISTENCIA
AS01	SULFATO A GRANEL	9,999.9	TN.	4.00000	4.00000	10.00	3,335.6	3,335.6
T-901	SOLUCION DE SULFATO	853.0	%	3.8268	1.23000	4.34	24.0%	49.026
T-902	SOLUCION DE SULFATO	853.0	%	3.8465	1.23000	4.26	24.0%	48.370

RESULTADOS MENSUALES DE OPERACION							
	EL MES			ALCANCE DEL PLAN		VARIACION	
	EN PLAN	REAL	ANO ANTERIOR	MES	AÑO	MES	AÑO
PRODUCCIONES							
TONELADAS TOTALES	19,080	15,501	21.137.0	81.7	98.8	18.8-	1.2-
TONELADAS/HORA OPERADA	28.4	27.9	30.4	98.2	100.4	1.8	0.4
OPERABILIDAD							
HORAS DE OPERACION	672.9	554.7	695.1	82.5	98.7	17.5-	1.3-
% DE OPERABILIDAD	93.3	77.0	96.5	82.5	98.8	17.5-	1.2-
EMBARQUES							
TONELADAS TOTALES	19,080	15,351	22,632	80.5	100.6	19.5-	0.6

**SERVICIOS AUXILIARES:**



## SERVICIOS AUXILIAIRES

( Sec. 0 )

Esta sección es una de las más importantes de la planta, ya que aquí se generan los servicios (agua tratada, vapor y aire) necesarios y utilizados en la sección 9 y en todas las demás secciones, y al no contar con ellos, es imposible la operación de éstas.

Antes de que cualquier sección de la planta, pueda operar, la sección Cero deberá tener normalizada su operación, con la suficiente generación de vapor de alta presión, agua de pozos y agua tratada y sobre todo la normalización de aire para instrumentos.

Para lograr el suministro de servicios (agua, aire, vapor y E.E) - en la Sección Cero, se cuenta con 5 áreas definidas para procesar y facilitar el suministro de estos servicios:

- Area de pozos para agua de servicios y agua de enfriamiento
- Area de tratamiento de agua (desmineralizada)
- Area de generación de vapor (alta, media y baja presión)
- Area de compresión de aire para instrumentos
- Area de generación de energía eléctrica

### DISTRIBUCION Y ABASTECIMIENTO DE AGUA

Existen varios pozos en el área de la planta para uso industrial, localizados en los extremos del terreno Industrial.

El agua de los pozos deberá pasar bajo un análisis químico antes de entrar al tratamiento químico del agua (PH, conductividad, alcalinidad, sulfatos, cloruros, sólidos totales, etc.)

### TORRES DE ENFRIAMIENTO

Es un sistema, que sirve para disminuir la temperatura del agua -- la cual intercambiará calor con los fluidos calientes en proceso en las diferentes áreas de la planta.

La planta de Sulfato de Amonio (secc. 9) contará con una torre de enfriamiento hasta 20°C con un gasto de 2,400 GPM y con una presión de descarga de 4.2 Kg/cm<sup>2</sup>.

El agua de enfriamiento es un servicio que permite controlar la -- temperatura de fluidos calientes en proceso, por medio de un intercam--

bio de calor en los equipos correspondientes y mantenerlos dentro de rangos de temperatura necesaria para una buena operación.

Estas torres están generalmente construídas con madera, formando estructuras de puentes múltiples y de vez en cuando se emplean estructuras de aluminio, ladrillo, concreto y asbesto-cemento (ver fig. 2G).

Las razones de usar agua como medio refrigerante son:

- Es abundante y económica
- De fácil manejo
- Transporta grandes cantidades de calor por unidad de volumen
- No se dilata ni se comprime
- No se descompone

El agua de las torres de enfriamiento deberá tener un tratamiento químico específico, para transformar el agua natural en agua estable y prevenir los depósitos, evitar la corrosión y formación de microorganismos.

#### TRATAMIENTO DE AGUA

El agua es un compuesto de gran uso industrial y no importa su fuente de suministro, estará contaminada en mayor o menor cantidad, ya sea por sólidos en suspensión, sólidos disueltos, gases u otros contaminantes.

Los sólidos en suspensión (tierra, arena), o coloides (arcilla fina, materia orgánica, etc), deberá ser sometida a un pre-tratamiento para eliminar estas impurezas y prepararla para el proceso de desmineralización y los sólidos disueltos pueden ser removidos por el proceso anteriormente mencionado.

Además del equipo de tratamiento de agua se dispondrá de los medios para producir y almacenar agua de proceso (suavizada) y agua desmineralizada.

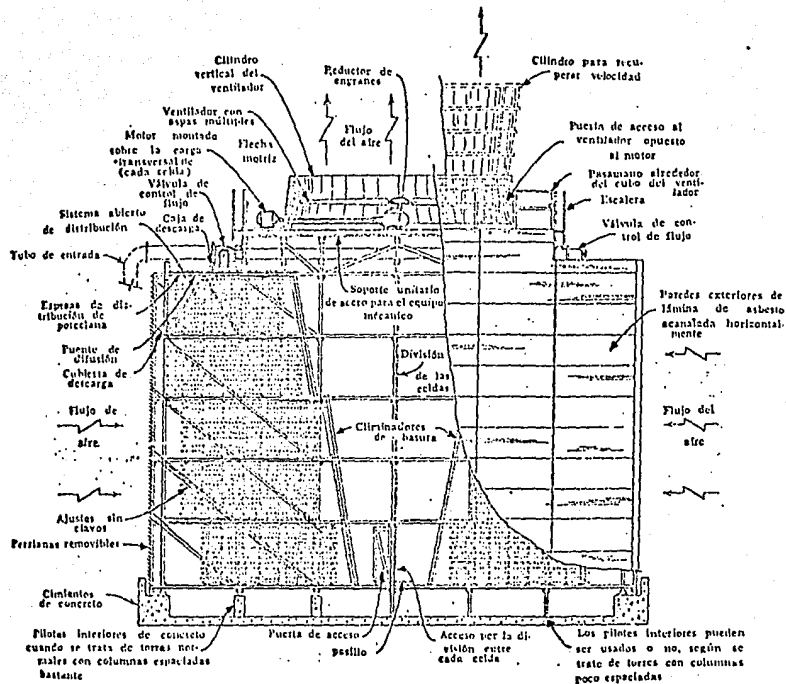


FIG. 26 VISTA EN SECCION TRANSVERSAL DE UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO CON DOBLE FLUJO Y CON TIRO INDUCIDO .

## GENERACION DE VAPOR

Esta se genera por medio de calderas de vapor, que se utilizan para calentar en procesos industriales o generar vapor para fuerza motriz.

Las calderas son diseñadas para transmitir el calor procedente de una fuente (generalmente la combustión de algún combustible), a un flujo contenido dentro de la misma caldera (generalmente agua ó vapor).

La cantidad de producción de calor (cantidad de vapor ó agua caliente generada por hora) depende de los siguientes factores:

- Extensión de la superficie de calentamiento
- Proporción en la que se distribuye la superficie, en áreas de calefacción primarias (calor radiante) y secundarias (calefacción por convección)
- La circulación del vapor ó del agua y la de los gases de combustión.

Las calderas se clasifican basándose en algunas de las características siguientes:

- a) Uso
- b) Presión
- c) Materiales de que están contruídos
- d) Tamaño
- e) Contenido de tubos
- f) Sistema de fogón
- g) Fuente de calor
- h) Clase de combustible
- i) Sistema de recirculación
- j) Posición del hogar
- k) Tipo de hogar

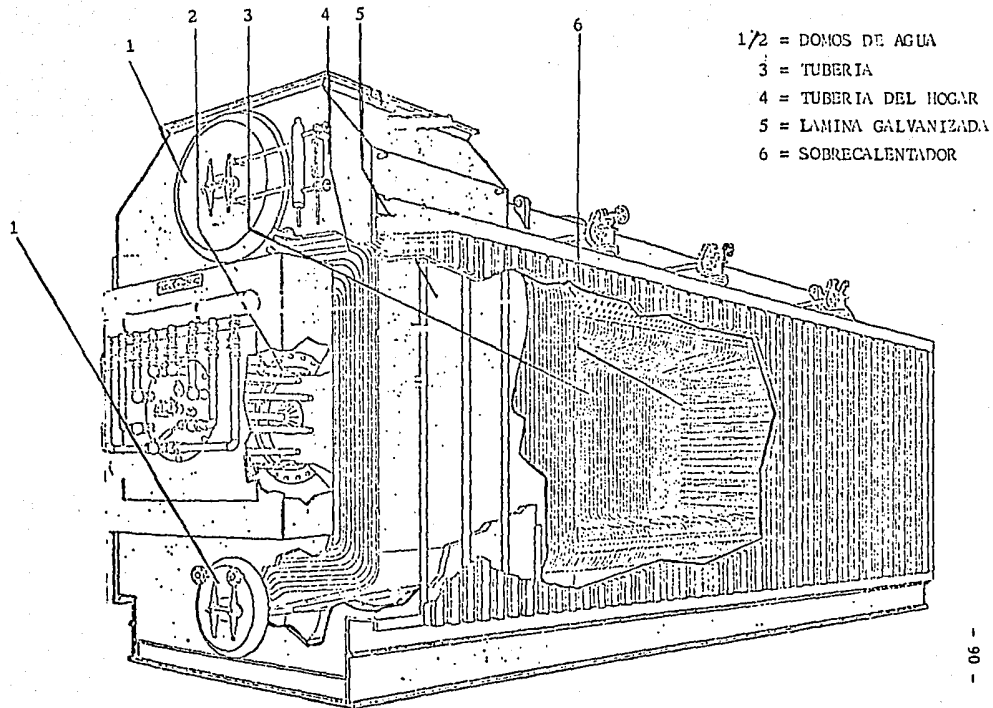


FIG.2H CALDERA X-003

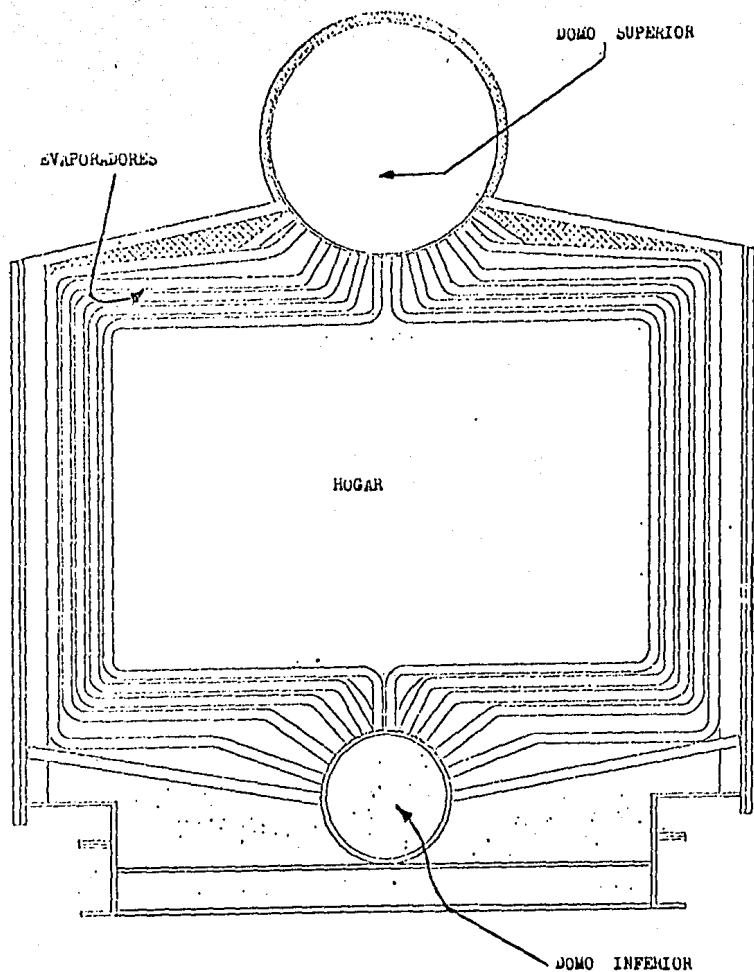


FIG. 2H CALDERA X - 003

La generación de vapor en la Planta se lleva a cabo por medio de seis generadores de vapor ó calderas, dentro de las cuales tres pertenecen al área de servicios auxiliares (sección 0).

Estas cuentan con una capacidad máxima de generación de vapor de 48 (2 calderas) y 54 toneladas/hora. Este es vapor de alta presión sobrecalentado con 31 Kgs/cm<sup>2</sup> y 320°C.

El sistema de suministro de vapor en la Planta cuenta con varias redes que alimentan el vapor para calentamiento, fuerza motriz y proceso.

Las presiones de vapor disponibles son:

- Vapor alta presión            con 31 Kgs/cm<sup>2</sup> y 320°C
- Vapor media presión        " 12    "        " 240°C
- Vapor baja presión         " 5.2   "        " 220°C
- Vapor de calentamiento    " 1.2   "        " 120°C

El vapor de alta presión, es sobrecalentado y se utiliza únicamente para fuerza motriz y el vapor de media y baja presión se utiliza como vapor de proceso y calentamiento.

Este tipo de calderas como se muestra en la fig. 2H, proporcionan una evaporación continua de vapor de alta presión sobrecalentado con tiro forzado que es provocado por compresor (soplador). Generalmente opera con gas natural o una mezcla de gas natural e hidrógeno.

#### AIRE PARA INSTRUMENTOS

El aire alimentado al sistema de aire para instrumentos, es aire limpio a presión (6.92 Kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente) y seco.

El sistema y equipo de aire para instrumentos está diseñado para que con un compresor se tenga el aire de instrumentos necesarios para la operación de la Planta y se tenga otro de relevo.

#### GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

Toda la planta cuenta con dos transformadores en la subestación principal la cual tiene una capacidad 20,000 KVA.

Capacidad del transformador:

115,000 V/4,160 V (voltaje)

10,000 KVA            (Potencia)

La Planta en general se encuentra operando con un consumo de carga -- del 75% de la capacidad total (15,000 KVA).

La Planta de Sulfato de Amonio después de la ampliación estará consumiéndolo un 5% de la capacidad total (1,000 KVA).



SECURIDAD INDUSTRIAL:

En la industria química, los problemas de seguridad que lleva consigo el uso de dichos productos, por razón de su magnitud y complejidad, exigen que se evalúen sistemáticamente todas sus propiedades, a fin de conocer sus riesgos; por ejemplo, su toxicidad y su inflamabilidad. Después de hacerse esta evaluación, podrá diseñarse correctamente una planta de procesos, eliminando o controlando los riesgos, y evitar el desperdicio de productos químicos valiosos y lesiones graves a los trabajadores. En la industria química actual, se pueden manejar grandes cantidades de esos productos sin riesgo, controlarse reacciones que liberan grandes cantidades de energía y mantener los índices abajo de los de otras industrias.

La fabricación segura de productos químicos depende de tres condiciones esenciales:

- a) Conocimiento del producto químico
- b) Conocimiento de la Planta procesadora
- c) Conocimientos del Operador.

#### INSPECCION DE RECONOCIMIENTOS DE LOS RIESGOS

Por lo general en todas las Plantas, hay áreas y exposiciones a riesgos que requieren atención especial por parte del profesional en seguridad. Estas son las situaciones especialmente riesgosas, porque hay una alta frecuencia de accidentes asociada con ellas o por que los accidentes son graves. A continuación se describen los riesgos relacionados con la exposición al peligro y con las medidas que es necesario establecer para corregirlos o eliminarlos. Se incluyen las situaciones especialmente peligrosas relacionadas con gruas y montacargas; riesgos con equipos eléctricos; líquidos inflamables y medidas preventivas; materia les peligrosos y químicos; escaleras; manejo de materiales; equipo para manejo de materiales; equipos mecánicos; andamios; cubículos para pintura con pistola; zanjas; áreas de tránsito y trabajo; soldadura, ruido y temperatura.

#### MATERIALES Y PRODUCTOS QUIMICOS PELIGROSOS

Para el control de los accidentes, el personal de seguridad necesita tener un mayor conocimiento de los materiales peligrosos. Aparte del riesgo que al arder representan para quienes combaten el fuego, la preocupación principal de los empleados es el contacto físico con ellos. Las lesiones personales causadas por materiales peligrosos provienen de la exposición al contacto con la piel, su ingestión o inhalación. El primer resultado del contacto de la piel con materiales corrosivos o peligros es la dermatitis. Las quemaduras por corrosión pro-

ducidas por el contacto con ácidos y galvanoplásticos son otra fuente - de peligro por contacto con la piel

La inhalación de sustancias químicas nocivas en forma de polvo, gases, vaho, vapor o humo es el riesgo más común a que se expone el empleado. Algunos de los materiales típicos que se inhalan son los silicaciones (en chorros de arena), vaho de amoníaco y de pintura con pistola.

## MEDIDAS Y PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DENTRO DE LA PLANTA

Las medidas y procedimientos de seguridad, tienen como objeto el permitir que todas las actividades llevadas a cabo por miembros de la organización en las instalaciones de la planta, sean ejecutadas de manera segura, teniendo establecido procedimientos de operación de equipo, de trabajos de mantenimiento y de manejo de materiales, que satisfacen los requisitos de seguridad, para evitar accidentes al personal y a las instalaciones.

### RESPONSABILIDAD PARA LA SEGURIDAD

- 1.- Instruir y entrenar al personal bajo su cargo, en los procedimientos y prácticas de seguridad establecidos.
- 2.- Verificar que el personal bajo su mando, use el equipo de protección adecuado y que las herramientas de trabajo de dicho personal, estén en todo tiempo en buenas condiciones.
- 3.- Perseguir que las recomendaciones sobre seguridad sean ejecutadas, a fin de corregir condiciones inseguras, actos inseguros, mejorar métodos de trabajo y advertir al personal de operación, sobre los potenciales riesgos de proceso.
- 4.- Apoyar los reglamentos de seguridad.
- 5.- Mantener orden y limpieza en los departamentos y áreas a su cargo.
- 6.- Investigar los accidentes e incidentes que ocurran en su área de responsabilidad, proponiendo paralelamente, medidas correctivas.
- 7.- Sostener reuniones de seguridad de manera regular y programada.

### PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD

- 01.- Entrada y circulación de vehículos dentro del área industrial

Objetivo: Conservar el nivel de seguridad que garantice plenamente las funciones de producción y desarrollo del trabajo en el interior de la Planta, mediante el control de entrada y circulación de vehículos dentro del área industrial.

- Normas:
- Circular con precaución por la ruta trazada
  - Velocidad máxima permitida 25 Km/hr.
  - Protección de las instalaciones mediante:

- a) La instalación de matachispas en el escape.
- b) Estacionarse en el área de maniobra y esperarse a -- que se le indiquen movimientos que deberá hacer para proceder a cargar y/o descargar.
- c) Instalación de cable a tierra al cargar y/o descargar inflamables.
- d) No cargar el motor al cargar o descargar
- e) No abandonar el vehículo cuando se están realizando las descargas.

#### 02.- Entrada y circulación de visitantes a la Planta

**Objetivos:** Proteger a las personas contra accidentes o emergencias mediante la observación de normas básicas que garanticen su seguridad dentro de la Planta. Proteger las instalaciones y equipos de la Planta, así como la operación y personal de la Planta, contra fallas o acciones de personas ajenas, por falta de conocimiento o indicaciones adecuadas.

**Normas:** -Utilizar casco y lentes de seguridad.

-No fumar ni introducir a la Planta cerillos o encendedor.

-No penetrar ni curzar las áreas de proceso, excepto que obtenga autorización para ello.

-No introducir a la Planta cámaras fotográficas, cine o videotape.

#### 03.- Entrada a tanques, recipientes o espacios confinados

**Objetivo:** Proteger al personal contra riesgos inherentes a la realización de trabajos en el interior de tanques ó áreas confinadas.

**Normas:** -Es un procedimiento que se debe hacer cumplir cuando el personal de la Planta entre a espacios confinados, debiendo cubrirse con una autorización por escrito, debidamente firmada y cumplir con las recomendaciones formuladas en el permiso. Se considera como espacio confinado a todo lugar semicerrado o cerrado, con entrada o abertura restringida.

#### 04.- Candadeo y tarjeteo de interruptores eléctricos y fuerza motriz

**Objetivos:** Prevenir de accidentes, al realizar trabajos de inspección, limpieza, mantenimiento, etc., en equipos e instalaciones eléctricas, mecánicas o electromecánicas.

**Normas:** -Antes de iniciar cualquier trabajo en las áreas de Proceso o Servicios que en alguna manera se relacione con equipo eléctrico o mecánico (en movimiento).

- a) Deberá desenergizar el interruptor eléctrico, instalando candado y etiqueta para evitar su operación accidental.
- b) Deberá asegurarse el cierre de válvulas, bloqueos, etc., tales como suministro de aire o vapor, el fluido motriz del equipo, también utilizando candado y tarjeta según sea requerido.

#### 05.- Cordones y Restricción de áreas riesgosas

Objetivo: Proteger al personal contra accidentes que pudieran presentarse en un área con riesgos anormales, ya sea por realización de trabajos especiales o por la existencia temporal de una condición anormal o insegura, por ejemplo efectuar trabajos en alturas, en tuberías o excavaciones en áreas de circulación.

#### 06.- Suministro y remplazo de equipo de Seguridad Personal

Objetivos: Proteger a todo empleado o trabajador, mediante el suministro de equipo de seguridad personal, que le permita cumplir satisfactoriamente los riesgos no eliminables de las operaciones que ejecute.

#### 07.- Uso especial de Equipo e Instalaciones Contra Incendio

Objetivo: Salvaguardar el óptimo estado mecánico del equipo e instalaciones contra incendio.

Normas: Se considera como equipo e instalaciones contra incendio, los hidrantes externos e internos, monitores, rociadores, mangueras y boquillas instaladas, sistema de almacenaje, bombeo y distribución de agua en la red hidráulica, así como extinguidores, equipo de espuma, equipo de bombero, etc. Ver diagrama de equipo contra incendio.

- El sistema de almacenaje, distribución y suministro de agua contra incendio se conservará independiente de cualquier otro sistema, red o tuberías; y sólo deberá utilizarse para este tipo de operaciones.

#### 08.- Inspección de Equipo de Seguridad Contra Incendio

Objetivo: Conservar confiable y en correcto estado mecánico el equipo e instalaciones de seguridad y contra incendio de la Planta, para asegurar su óptimo desempeño en el momento que su utilización sea requerida.

#### 09.- Inspección de Materiales y Equipo Crítico Recibido en la Planta.

Objetivo: Asegurar la integridad física, mediante una inspección sistemática de la calidad de los materiales y equipos críticos utilizados en las instalaciones de proceso de

la Planta.

**Normas:** - La Sección de Ingeniería de Mantenimiento es responsable de establecer e implantar un sistema de inspección, verificación y análisis de materiales de stock (codificados).

#### 10.- Mantenimiento de válvulas de seguridad

**Objetivo:** Evitar riesgo y daños al equipo a presión por falla de sus válvulas de seguridad, así como fugas o paros innecesarios ocasionados por el relevo de válvulas descalibradas.

**Normas:** - La Secc. Eléctrica Instrumentos y de Mantenimiento, -- cuidarán de llevar los registros y archivos de historia de equipo pertinente, optimización de frecuencia de revisiones a cada válvula y las reparaciones o modificaciones requeridas.

## EQUIPO PARA EL ATAQUE DEL FUEGO

Para lograr el ataque del fuego con el objeto de extinguirlo, es necesario recurrir a equipos y técnicas que nos permitan realizar esto de manera rápida y efectiva.

Este equipo se puede clasificar en dos tipos:

- 1) De primer auxilio.....Extintidores
- 2) De auxilio prolongado.....Sistema Hidráulico y Equipos -  
Especiales.

### EXTINGUIDORES

Son de capacidad limitada, pues solamente son efectivos en fuegos-pequeños o en intentos de incendio.

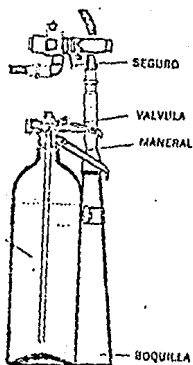
En la planta se cuenta con extinguidores Manuales y Extinguidores-sobre ruedas, para el ataque de fuegos. Estos se encuentran estratégicamente distribuidos alrededor de los lugares de mayor riesgo y de fácil acceso.

Estos extinguidores deben pasar por un estricto control mediante -inspecciones periódicas-mensuales para conocer el estado que guardan y-mantenerlos dentro de condiciones óptimas de funcionamiento.

La Sección 9 cuenta con tres extinguidores de 20 lbs. de polvo químico ABC, tipo cartucho presurizado, fig. 2I.

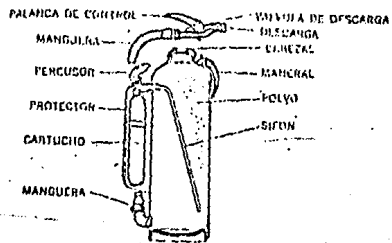
Estos extinguidores se localizan en los diferentes niveles o pisos de las secciones de proceso y en lugares accesibles de los locales. Ver diagrama de distribución de extinguidores.





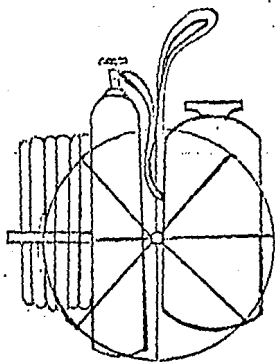
EXTINGUIDOR DE  
BIOXIDO DE CARBONO

Fig. 2I



EXTINGUIDOR DE  
POLVO QUIMICO ABC

Fig. 2J



EXTINGUIDOR DE POLVO  
QUIMICO SOBRE RUEGAS

Fig. 2K

EL SISTEMA HIDRAULICO DE CONTRA INCENDIO DE LA PLANTA CONSTA DE:

- Almacenaje de Agua.- Tanque de concreto T-003 que almacena agua de los pozos en dos compartimento, con capacidad total de 300,000 galones (1'000,000 Lts) que proporciona agua a tres bombas de contra incendio.

Este tanque permite suministrar agua hasta por 100 minutos sin ninguna alimentación operando las dos bombas principales del Sistema de -- Contra Incendio a toda capacidad.

- Hidrantes.- La red de distribución del sistema de contra incendio cubre todas las áreas de la Planta. Teniendo hidrantes externos con doble toma e hidrantes internos con una toma solamente.

- Monitores y Rociadores.- Algunos hidrantes exteriores tienen en una de sus tomas un "monitor" ó "cañon" con boquilla de chorro-niebla a justable y con facilidades para guiar girando 360° y moverse en declive de 180°.

Los hidrantes también se encuentran distribuidos estratégicamente por toda la Planta, como el HE-26 que esta a un lado de la Planta de -- Sulfato de Amonio. Ver diagrama de distribución.

SISTEMA DE ALARMA

División de la Planta

La Planta ha sido dividida en tres áreas:

- Area I Comprende las Secciones 5, 0, 8, Edificio de Laboratorio-incluyendo el cuarto de Control y el Almacen de Hidrógeno.
- Area II Comprende a las Secciones 1-3, 7, 0 (Esfera de Amoniac)-Taller, Almacen de Refacciones.
- Area III Comprende a las Secciones 2, 9, 8 (Almacen de Combustóleo) y Almacen de Sulfato de Amonio.

EL SISTEMA DE ALARMA DE CONTRA INCENDIO CONSTA DE:

- a).- Sirenas
- b).- Lámparas giratorias de luz roja
- c).- Estaciones de interruptores para accionar el sistema
- La sirena de Secc. 9 se encuentra colocada sobre el Hidrociclón-M-902
- Las lámparas se encuentran colocadas de dos en dos, en aquellos-

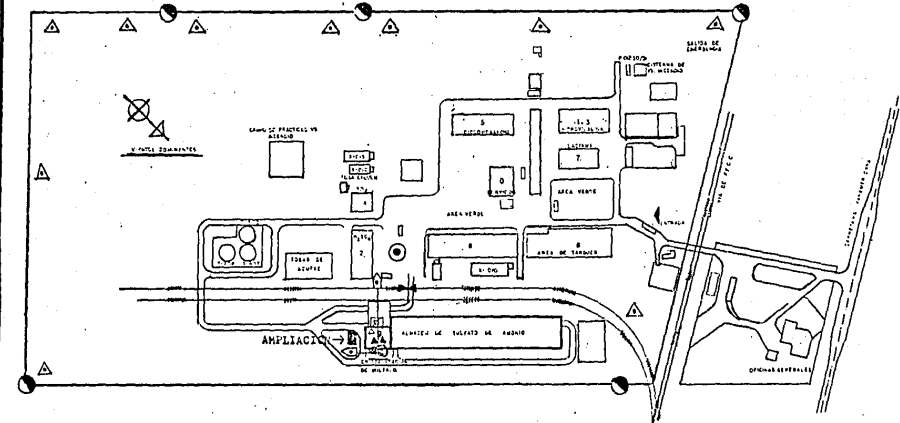
lugares más visibles de cada área de fuego y con el fin de identificarla.

- Las estaciones de Interruptores para accionar el sistema, se encuentran distribuidas en lugares estratégicos de cada área.

Todas las estaciones están identificadas, pintadas de rojo y enmarcadas en cuadros concéntricos de colores rojo y blanco y además complementando con anuncios esquemáticos.



S I M B O L O G I A		
EXTINGUIDORES	ALD COORDINACIONES	SISTEMA DE ALARMA
▲ Extinguidor de yulfo ABC	▲ Hidrante Exterior	○ Punto de Emision
▲ Extinguidor de CO2	▲ Hidrante Interior	■ Estacion Interroy 40r.
	▲ Sef de lotes	◀ Aireas
	▶ Valvulas Secciona. Sec.	
	● Foso	



U. A. G.		
PLANTA DE CAPROLACTAMA	SALAMANCA, GTO.	
EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL		
SECC.: 9	UNIDAD: PLANTA DE SULFATO	
DISUJO: DIAGRAMA	ESCALA: SIN	ACOT. EN: SIN

ORGANIZACION DE LA EMPRESA

CAPITULO III

ORGANIZACION DE LA EMPRESA

CATALOGO DE PUESTOS

AREA.- Directiva

PUESTOS:

Gerente de Planta  
Secretaria del Gerente de Planta  
Auditor Interno  
Secretaria del Auditor Interno

AREA.- Contabilidad

PUESTOS:

Contador General  
Secretaria del Contador General  
Contador de Costos  
Contador Financiero  
Superintendencia de sistema y procedi  
miento de datos  
Analista de Costos  
Analista de Sistemas  
Programador  
Operador de Consola  
Cajero  
Facturista  
Supervisor de Almacen  
Supervisor de Cuentas por pagar  
Supervisor de Nominas  
Procesamiento de Datos  
Programador de cuentas por pagar  
Auxiliar de Cuentas por Pagar  
Auxiliar de Procesamiento de Datos  
Auxiliar de Nominas  
Auxiliar Administrativo de Almacen

AREA.- Relaciones Industriales

PUESTOS:

Gerente de Relaciones Industriales  
Asistente de Relaciones Industriales  
Coordinador de Capacitación y Desarrollo  
Superintendente de Seguridad Industrial  
Auxiliar de Capacitación y Desarrollo  
Inspector de Seguridad Industrial  
Supervisor de Personal  
Auxiliar de Estadísticas  
Vigilante-Enfermero  
Recepcionista  
Médico Industrial

AREA.- Mantenimiento

PUESTOS:

Gerente de Mantenimiento  
Secretaria del Gerente de Mantenimiento  
Superintendente de Mantenimiento

Superintendente de Ingeniería  
Ingeniero de Mantenimiento  
Supervisor de Contro de Corrosión  
Supervisor de Mantenimiento Elect.-Ing  
trumentos  
Supervisor de Trabajos a Contrato  
Supervisor de Turno  
Supervisor Mecánico  
Supervisor de Talleres  
Mantenimiento Preventivo  
Auxiliar de Ingeniería  
Dibujante

AREA: Técnico

PUESTOS:

Gerente Técnico  
Secretaria del Gerente Técnico  
Superintendente de Procesos  
Superintendente de Laboratorio  
Ingeniero de Procesos  
Ingeniero Controlador de Eficiencias -  
de Producción  
Programador Calculista de procesos  
Ingeniero de Control Ambiental  
Químico de Control Analítico  
Químico de Control Estadístico  
Químico de Instrumentación  
Químico de Servicios Generales  
Químico de Analisis Especiales de Tra-  
bajos Varios  
Químico de Analisis Especiales de Con-  
trol Ambiental.

AREA: Proyectos

PUESTOS:

Gerente de Proyectos  
Superintendente de Ingeniería de Pro--  
yectos  
Jefe de Construcción  
Ingeniero de Proyectos  
Supervisor de Construcción  
Coordinador de Proyectos  
Dibujante.

AREA: Producción

PUESTOS:

Gerente de Producción  
Secretaria del Gerente de producción  
Superintendente de Producción  
Supervisor de Producción  
Ingeniero de Turno  
Supervisor Manejo de Materiales  
Operadores.

AREA: Abastecimiento y Distribución

PUESTOS:

Gerente de Abastecimiento y Distribu--  
ción

Secretaría del Gerente

Superintendente de Tráfico

Jefe de Almacén

Compradores

Supervisor de Tráfico

Supervisor de Almacén

Documentador

Recepcionista de Materiales

Oficinistas.







## IDENTIFICACION DEL PUESTO

### Sección 9

Puesto: Gerente  
Departamento: Producción

#### OBJETIVO DEL PUESTO

Lograr administrar eficientemente los recursos humanos y materiales del departamento de producción, contribuyendo con este al desarrollo de la Empresa en general.

#### DESCRIPCION DEL PUESTO

Es responsable directo de la dirección, planeación y coordinación del departamento de producción del personal bajo sus órdenes, así como de todas las instalaciones de la Planta. Es responsable de mantener los niveles de disciplina moral y motivación de todo el personal de su departamento. Supervisa que todas las actividades de producción sean llevadas de acuerdo con las normas y políticas establecidas por la empresa. Es responsable de mantener permanentemente comunicación y relaciones con los demás departamentos de la Unidad Industrial, aprovechando al máximo los servicios que estos departamentos prestan para mejorar en todos los sentidos la operación de la Planta.

Coordina el desarrollo y capacitación de todo el personal de su departamento. Elabora anualmente los objetivos departamentales en apoyo a los fijados por la Gerencia de la Planta

#### PERFIL DEL PUESTO

Estudios mínimos: Carrera profesional de Ingeniero Químico -- Industrial.  
Experiencia: 5 años.  
Edad: 35 años.  
Sexo: Masculino.  
Estado Civil: Casado.

#### CARACTERISTICAS DESEABLES

Comprensión e inteligencia, don de mando, comunicación, manejo de personal, iniciativa, participación, toma de decisiones y gusto por las relaciones humanas.

#### CONOCIMIENTOS ADICIONALES

Manejo de relaciones humanas, administración y relaciones laborales.

## IDENTIFICACION DEL PUESTO

### Sección 9

Puesto: Gerente  
Departamento: Abastecimiento y Distribución  
Sección: Gerencia

### OBJETIVO DEL PUESTO

Lograr el abastecimiento oportuno de materias primas, productos químicos y refacciones, contribuyendo con esto al buen funcionamiento de la Unidad Industrial.

### DESCRIPCION DEL PUESTO

Es el responsable de dirigir, planear, proyectar y coordinar todas las actividades de su área sean llevadas de acuerdo con las normas y políticas establecidas por la Empresa. Es responsable de mantener permanentemente comunicación y relaciones con el resto de los departamentos. Hace las estimaciones de costos. Es responsable de que sean cubiertas eficientemente todas las compras de materiales y servicios que realiza la Unidad Industrial. Colabora con la gerencia de la Planta y con otros departamentos en la elaboración e implantación de lineamientos generales. Promueve y desarrolla el espíritu de equipo y colaboración de su personal inmediato.

### PERFIL DEL PUESTO

Estudios mínimos: Carrera Profesional en la rama de Administración.  
Experiencia: Mínima 5 años en puestos similares.  
Edad: 35 años.  
Sexo: Masculino.  
Estado Civil: Casado.

### CONOCIMIENTOS ADICIONALES

Inglés, comercio exterior (sobre la tarifa del Impuesto General de Importación, procedimientos gubernamentales, movimientos aduanales) y manejo de personal.

## IDENTIFICACION DEL PUESTO

### Sección 9

Puesto: Superintendente de Area

Departamento: Producción

Sección: Cuarto de Control

#### OBJETIVO DEL PUESTO

Lograr administrar eficientemente la Planta

#### DESCRIPCION DEL PUESTO

Administra y controla las Secciones de la Planta. Programa la operación y paros de su área de responsabilidad. Lleva el control de las producciones y consumo de materias primas. Ejerce vigilancia sobre la operación. Vigila la seguridad de su personal. Verifica y analiza los resultados de producción y consumos de materiales. Hace inspecciones a la operación de la Planta. Participa en juntas de la gerencia y elabora su reporte mensual de actividades.

#### PERFIL DEL PUESTO

Estudios mínimos: Carrera Profesional de Ingeniería.

Experiencia: Más de 2 años.

Edad: 30 a 35 años.

Sexo: Masculino.

Estado Civil: Indistinto.

#### CARACTERISTICAS DESEABLES

Comprensión e inteligencia, sociabilidad, extrovertido, adaptabilidad, responsabilidad y habilidad.

#### CONOCIMIENTOS ADICIONALES

Sobre procesos químicos.

## IDENTIFICACION DEL PUESTO

### Sección 9

Puesto: Superintendente  
Departamento: Abastecimiento y Distribución  
Sección: Tráfico - Embargues

### OBJETIVOS DEL PUESTO

Cumplir adecuadamente en las responsabilidades adquiridas y llegar a formar un equipo de trabajo digno de admiración y confianza.

### DESCRIPCION DEL PUESTO

Es el responsable de la ejecución de las funciones de la sección de su departamento. Planea, supervisa, coordina y controla todas las funciones para el logro de los objetivos. Cuida de que su sección cuente con el material y equipo necesario para la ejecución de sus funciones.

Participa con su asesoramiento y recomendaciones en la contratación del personal de su sección y los motiva al mismo tiempo a fin de adquirir una conciencia de seguridad. Elabora el informe mensual de actividades de su sección y los objetivos de las mismas. Participa con su asesoría en las políticas de relaciones humanas para su sección. Supervisa trabajos solicitados e informa a la Gerencia. Revisa la recepción de materias primas y activa las críticas.

Revisa los programas de embargues de Caprolactama, Sulfato de Amonio y activa a los mismos dependiendo de las necesidades de Planta.

Coordina con Fertimex la programación de pedidos como envíos, cantidades y condiciones de Sulfato de Amonio. Tanto embasado como a granel. Mantiene estrecha comunicación con transportistas y personal de terrocarriles.

### PERFIL DEL PUESTO

Estudios mínimos: Preparatoria o equivalente.  
Experiencia: Mínima de 2 años.  
Edad: 30 años.  
Sexo: Masculino.  
Estado Civil: Casado.

## IDENTIFICACION DEL PUESTO

### Sección 9

Puesto: Supervisor  
Departamento: Abastecimiento y Distribución  
Sección: Tráfico.

### OBJETIVO DEL PUESTO

Lograr en forma efectiva desarrollar las funciones asignadas para que sea llevada la supervisión satisfactoriamente.

### DESCRIPCION DEL PUESTO

Supervisa la recepción de materias primas y los embargues de productos y subproductos elaborados en la Planta. Coordina las labores de oficinistas de la Sección, así como la del expeditador documentador. -- Coordinación de programación con clientes, control de pedidos, etc. Revisión diaria de reportes de remisiones y cuentas por gastos de demoras. Lleva el control de vocaciones del personal sindicalizado y de confianza en la Sección. Activa el equipo de ferrocarril y camiones necesarios para embargues. Autoriza el pase al interior de la Planta de vehículos de carga y descarga de productos o materias primas.

### PERFIL DEL PUESTO

Estudios mínimos: . Preparatoria o equivalente.  
Experiencia: Un año.  
Edad: 27 años.  
Sexo: Masculino.

### CARACTERISTICAS DESEABLES

Responsable, creativo, ordenado, con iniciativa, agresividad ante los problemas y gusto por las relaciones humanas.

IDENTIFICACION DEL PUESTO

Sección 9

Puesto: Secretaria  
Departamento: Producción  
Sección: Gerencia

OBJETIVO DEL PUESTO

Lograr la máxima eficiencia en el auxilio y apoyo que da a su jefe, valiéndose de las actividades que tiene encomendadas, para el buen funcionamiento de su departamento y en general de la Unidad Industrial.

DESCRIPCION DEL PUESTO

Lleva a cabo la elaboración de: memorandums, cartas, telex, reportes mensuales, de paro, tablas de operación. Archivo general, formas de cambio, reportes varios, roles de turno, lista de asistencia, ditos, copias xerox. Elaboración de formas para controles y registros de las diversas áreas de la Planta. Reporte diario de producción en el sistema, cuentas de gastos, permisos de viaje. Control de archivo de la comisión mixta de seguridad e higiene de la Planta.

PERFIL DEL PUESTO

Estudios mínimos: Carrera de Secretaria Bilingue  
Experiencia: 1 año.  
Edad: 20 años.  
Sexo: Femenino.  
Estado Civil: Soltera.

CARACTERISTICAS DESEABLES

Comprensión e inteligencia, sociabilidad, cortesía, amabilidad, - responsabilidad, vocabulario adecuado, comunicación y gusto por las relaciones humanas.

CONOCIMIENTOS ADICIONALES

Sobre procesamiento de datos básicos.



## IDENTIFICACION DEL PUESTO

### Sección 9

Puesto: Compradores  
Departamento: Abastecimiento y Distribución.  
Sección: Compras

### OBJETIVO DEL PUESTO

Lograr el abastecimiento oportuno de materias primas y equipo que es necesario para el buen funcionamiento de la Unidad Industrial.

### DESCRIPCION DEL PUESTO

Recibe, revisa y asigna las requisiciones generadas por los diversos departamentos. Compra materiales urgentes, generales y de inventario permanente solicitados en las formas establecidas por los departamentos de la Unidad Industrial. Solicita cotizaciones de materiales a través de: teléfono, telex, cartas, entrevistas, para determinar las mejores condiciones de compra en base a comparaciones de precios y calidad. Clasificar las requisiciones de acuerdo al tipo de material. Hacer cuadros comparativos para colocar el pedido, archivar todos los pedidos, activar pedidos atrasados, hacer reportes de precios cada mes, así como reporte de pedidos vencidos.

### PERFIL DEL PUESTO

Estudios mínimos: Preparatoria o equivalente.  
Experiencia: De un año seis meses.  
Edad: 25 años.  
Sexo: Indistinto.  
estado Civil: Indistinto.

IDENTIFICACION DEL PUESTO

Sección 9

Puesto: Documentador - Expeditador  
Departamento: Abastecimiento y Distribución  
Sección: Tráfico - Recepción

OBJETIVO DEL PUESTO

Lograr en forma efectiva la reexpedición de materias primas y -- subproductos (Sulfato de Amonio).

DESCRIPCION DEL PUESTO

Revisión de documentación. Toma de equipo de patio y laderos externos para checar. Comunicación con embargues y asistentes generales. Elaboración de reportes y estadísticas. Auxiliar del supervisor y del oficinista de turno. Revisión de pedidos de Sulfato. Salida al área de embarques para ponerse de acuerdo con el supervisor de embargues. Comunicación constante con el jefe de estación para movimientos. Mantener comunicación constante con el personal de Fertimex.

PERFIL DEL PUESTO

Estudios mínimos: Carrera Comercial o Equivalente.  
Experiencia: De un año en puestos similares.  
Edad: 24 años.  
Sexo: Masculino.  
Estado Civil: Indistinto.

## IDENTIFICACION DEL PUESTO

- 119 -

### Sección 9

Puesto:            Oficinista  
Departamento: Abastecimiento y Distribución  
Sección:           Tráfico - Recepción

#### OBJETIVO DEL PUESTO

Lograr cubrir las necesidades de tráfico en la recepción y embargues de materias primas inherentes al puesto.

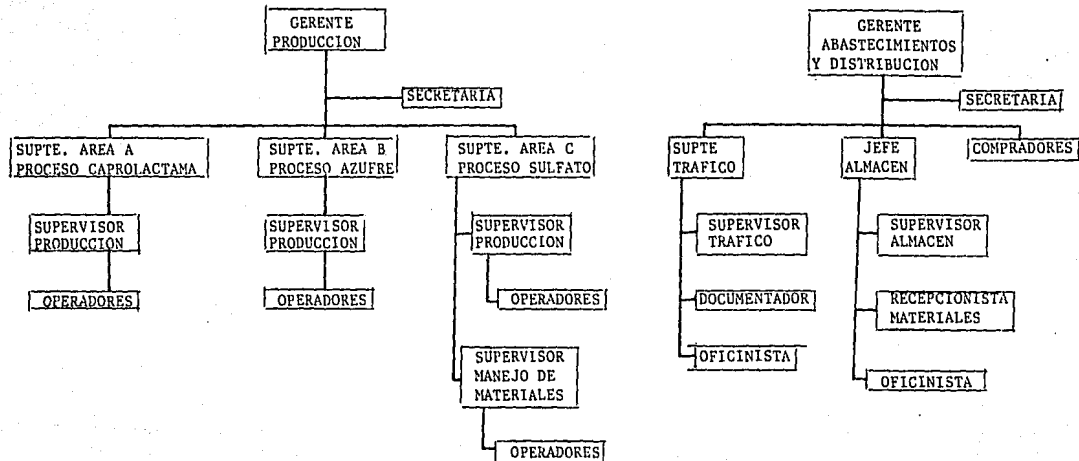
#### DESCRIPCION DEL PUESTO

Mecanografía la correspondencia originada en su Sección. Autoriza la entrada y salida de camiones. Elaboración de reporte diario de remisiones. Verifica el peso real de los productos. Documenta los productos elaborados en la Planta, que habrán de trasladarse por ferrocarril. Recibe documentación de materias primas enviadas a través de ferrocarriles. Obtiene datos y proporciona información de furgones y equipo de ferrocarril. Autoriza y verifica las cuentas de gastos presentados por ferrocarriles de México. Eventualmente se auxilia al Documentador - Expedidor.

#### PERFIL DEL PUESTO

Estudios mínimos: . Carrera comercial.  
Experiencia:           6 meses.  
Edad:                   23 años.  
Sexo:                    Masculino.  
Estado Civil:           Indistinto.

DEPARTAMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA PLANTA DE SULFATO DE AMONIO  
( SECCION 9)



EVALUACION ECONOMICA FINANCIERA

CAPITULO IV

## EVALUACION ECONOMICA FINANCIERA

Este es el punto de convergencia al cual llega todo el análisis teórico.

Aquí se determina la cantidad de recursos financieros necesarios, tanto para la instalación de la ampliación de la Planta, como para su operación.

El aspecto financiero en la formulación del proyecto nos permite analizar el comportamiento de los mismos traducido a unidades económicas así como el analizar su viabilidad.

Este estudio financiero tendrá las siguientes bases de evaluación:

- Financiamiento.- Se estima llevar con recursos propios de la empresa.
- Impuesto sobre la Renta (I.S.R.).- 40.6% sobre Utilidades Fiscales.
- Reparto de Utilidades a los trabajadores (R.U.T.).- 10% sobre Utilidades Fiscales.
- Depreciación Fiscal.- 9% anual de acuerdo a la Ley del I.S.R. en vigor.
- Costos Fijos.- 4% anual sobre la inversión fijada.
- Costos variables (operación).- Energía en forma de vapor, energía eléctrica y personal de operación.

NOTA: Dado que el proyecto es una ampliación de la Planta de Sulfato de Amonio, no se tendrá gastos administrativos y de inventarios.

## INVERSION ESTIMADA

( \$ en miles )

CONCEPTO	FULFATO DE AMONIO
Obra Civil	42,000
Obra de Tuberfa	72,000
Obra Eléctrica	46,000
Obra de Instrumentación	35,000
Equipo y modificaciones	211,000
Acabados	16,000
Control de Calidad	14,000
Misceláneos	14,000
Indirectos	28,200
Total	478,700

## NOTA IMPORTANTE:

El monto total de la inversión se presupuesta en dolares con el fin de compensar las fluctuaciones de cambio de paridad en los próximos años y evitar cualquier distorsión en las cifras de inversión. La estimación de la misma se realizó en Febrero de 1987 con una paridad del dolar de \$1,000 M.N.

PROGRAMA DE EROGACIONES  
(INVERSION ESTIMADA)

PROYECTO: AMPLIACION A 329,000 TONELADAS POR AÑO DE SULFATO DE ANONIO																
CONCEPTO	PRESUPUESTO MONEDA NACIONAL	PRESUP. DOLARES	* 1987						* 1988							
			AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.		
OBRA CIVIL	42'000,000	42,000			12	10				5.0	5.0					
CIMENTACIONES Y PAVIMENTOS																
EDIFICIOS																
ESTRUCTURAS																
OBRA DE TUBERIA	72'000,000	72,000	10.0	10.0			7.0	10.0	25.0	4.0	4.0	2.0				
TUBERIA																
ACCESORIOS																
VALVULAS																
MANO DE OBRA																
OBRA ELECTRICA	46'000,000	46,000					10.0	5.0	15.0		5.0	5.0	6.0			
EQUIPO ELECTRICO																
MATERIAL ELECTRICO																
MANO DE OBRA																
OBRA DE INSTRUMENTACION	35'000,000	35,000		12.0				4.0	4.0	3.0	8.0	4.0				
EQUIPO DE INSTRUMENTACION																
MANO DE OBRA																
EQUIPOS Y MODIFICACIONES	211'000,000	211,000	100				11.0		30.0	30.0	40.0					
EQUIPO DE PROCESO																
INTERIORES DE EQUIPO																
EQUIPO ESPECIAL																
BOMBAS Y MOTORES																
COMPRESORES																
EQUIPO AUXILIAR																
MODIFICACIONES DE QUIPO																
ACABADOS	16'000,000	16,000								5.0	5.0	3.0	3.0	2.5		
PROTECCION ANTICORROSIVA																
AISLAMIENTOS																
CONTROL DE CALIDAD	14'000,000	14,000								3.0	4.0	4.0	3.0			
PRUEBAS HIDOSTATICAS																
PRUEBAS MECANICAS																
ANALISIS DE MATERIALES																
RADIOGRAFIAS																
MISCELANEOS	14'000,000	14,600					1.0		3.0		6.0	2.0	2.0			
ALQUILER DE EQUIPO																
DESCARGA Y MONTAJE DE QUIPO																
SUPERVISION A FABRICANTES																
SERVICIO A CONTRATISTAS																
GASTOS DE NEGOCIACION																
ASESORIA TECNICA																
INDIRECTOS	28'200,000	28,200							5.0	6.0	6.0	6.0	3.0	2.2		
FLETES																
PERMISOS Y TRAMITES LEGALES																
ESCALACION																
IMPREVISTOS																
TOTALES	478'700,000	478,700	110	34.0	10.0	39	29	88	51.0	76.0	23.0	16.2	2.5			

\* EN MILLONES (\$ M.N.)



ANALISIS DE VENTA

Los ingresos por la obtención de este sub-producto (Sulfato de Amonio), se reciben en especie (Amoniac y Azufre) a través de un intercambio con FERTIMEX, S.A.

FERTIMEX nos pagará en base al siguiente analisis:

Peso molecular: Amoniac ( $\text{NH}_3$ ) = 34

Azufre (S) = 32

Sulfato de Amonio ( $\text{NH}_4$ )<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> = 132

Peso por Tonelada de Sulfato:

Amoniac =  $(34/132) 1000 = 257.57$  Kg de  $\text{NH}_3$  --  
sobre tonelada de Sulfato

Azufre =  $(32/132) 1000 = 242.42$  Kg. de S/Ton.-  
de Sulfato

Costo: Amoniac = \$100,000 por tonelada

Azufre = \$118,000 por tonelada

Ingresos sobre tonelada de Sulfato:

Amoniac = \$25,757 por tonelada

Azufre = 24,243 por tonelada

Total: \$50,000 por tonelada

Ingreso anual (en materia prima):

Producción ampliación = Producción actual = -  
329,000 tonelada - 280,000 tonelada =  
49,000 tonelada

Ingreso anual por ampliación:

= ( 50,000 \$/tonelada) (40,000 tonelada) = --

2,450'000,000.00

ANALISIS DEL COSTO DE PRODUCCION

COSTO VARIABLE:

Energía en forma de vapor

- Cantidad.- 4 toneladas por hora
- Costo.- \$5,000 por tonelada (Abril/87)
- Horas de operación al año.- 7,900 horas

Vapor = \$164'320,000.00

Energía Eléctrica

- 3 Motores de 5 H.P. = 15 H.P.
- 3 Motores de 30 H.P. = 90 H.P.
- 2 Motores de 10 H.P. = 20 H.P.

Potencia.....125 H.P.

- 1 H.P. = 0.746 K.W.
- Costo.- \$26.00 por Kw-hr. (Abril/87)
- Horas de operación al año.- 7,900 horas

Energía Eléctrica = \$19'153,550.00

Nota.- El incremento en el costo de la energía en forma de vapor depende directamente de: La energía eléctrica, reactivos, gas y resinas de intercambio.

**Personal de Operación**

No. de personas = 5  
costo por día = \$ 5,000  
costo de operación total = \$ 9'125,000.00

**COSTO FIJO:**

Se considera un cargo del 4% anual sobre la inversión fijada, por concepto de mantenimiento y seguros.

Costo fijo = (478'700,000) (0.04) = \$19'148,000.00

## INCREMENTO DE PRODUCCION DE SULFATO DE AMONIO

## EVALUACION ECONOMICA

CONCEPTO	EN MILES M.N.	DLLS. U.S.
PRODUCCION ACTUAL, TONELADAS	280,000	-
PRODUCCION INCREMENTAL, TONELADAS	49,000	-
PRODUCCION TOTAL, TONELADAS	329,000	-
PRECIO DE VENTA NETO SOBRE TONELADA	50	50
VENTA ADICIONAL DE SULFATO	2'450,000	2'450,000
COSTO VARIABLE	192,598	192,598
COSTO FIJO	19,148	19,148
DEPRECIACION	43,110	43,110
UTILIDADES ANTES I.S.R. + R.U.T.	2'195,144	2'195,114
I.S.R. + R.U.T.	1'229,298	1'229,298
UTILIDAD NETA	965,864	965,864
REQUERIMIENTOS DE EFECTIVO	479,000	479,000

PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION (R.O.I.) EN DOLARES U.S.

FORMULAS: R.O.I. = A/B

A = X/Y

B = Y/Z

Donde: X = Utilidad Neta

Y = Ventas Totales

Z = Activos Totales

A = 965,864 / 2'450,000 = 0.394

B = 2'450,000 / 13'050,000 = 0.187

R.O.I. = 0.394/0.187 = 2.10

R.O.I. = 2.1 años.

## PUNTO DE EQUILIBRIO EN DOLARES U.S.

La cantidad de equilibrio se define como el volumen de producción cuyo ingreso es exactamente igual a los costos totales.

FORMULAS:

$$Q = \frac{F}{P-V} = \frac{V_t}{P}$$

$$C_T = F + Q \cdot V$$

Donde.- P = precio de venta por unidad

Q = Cantidad producida

F = Costos fijos (ampliación)

V = Costos variables por unidad

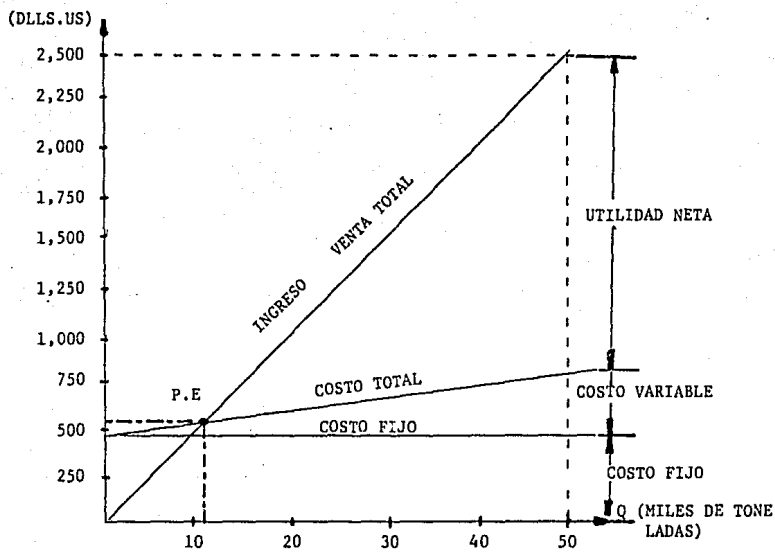
$V_T$  = Venta total

$C_T$  = Costo total

$$Q = \frac{479,000}{50 - 3,931} = \frac{479,000}{46,069} = 10,397.44$$

$$V_T = \frac{F \cdot P}{P-V} = \frac{479,000(50)}{50 - 3,931} = 519,872$$

### PUNTO DE EQUILIBRIO



#### CONCLUSIONES:

La implementación de este proyecto incrementará la recuperación de sulfato de Amonio de 280,000 a 329,000 toneladas por año que representa un 17.50 % de incremento en la producción.

Se logrará un mejor abastecimiento del producto.

Las fallas en el mantenimiento preventivo de los equipos se reducirán en un alto porcentaje.

Disminuirá considerablemente el problema de contaminación que afecta a los efluentes de aguas residuales, que como se mencionó en los antecedentes, la Planta de cristalización de Sulfato de Amonio, no es capaz de manejar la totalidad de la producción de Sulfato obtenido en la Planta de Caprolactama, por lo que se ve en la necesidad de modificar la Planta y así evitar el problema de contaminación.

Como se puede apreciar por lo anteriormente mencionado, la inversión para el proyecto es ampliamente justificable.



BIBLIOGRAFIA

Manuales de Producción y Operación

Planta Univex, S.A.

FONEI

Formulación de Proyectos Industriales

Seguridad Industrial(Administración y Métodos)

D. Keith Denton

Mc. Graw-Hill

México,D.F. 1984

Ingeniería Económica

Antony J. Tarquín

Leland T. Blank

Mc. Graw.-Hill

Finanzas en Administración

Weston-Brigham

Quinta Edición

Interamericana

Administración (Tercera Edición en Español)

Koontz / o' Donnell

Mc Graw-Hill

Operaciones Básicas de la Ingeniería Química

George G. Brown

Editorial Marín, S.A.

Elementos de Ingeniería Química (Operaciones Básicas)

Angen Vian y Paquín Ocon

Editorial Aguilar, S.A.