



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA

“DESARROLLO DE UN ESTUDIO TECNICO-  
ECONOMICO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA  
PLANTA PRODUCTORA DE ANTIESPUMANTE DE  
TIPO NO SILICONADO”

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :  
DAVID ARIEL IZETA URRISTE

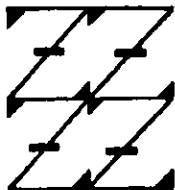
DIRECTOR DE TESIS: INGENIERO QUIMICO JOSE MACIEL CRTIZ

OCTUBRE DEL 2000

284921



UNAM  
FES  
ZARAGOZA



LO HUMANO ES  
DE NUESTRA REFLEXIÓN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis esta 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.



**FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES ZARAGOZA**

**JEFATURA DE LA CARRERA  
DE INGENIERIA QUIMICA**

**OFICIO: FESZ/JCIQ/0033/00**

**ASUNTO: Asignación de Jurado**

**ALUMNO: IZETA URRISTE DAVID ARIEL  
P R E S E N T E.**

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

<b>Presidente:</b>	<b>I.Q. René de la Mora Medina</b>
<b>Vocal:</b>	<b>I.Q. José Maciel Ortíz</b>
<b>Secretario:</b>	<b>I.Q. Raúl Ramón Mora Hernández</b>
<b>Suplente:</b>	<b>I.Q. Antonio Avalos Ramírez</b>
<b>Suplente:</b>	<b>Lic. Irán Lagos Chávez</b>

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

**A t e n t a m e n t e**  
**“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”**  
México, D. F., 31 de Agosto del 2000.

**EL JEFE DE LA CARRERA**

**I.Q. ARTURO MENDEZ GUTIERREZ**

SECRETARIA TÉCNICA

## DEDICATORIA

LA PRESENTE TESIS LA DEDICO CON  
CARIÑO A MIS PADRES GABINO  
IZETA Y MARÍA DE LOURDES, A  
QUIENES LES DEBO TODO. ESTO SOLO  
REPRESENTA UNO DE TANTOS LOGROS  
LOS CUALES ESPERO QUE LOS LLENE DE  
ORGULLO Y SATISFACCIÓN.

GRACIAS PAPA, POR ENSEÑARME A  
SEGUIR TU EJEMPLO COMO SER HUMANO  
Y COMO PERSONA DE BIEN.

GRACIAS MAMA, POR ENSEÑARME A SER  
UNA PERSONA SENCILLA, SINCERA Y CON  
VALORES.

LOS QUIERO .. .. .

A MI ABUELITA BENITA , A QUIEN  
CONSIDERO COMO UNA SEGUNDA MAMA.  
GRACIAS POR ENSEÑARME LAS COSAS  
SENCILLAS Y BONITAS DE LA VIDA PERO  
QUE SON DE TANTO VALOR

A MI NOVIA ANA LILIA , POR  
COMPARTIR CONMIGO TANTAS COSAS  
BELLAS E INOLVIDABLES, ASÍ COMO  
MOMENTOS DE LOGROS Y ADVERSIDADES

TE AMO .. .. .

EN MEMORIA Y CON UNA DEDICACIÓN  
ESPECIAL A :

MI ABUELITO ROMUALDO IZETA,  
QUIEN SE QUE DISFRUTARÍA DE ESTOS  
MOMENTOS TANTO COMO YO.

MI ABUELITO ESPIRIDION URRISTE,  
A QUIEN NO LO CONOCÍ PERO SE QUE SE  
SENTIRÍA ORGULLOSO

MI TÍO RODOLFO URRISTE A QUIEN  
RECUERDO CON CARÍÑO Y RESPETO

A TODA MI FAMILIA POR COMPARTIR  
CON NOSOTROS ESTE LOGRO :

MIS TÍAS JOSEFINA, LIDIA, TERE,  
MARY, PAULINA, JOVITA, SAHARA

MIS TÍOS BETO, JESÚS, GABRIEL

MIS PRIMOS GABRIEL, GUSTAVO,  
OSCAR, CLAUDIA, SERGIO, LILIANA,  
JONATHAN, CHRISTOPHER, SARA  
DIANA, RUBEN, ROSARIO, PATY,  
ADRIANA, MARIO, DAVID, SANDRA,  
CUAHUTEMOC

A TODOS MIS AMIGOS, POR  
COMPARTIR MOMENTOS DE AMISTAD  
Y CAMARADERÍA

Y A TODAS AQUELLAS PERSONAS  
QUE HE CONOCIDO A LO LARGO DE MI  
VIDA Y QUE ME ESTIMAN

GRACIAS  
DAVID IZETA

# INDICE

## INTRODUCCION

### CAPITULO 1 LOS ANTIESPUMANTES EN LA ACTUALIDAD

- 1.1 GENERALIDADES
- 1.2 ANTIESPUMANTES
- 1.3 CAMPO DE LOS ANTIESPUMANTES
- 1.4 COMPONENTES DE UN ANTIESPUMANTE
- 1.5 TEORIA DE ACCION DE UN ANTIESPUMANTE
- 1.6 CLASIFICACION DE LOS ANTIESPUMANTES

### CAPITULO 2 ANTIESPUMANTES DE TIPO NO SILICONADO

- 2.1 DEFINICION DE UN ANTIESPUMANTE NO SILICONADO
- 2.2 FUNCIONAMIENTO DE UN ANTIESPUMANTE NO SILICONADO
- 2.3 REACCION DE ESTERIFICACION
- 2.4 BASES SILICONADOS
- 2.5 USOS DE ANTIESPUMANTES NO SILICONADOS EN LA INDUSTRIA
  - A) SECTOR FARMACEUTICO
  - B) SECTOR DE RECUBRIMIENTOS
  - C) SECTOR ALIMENTICIO
- 2.6 METODOLOGIA DE APLICACIÓN DE LOS ANTIESPUMANTES NO SILICONADOS EN LA INDUSTRIA

### CAPITULO 3 ESTUDIO TECNICO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA PLANTA DE ANTIESPUMANTES NO SILICONADOS

- 3.1 PROPIEDADES DE PROCESO
- 3.2 LIMITES DE PROCESO
- 3.3 BASES DE DISEÑO
  - 3.3.1 FUNCION DE LA PLANTA
  - 3.3.2 TIPOS DE PROCESO
  - 3.3.3 CAPACIDAD
  - 3.3.4 FACTOR DE SERVICIO
  - 3.3.5 FLEXIBILIDAD
  - 3.3.6 ESPECIFICACIONES DE ALIMENTACION
  - 3.3.7 ESPECIFICACION DE PRODUCTOS
  - 3.3.8 CONDICIONES DE ALIMENTACION EN LIMITE DE BATERIA
  - 3.3.9 CONDICIONES DE PRODUCTO EN LIMITE DE BATERIA

- 3.3.10 ELIMINACION DE DESECHOS
- 3.3.11 SERVICIOS AUXILIARES
- 3.3.12 CONDICIONES GENERALES
- 3.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DE PROCESO
- 3.5 BALANCE DE MATERIA
- 3.6 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO
- 3.7 DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
- 3.8 PLOT PLAN
- 3.9 SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO Y ACCESORIOS

## **CAPITULO 4 ESTUDIO ECONOMICO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA PLANTA DE ANTIESPUMANTES NO SILICONADOS**

- 4.1 GENERALIDADES
- 4.2 ESTUDIO DE MERCADO
  - A) DEFINICIONES
  - B) PERFIL DEL PRODUCTO
  - C) IDENTIFICACION DE PRODUCTO
  - D) FACTORES A CONSIDERAR
  - E) BASES DE LA COMPETENCIA
  - F) SITUACION ECONOMICA ACTUAL
- 4.3 ANALISIS FINANCIERO
  - A) MATERIAS PRIMAS REQUERIDAS
  - B) COSTOS DE EQUIPO
  - C) COSTOS DE PRODUCCION
  - D) COSTO TOTAL
- 4.4 ANALISIS DE FACTIBILIDAD
  - A) DEFINICIONES Y CONCEPTOS BASICOS
  - B) LOCALIZACION DEL PROYECTO
  - C) PRESENTACION COMERCIAL DEL PRODUCTO
  - D) ANALISIS DE COSTOS
  - E) DETERMINACION DE COSTOS DE NUESTRO PRODUCTO
  - F) ANALISIS DE SENSIBILIDAD

## **CONCLUSIONES**

## **BIBLIOGRAFIA**



## INTRODUCCION

Uno de los problemas más comunes en la actualidad dentro de la Industria en general, es la formación de "Espuma" durante el desarrollo de los procesos. La forma de combatirla ha ido cambiando con el paso del tiempo, desde emplear aditivos para combatirla o prevenirla hasta implementar técnicas físicas para eliminarla en el proceso mismo.

Con el paso del tiempo se ha descubierto que es más conveniente emplear aditivos que usar métodos físicos (choque electrostático) ya que estos últimos no están disponibles en la mayoría de los casos o bien para su implementación se tendría que modificar el proceso en su totalidad. Dentro de la Industria química los productos llamados Antiespumantes son considerados como "Aditivos" y se les clasifica como "Productos Intermedios".

A lo largo de la presente tesis, se van a cumplir una serie de objetivos encaminados a demostrar las ventajas y características que presenta el utilizar un aditivo para la eliminación de espuma, llamado "Antiespumante". Se va a partir de comprender con toda claridad ¿Que es la Espuma?, ¿Que es un Antiespumante?, ¿Cómo funciona un Antiespumante? así como ¿En qué casos me conviene emplearlo?. Posteriormente se enfocara con todo detalle a establecer las características, ventajas y aplicaciones de un antiespumante en particular denominado como " antiespumante NO Siliconado". Para establecer finalmente un estudio tecnico-economico ubicando al producto escogido, dentro de la actual Industria en México.

# **CAPITULO**

# **1**

# CAPITULO 1 LOS ANTIESPUMANTES EN LA ACTUALIDAD

## 1.1 GENERALIDADES

Cómo ya se mencionó, primeramente se va a tratar de comprender ¿ Qué es la Espuma?. Dentro de las definiciones encontradas en la literatura. El concepto de "espuma" se define como la dispersión de un gas en un liquido, tomando como referencia a un conglomerado de burbujas. Por lo que a su vez una burbuja se define como la dispersión temporal de una cantidad mínima de gas en equilibrio con una fase líquida. En ambos casos se involucran fenómenos de transferencia de masa.

Desde un punto de vista termodinámico, el fenómeno de la formación de una burbuja y la aglomeración de un conjunto de estas para formar la espuma están íntimamente ligadas a la propiedad física de "Tensión Superficial".

Cuando una molécula se halla inmersa en el seno de un liquido, experimenta una serie de fuerzas de atracción a otras moléculas, debido a las fuerzas de Van de Waals que interactúan en el sistema. Los fenómenos de Tensión Superficial e Interfacial pueden ser explicados en función de esta propiedad, ya que las moléculas que se hallan en la superficie del liquido tienen una fuerza resultante hacia el interior de esta, mientras que aquellas que se encuentran en el interior ejercen una fuerza omnidireccional. De esta manera, las moléculas sobre la superficie ejercen una Tensión hacia el centro del liquido, creando el fenómeno de **tensión superficial**. La tensión superficial se define como la fuerza de atracción que experimenta una molécula hacia sus

alrededores, esta fuerza es simétrica y se presenta en todos los puntos de la superficie. Esta atracción afecta a todas las moléculas cercanas atrayéndolas al interior de la misma, y se asemeja un efecto como si todas las moléculas estuvieran rodeadas por una capa invisible.

El término de tensión superficial, es proporcional a la superficie de la molécula, lo que origina una serie de movimientos de contracción que dan por resultado la formación de burbujas. Se piensa que por estabilidad, las burbujas adquieren una forma semiesférica, en la literatura se maneja este concepto, por lo que también haremos esta consideración.

En el caso de un líquido, la tensión superficial se expresa en unidades de dina / cm , y representa la fuerza que actúa perpendicularmente a cualquier punto cercano a la superficie del líquido. Considerando una interfase de dos líquidos, se presenta un equilibrio de fuerzas intermoleculares, ambos valores de las tensiones superficiales corresponden a los líquidos puros.

Al presentarse una variación en la temperatura, se presenta una variación en la tensión superficial, dicho cambio está definido por el punto en que ambos líquidos alcanzan el equilibrio con la fase gaseosa.

Se entiende por burbujas, (1) aquellas regiones en las cuales un gas se encuentra atrapado por una película delgada de líquido. Al interior de la burbuja se le conoce con el nombre de "cavidad". Una cavidad se encuentra en equilibrio cuando la tendencia a disminuir la superficie en el interior está equilibrada por la presión interna. La estabilidad de una burbuja está dada por la expresión:

(ECUACION 1.0)

$$4\pi r^2 P_{int} = 4\pi r^2 P_{ext} + 8\pi r \gamma$$

La expresión anterior demuestra que las propiedades termodinámicas de la burbuja están en función de la variación de la presión en el interior ( $P_{int.}$ ) y en el exterior ( $P_{ext}$ ), el factor  $4\pi r^2$  que corresponde al área presente en la burbuja, la cual se considera como esférica y un término que se desarrollará más adelante conocido como tensión superficial ( $\gamma$ ). Se ha mencionado anteriormente, que si la forma de la burbuja es de tipo semiesférica, la variación de la presión se produce en forma sustancial en todos los puntos de la curvatura de la burbuja. Algunos investigadores establecen modelos que tratan de explicar el equilibrio en el seno de las fases, como lo muestra la siguiente expresión que representa la relación entre las presiones existentes en las cavidades ( $P_{cav.}$ ) o zonas donde se encuentra el gas y la zona donde se encuentra el líquido ( $P_{sen\ liq.}$ ), se consideran también propiedades del gas como son presión, temperatura, etc. de los gases, volumen del gas así como tensión superficial del líquido:

(ECUACION 2.0)

$$P_{cav.} = P_{sen\ liq.} + \frac{2\gamma}{r}$$

Las expresiones anteriores se han desarrollado considerando (2) un equilibrio en las fases gas-líquido, así como que el gas es una especie química que cumple con la Ley de los Gases. De acuerdo a estas definiciones al conjunto de cavidades se le puede conocer con el nombre "Espuma", la cual está constituida por un sin fin de conglomerados de cavidades. La Espuma presenta un comportamiento hidrofóbico, es decir que es inmisible con el agua.

Como existe una gran cantidad de superficie que constantemente está cambiando en un conglomerado de burbujas, se establece que este tipo de

sistema es termodinámicamente inestable, pero en ocasiones alcanza un estado de metaestabilidad, ya que el número de burbujas que se forman y las que se rompen son similares.

Existen varios factores que se consideran en un conglomerado de burbujas, como es la capa de líquido que se encuentra entre burbujas, esta delicada capa recibe el nombre de "LAMELLA", e impide que exista penetración entre una burbuja y otra. La población de un conglomerado suele ser polidispersa, por lo que la forma de las burbujas varía de acuerdo a la concentración. Las de tipo esférico como ya se ha mencionado son las más estables, ya que contienen una concentración menor de gas, esta forma sirve como modelo base para el desarrollo de ecuaciones que tratan de explicar las características del sistema. Otro factor importante es el tamaño, ya que las burbujas esféricas son muy pequeñas en comparación de las poliformes.

Las burbujas al ir formando un conglomerado van presentando una serie de cambios energéticos en la superficie, ya que se va modificando la Energía presente en cada burbuja, estos cambios se manifiestan en función de la Energía Libre de Gibbs (3).

(ECUACION 3.0)

$$\Delta G = \gamma \Delta A$$

En la expresión anterior se muestra que todo cambio energético en una burbuja es función de la tensión superficial presente por unidad de superficie, en esta expresión no se han considerado los efectos de presión y temperatura existentes en el sistema, pero es básico para entender este fenómeno.

En casos donde se presenta una Espuma persistente existe una metaestabilidad, la cual depende de una serie de factores para alcanzar este estado:

- Elasticidad de Gibbs
- Viscosidad de Superficie
- Leyes de repulsión eléctrica
- Difusión del gas

La elasticidad de Gibbs-Margoni, (4) se refiere a los cambios de Tensión Superficial causados por el líquido atrapado entre las burbujas formadas, generándose una concentración variante de líquido lo que da por consecuencia un incremento en la Tensión Superficial del líquido, es por esto que la capa de líquido entre burbuja y burbuja es muy pequeña. Durante la generación de espuma, la superficie de las burbujas se tienden a expandir rápidamente lo que limita y define las características de la LAMELLA. El mecanismo de restauración del sistema conocido como "TRANSPORTE SUPERFICIAL", consiste en el efecto que se presenta en las zonas más estrechas de la interfase por acción de las fuerzas de atracción entre burbuja y burbuja, lo que va originando el rompimiento de la capa líquida y el incremento de gas en la cavidad. Por lo que la elasticidad de Gibbs-Margoni es el nombre que recibe el efecto en el cual el gas se acumula en la parte inferior de la burbuja y provoca una tensión superficial más baja comparada con la parte superior de la misma. Esto conlleva a que por diferencia de tensiones superficiales el líquido sea "jalado" hacia arriba.

La estabilidad de la espuma también se ve afectada por la viscosidad del líquido, mientras mayor sea esta mayor será también la estabilidad debido a que se disminuye la coalescencia del líquido.

Capas muy delgadas de película líquida se estabilizan debido a las fuerzas de repulsión eléctrica entre las capas de surfactantes iónicos que se encuentran a cada lado de la lamella.

El adelgazamiento de la lamella es debido tanto a la fuerza de gravedad como al drenado ocasionado por la succión en los bordes de Plateau. Este último fenómeno ocurre debido a que al adelgazarse la lamella y escurrir por la pared vertical de la burbuja se crea un vacío (por la velocidad) que fuerza al líquido a descender más rápidamente. En algunos casos también influye la evaporación del líquido en el adelgazamiento de la lamella.

Las burbujas pequeñas son más estables que las grandes debido a que, en proporción, hay una cantidad mayor de líquido para drenar debido a la fuerza de la gravedad.

La elasticidad de Gibbs-Margoni se asocia a la generación de espuma en un periodo de tiempo, ya que intervienen la cantidad de gas que pasa de una superficie a otra y el tiempo que tarda en romperse la burbuja que se está formando.

Los efectos de la repulsión eléctrica se presentan en las partículas de menor tamaño, la cual presenta una mayor atracción a otras partículas para alcanzar una estabilidad.



(ECUACION 4.0)

$$\Delta P = 2\gamma(1/r - 1/R)$$

La expresión anterior muestra que las partículas de menor tamaño presentan una presión interna mas grande, lo que tiende a estabilizar la burbuja. Ya que cuando la presión interna es mínima se iguala fácilmente con la exterior lo que da por resultado que se rompa con facilidad

En recientes publicaciones y artículos (5) se ha tratado de unificar las definiciones que se manejan a nivel industria sobre "espuma", tal como se muestra a continuación:

- La espuma es la dispersión de un gas en un líquido o en un sólido.
  
- La clasificación comúnmente reportada en la literatura es:
  - Burbuja esférica.- pequeñas burbujas de gas, temporalmente disueltas en el líquido. En productos con alta viscosidad pueden llegar a ser un problema
  - Espuma poliédrica.- son burbujas esféricas que al reacomodarse debido a su cantidad y la presencia de un tensoactivo toman forma hexagonal; pueden ser inestable (menor a 30 seg. de vida) o metaestable (mas de 30 seg.).
  
- Para que se forme espuma es necesario que un gas se mezcle con un líquido. Esto se puede lograr mediante la generación química de un gas en el líquido o por introducción mecánica del primero en el segundo.

El hecho de que un gas disminuya la tensión superficial y por consiguiente se forme espuma no explica el hecho de que esta sea estable y perdure. Los aspectos que afectan en mayor proporción a la estabilidad de la espuma son la tensión superficial, el gradiente de tensión superficial, el área de la burbuja, la compresión del gas en la burbuja y el ancho de la lamella (capa de líquido entre las burbujas).

## 1.2 ANTIESPUMANTES

En los últimos 40 años el uso de antiespumantes formulados químicamente ha crecido en importancia. En lugar de retirar la espuma indeseada de la superficie de los productos, los antiespumantes han venido a formar parte indispensable en muchas industrias.

Las industrias que se han visto más beneficiadas en eficiencia y economía, con el uso de antiespumantes son las de: papel, pintura, látex, recubrimientos, fertilizantes, textil, fermentación, adhesivos, metal-mecánica y muchas otras de procesos químicos variados.

Los antiespumantes son utilizados a lo largo del proceso de elaboración o bien para aumentar la calidad del producto terminado. En el primer caso se encuentran las operaciones de filtrado, lavado, drenado de suspensiones, mezclado, destilación, polimerización, evaporación y también aumentan la capacidad de operación de ciertos equipos así como la eficiencia en lubricación. Algunos productos terminados mejoran su calidad con el uso de antiespumantes son las pinturas, los adhesivos, las tintas, los recubrimientos, el papel, entre otros.

Al producto químico definido "antiespumante", se le atribuye la capacidad de evitar la formación de espuma inhibiendo su mecanismo de formación. En la industria existen términos como "Antiespumante" y "Desespumante" los cuales se emplean a la vez, el primer termino se refiere al producto químico que previene la formación de espuma, mientras que el segundo la rompe instantáneamente. En la actualidad los productos definidos como "Antiespumante" cumplen con ambas propiedades.

Técnicamente un Antiespumante es aquel material que en adición de un líquido espumoso en una concentración definida controla la cantidad de espuma formada. De hecho el principio fundamental se basa en el control de la espuma a partir de la superficie del líquido. Con el paso de los años los antiespumantes han llegado a ser necesarios en los procesos de muchas industrias. Algunos de estas industrias han llegado a basar su economía en estos químicos, como es el caso de la Industria de la pulpa de papel, pinturas, textiles, procesos de Fermentación, manufactura de recubrimientos, adhesivos, industria metal – mecánica, manufactura de polímeros, industria azucarera, entre otras. Uno de los enfoques de los antiespumantes en la actualidad además del control de espuma es la de incrementar la calidad del producto terminado que se desea.

El uso de los antiespumantes en cualquier proceso, implica el tener operaciones unitarias adicionales tales como filtración de lodos o sedimentos, lavado o drenado de suspensiones. Estas operaciones NO representan una inversión adicional en la mayoría de los casos, si se considera el costo de otras formas alternas de control de espuma tales como centrifugado y/o electrólisis por carga, las cuales son demasiado costosas, o NO están disponibles en el país, o NO son compatibles con el proceso o están todavía en fase de desarrollo. La ventaja de los antiespumantes en este aspecto es que alguno de los equipos empleados en las operaciones unitarias antes mencionadas se encuentran en el proceso original.

En el caso de las pinturas, recubrimientos o adhesivos, los antiespumantes además de controlar la espuma deben de ayudar a proveer cierta calidad del producto terminado. En estas industrias en particular, se emplean formulaciones especiales de antiespumantes propias para cada caso.

Para ser confiable y comerciable, un antiespumante debe de tener 5 propiedades básicas:

- Costo eficiente
- Fácil de manipular
- Especificidad de acción
- No debe tener efectos secundarios en el producto terminado
- Ser inofensivo para el medio ambiente

**COSTO EFICIENTE:** En cualquiera de las ramas de la industria, se requiere que un antiespumante deba ser efectivo y económico. Los antiespumantes definen su economía en unidades de precio (\$) / kilo. Rara vez se llegan a usar unidades de volumen precio (\$) / litro. El termino de "eficiente" en un antiespumante se refiere a que NO se va a producir espuma en ningún momento aunque se modifiquen las condiciones del proceso. El mercado de los antiespumantes requiere de personal especializado para llevar a cabo ventas, abrir nuevos mercados y dar en todo momento asesoría técnica a clientes, ya que en un momento dado se debe dar a conocer las características, limitaciones y ventajas del antiespumante en cuestión, teniendo en cuenta todos aquellos aspectos que incrementen su acción y repercutan en su costo. Usualmente las compañías cuentan con grupos de servicio técnico y laboratorios de Investigación y Desarrollo para establecer en forma completa asesoría y apoyo a clientes, además de contar en forma clara y completa toda la información relacionada con sus antiespumantes.

**FACIL MANIPULACION:** Los antiespumantes son formulados para tener un activo del 100%, de ahí que su apariencia pueda ser como suspensión, emulsión, pasta, lodos o en ocasiones hasta hojuelas sólidas. En muchos de los casos se emplean pequeñas cantidades para llevar a cabo dosificaciones y obtener resultados eficientes. Para su empleo se deben considerar factores como solubilidad, tiempo de vida, envejecimiento, condiciones optimas de operación, características de

almacenamiento, factores de descomposición y estabilidad. Comúnmente también se emplea en forma directa ya que no afecta las características del proceso.

**ESPECIFICIDAD DE ACCION:** Se ha hecho mención anteriormente que los antiespumantes se diseñan para un uso en particular, para ello es necesario tener en cuenta:

- Características del proceso y de las materias primas que se encuentran en el mismo
- Condiciones normales y extremas del proceso
- Función objetiva del antiespumante

**EFFECTOS SOBRE EL PRODUCTO:** Uno de los requerimientos principales de un antiespumante es que NO tenga ningún efecto adverso sobre las características del producto final. En la actualidad este aditivo modifica favorablemente las características durante el desarrollo del proceso, principalmente su aspecto.

**EFFECTOS AMBIENTALES:** Todo producto químico debe cumplir con una serie de normatividades que involucran tanto a la calidad como al medio ambiente, por lo que los antiespumantes no son la excepción. Estas normatividades regulan tanto las materias primas a emplear como el tratamiento de desechos y las reglas de seguridad involucradas. Los antiespumantes se regulan internacionalmente por los códigos ACR (American Chemical Regulations), COFERE (Code of Federal Regulatios), así como los códigos ANSi, API, ASTM. En el caso de México están en vigor las normas ISO 9000 (calidad de producto) e ISO 14 000 (regulaciones del medio ambiente).

Para formular o especificar un antiespumante se debe tener cierto control de químicos empleados, definiendo el uso principal del antiespumante y en base a esto cuales son las materias primas, la forma de obtenerlo, las normas de seguridad y toxicología requeridas, los inertes y dispositivos recomendados. En las regulaciones actuales se contemplan aspectos como reciclaje y biodegradabilidad.

### 1.3 CAMPO DE LOS ANTIESPUMANTES

Los antiespumantes comprenden de una serie de compuestos orgánicos complejos, para entender su naturaleza es necesario conocer sus aplicaciones industriales a través del tiempo.

**INDUSTRIA DE LA PULPA Y PAPEL:** La industria del papel ha presentado al paso del tiempo una gran cantidad de problemas relacionados con la formación de espuma. De hecho es una de las ramas industriales mas interesadas en este producto; los primeros antiespumantes empleados eran en base de kerosene o aceite de petróleo con algún solvente, estas mezclas se aplicaban durante el lavado de la pulpa que es donde se genera una gran cantidad de espuma. Estas mezclas controlaban la espuma pero tendian simultáneamente a cambiar las características del papel, con el tiempo estas mezclas burdas se han ido modificando por compuestos orgánicos tales como ceras, esterers, compuestos sulfatados, compuestos de base de aceites de hidrocarburos derivados de la misma pulpa, por lo que los efectos adversos sobre el papel han ido disminuyendo considerablemente. Dentro de esta rama industrial el mejor antiespumante conocido es el **Licor de Kraft**, que es una mezcla de compuestos orgánicos altamente alcalinos, silicones de tipo dimetilpolisiloxanos y kerosene. Al paso del tiempo este licor ha ido modificando sus materias primas empleando silicones tratados.

**INDUSTRIA DEL AZUCAR:** Durante la producción del azúcar se presentan también problemas de espumación, principalmente en aquellas áreas donde se realiza el transporte de materiales (motores y zonas de descarga). Los antiespumantes empleados son muy específicos, ya que como el producto es de consumo humano se debe cumplir una serie de normas rigurosas tales como



emplear solamente aceites vegetales, solventes orgánicos no tan activos (alcohol etílico) y no usar compuestos siliconados ni otros agentes químicos agresivos. El desarrollo en esta área ha sido limitado.

**INDUSTRIA DE LA PINTURA:** La industria de las pinturas y recubrimientos es sin duda junto con la del papel las que mas demanda y desarrollo han tenido con el paso del tiempo. Su uso radica en aquellos sistemas que son afines al agua y que requieren una baja o nula concentración de silicón (Antiespumantes NO Siliconados), la problemática en estos casos radica al realizar las aplicaciones ya que al preparar los recubrimientos se forma espuma o partículas de aire (ojos de pescado) atrapadas en la pintura, las cuales afectan considerablemente la aplicación. Esta área presenta una gran variedad de antiespumantes de alta eficiencia. La exclusión de los antiespumantes siliconados radica en que favorecen la aparición de grumos o burbujas en las aplicaciones debido a que no son totalmente compatibles con el medio. Se constituyen de aceites minerales, bases etoxilados o propoxilados como activos, alcoholes grasos, humectantes, principalmente.

**INDUSTRIA TEXTIL:** Emplean antiespumantes siliconados debido a la propiedad de retardancia al fuego en cualquier proceso textil, además de mostrar altas eficiencias por encima de otros antiespumantes con dosificaciones menores. Se formulan con base de grasa de amidas, aceites minerales y emulsificantes, además de una base de silicón modificado.

**PROCESOS DE FERMENTACION:** Al igual que la industria azucarera los antiespumantes empleados son rigurosamente limitados ya que involucran a aquellas ramas como son la industria farmacéutica y alimenticia, por lo que las materias primas son similares a las de la industria azucarera.

**PROCESOS METAL-MECANICOS EN GENERAL:** Se refieren a los problemas de espumación que se presentan en codos, conexiones, derivaciones, accesorios en general y partes internas de motores así como tuberías en cualquier proceso donde se forma y acumula espuma. Es el caso de los accesorios no se puede hacer nada directamente ya que el mismo transporte de fluidos remueve y se lleva la espuma, para los motores se emplean antiespumantes compatibles con el aceite interno del mismo motor.

**INDUSTRIA DE FERTILIZANTES:** Se presentan problemas de espumación durante la reacción en donde se produce el fertilizante en si, que generalmente emplea urea o compuestos de Fósforo principalmente, debido a las características de la reacción en si, para estos casos se emplean antiespumantes de base de ácidos grasos.

## 1.4 COMPONENTES DE UN ANTIESPUMANTE

Los componentes básicos de un antiespumante se pueden dividir en 5 categorías:

- Agente antiespumante primario
- Agente antiespumante secundario
- Vehículo
- Emulsificante
- Estabilizador

Dentro de los antiespumantes existen algunos que poseen mas o menos componentes de los mencionados, pero esta clasificación es valida para entenderlos.

**AGENTE ANTIESPUMANTE PRIMARIO (A.A.P):** Lo constituye principalmente el ingrediente activo, es decir aquella especie química constituida de partículas insolubles (hidrofóbicas) ; que pueden ser sílicas tratadas, amidas de grasas, ceras de hidrocarburos, compuestos etoxilados o propoxilados, o ésteres de ácidos grasos. El agente antiespumante primario es a su vez insoluble en el vehículo así como en el medio, por esta característica es como actúan. Son los componentes mas caros de todos por lo que se encuentran en menor proporción.

**AGENTE ANTIESPUMANTE SECUNDARIO (A.A.S.):** Su función es la de proveer un efecto sinérgico en el A.A.P., ya que modifica el efecto superficial de este provocando una ligera solubilidad o incorporación en todos los otros componentes, son comúnmente alcoholes grasos o algún aceite insoluble polimérico.

**VEHICULO:** Comprende de la mayor parte del antiespumante, pueden ser aceites de hidrocarburos, alcoholes grasos, solventes o esteres grasos. Su función no solo es introducir el A.A.S. con los demas componentes sino que debe de evitar que el A.A.P. se encuentre inerte con los demás. Los vehículos poseen condiciones especificas de acción tales como temperatura, pH, principalmente, ya que cuando se alcanzan ciertas condiciones estos componentes entran en acción.

**EMULSIFICANTE:** Cuando un antiespumante es inerte en un medio, el emulsificante tiende a interactuar con el mismo de modo que todos los componentes del antiespumante entren en contacto con toda la superficie del sistema. Se forman comúnmente de Esteres de sorbitán, alcoholes sulfatados, o algún derivado de silicón.

**AGENTES ESTABILIZADORES:** Su función es la de servir como aditivo y contribuir a estabilizar al antiespumante, es decir evitando que interactuen con los componentes cualquier sustancia presente en el medio. Sus componentes son solventes afines al A.A.P., A.A.S. o al vehículo. Comúnmente se usan Acido Oleico, Glicoxilanos, Alcoholes Grasos, Naftalenos, Alcohol Butilico o Formaldehído.

**VEHICULO:** Comprende de la mayor parte del antiespumante, pueden ser aceites de hidrocarburos, alcoholes grasos, solventes o esteres grasos. Su función no solo es introducir el A.A.S. con los demás componentes sino que debe de evitar que el A.A.P. se encuentre inerte con los demás. Los vehículos poseen condiciones específicas de acción tales como temperatura, pH, principalmente, ya que cuando se alcanzan ciertas condiciones estos componentes entran en acción.

**EMULSIFICANTE:** Cuando un antiespumante es inerte en un medio, el emulsificante tiende a interactuar con el mismo de modo que todos los componentes del antiespumante entren en contacto con toda la superficie del sistema. Se forman comúnmente de Esteres de sorbitán, alcoholes sulfatados, o algún derivado de silicón.

**AGENTES ESTABILIZADORES:** Su función es la de servir como aditivo y contribuir a estabilizar al antiespumante, es decir evitando que interactúen con los componentes cualquier sustancia presente en el medio. Sus componentes son solventes afines al A.A.P., A.A.S. o al vehículo. Comúnmente se usan Acido Oleico, Glicoxilanos, Alcoholes Grasos, Naftalenos, Alcohol Butílico o Formaldehído.

## 1.5 TEORIA DE ACCION DE UN ANTIESPUMANTE

Existen numerosos mecanismos para explicar la acción de los antiespumantes, en la mayoría de los casos se explica como se inhibe la espuma. La diferencia en cada literatura investigada radica en como se expresan las ideas y los conceptos en formulas, pero la mayoría coincide en que el proceso de eliminación de espuma solo se puede explicar a nivel microscópico, y que este NO es un fenómeno Estático sino Dinámico.

La conceptos fundamentales son los siguientes (6) :

- La acción de los antiespumantes se basa en modificar las características de la LAMELLA. Se penetra en la LAMELLA formando una capa doble , la cual separa las burbujas.
- La partícula aislada disminuye su tensión superficial, lo que facilita su rompimiento debido a un gradiente de presión favorable a la presión exterior.

La tensión superficial del antiespumante es mayor que todo el sistema, lo cual rompe la burbuja y permite que esta una vez rota se separe del liquido. En términos matemáticos se tiene que (7) :

(ECUACION 5.0)

$$\gamma_{ant} = \gamma_f + \gamma_{sist}$$

La expresión anterior demuestra que en un sistema donde se ha incorporado un antiespumante, la tensión superficial de este es mayor a la de la

espuma y la del sistema. En términos termodinámicos, cuando la energía libre es mayor a cero ( $dG > 0$ ), se favorece el rompimiento de las burbujas ya que la presión generada en los alrededores de las burbujas se incrementa y supera a su vez la presión en el interior de la burbuja.

Un antiespumante en general, (8) es una sustancia insoluble en un fluido (líquido o sólido), el cual posee una actividad superficial superior a la del líquido. El proceso de eliminación de espuma se lleva a cabo en las superficies de ambas fases en contacto (interfase). El proceso de eliminación de espuma consiste en modificar la tensión superficial del líquido, eliminando así aquello que favorece la formación de espuma.

En un sistema donde existe generación de espuma se tiene que (9) :

(ECUACION 6.0)

$$E = 2 dV / d Ln A$$

La expresión anterior representa la estabilidad (E) de la capa interfacial del líquido con el aire que se encuentra en la espuma, dicha capa o película recibe el nombre de LAMELLA. La razón de la estabilidad de la espuma responde a la habilidad de la LAMELLA a responder a la tensión local en cada punto de la superficie. El líquido por su parte presenta un equilibrio con la película interfacial, lo que se conoce como efecto MARCONI, un líquido puro no puede tener diferentes áreas superficiales adyacentes, lo que como consecuencia origina la estabilidad de la espuma.

Analizando los vectores de fuerza, que existen alrededor de las tensiones superficiales involucradas en el rompimiento de la espuma, se puede demostrar que bajo condiciones adecuadas, las gotas de antiespumante, se colocan en la película líquida que existe entre las burbujas. Este requerimiento se cumple si(10) :

(ECUACION 7.0)

$$\gamma_f + \gamma_{sist} > \gamma_{ant}$$

Donde  $\gamma_f$  ,  $\gamma_{sist}$  ,  $\gamma_{ant}$  son respectivamente las tensiones superficiales del líquido espumante, de la interfase y del líquido antiespumante. Se ha definido una expresión donde:

(ECUACION 8.0)

$$E = \gamma_f + \gamma_{sist} - \gamma_{ant}$$

Cuando los valores de E son positivos, el antiespumante se coloca en la interfase de la burbuja en donde se puede difundirse en los alrededores de la espuma. En cambio, si el coeficiente posee un valor negativo, el líquido antiespumante es expulsado fuera de la película .

Según la literatura (11), se tienen tres coeficientes en un sistema espumante cuando se introduce un antiespumante :

(SISTEMA DE ECUACIONES 9.0)

$$E_{sist} = \gamma_f + \gamma_{sist} - \gamma_{ant}$$



$$E_{sist} = \gamma_f + \gamma_{sist} - \gamma_{ant}$$

$$E_{sist} = \gamma_f + \gamma_{sist} - \gamma_{ant}$$

El coeficiente inicial corresponde cuando el antiespumante acaba de ser incorporado en el sistema, el coeficiente intermedio se presentaría cuando las gotas de antiespumante insoluble se han saturado por el líquido antiespumante y el coeficiente final cuando se saturan ambos.

Otra condición muy importante para que el antiespumante pueda actuar, es que primero se pueda difundir (12), esto se cumple solo si:

(ECUACION 10.0)

$$\gamma_f + \gamma_{sist} > \gamma_{ant}$$

Para los coeficientes de difusión se tiene también la siguiente relación de ecuaciones:

(SISTEMA DE ECUACIONES 11.0)

$$S_{sist} = \gamma_f + \gamma_{sist} - \gamma_{ant}$$

$$S_{sist} = \gamma_f + \gamma_{sist} - \gamma_{ant}$$

$$S_{sist} = \gamma_f + \gamma_{sist} - \gamma_{ant}$$

Cuando  $S_{sist}$  (Coeficiente de Distribución) posee un valor positivo, el antiespumante se puede difundir, de lo contrario esto no es posible.

En base a la relación anterior, para que un antiespumante sea efectivo, debe de reunir las siguientes características (13) :

- El valor de difusión de entrada (E) debe ser positivo para que el antiespumante sea absorbido por la película líquida
- El coeficiente de difusión deberá ser también positivo para que el antiespumante se difunda como una película entre dos burbujas.

Suele suceder que el coeficiente de entrada (E) sea positivo y el coeficiente de difusión (S) negativo, cuando ambas fases poseen una alta tensión superficial, lo que dificultaría la eliminación de espuma, físicamente cuando E es negativo el antiespumante no puede entrar en la interfase, pero si la difusión también es negativa sucederá que el proceso de eliminación de espuma será muy lenta.

En la realidad los coeficientes de difusión son generalmente negativos, debido a que con el tiempo el antiespumante se satura con moléculas del líquido espumante, haciendo que pierda su efectividad.

Cuando un antiespumante se difunda través de la película entre dos burbujas, se desplaza al líquido original entre ellas. Al mismo tiempo, la presencia de una película doble, abate la tensión superficial de la película original, produciendo un aumento en la radio - curvatura de las burbujas, lo que a su vez desplaza mas líquido y adelgaza la película, la cual termina por romperse a través de sus puntos débiles.

## 1.6 CLASIFICACION DE LOS ANTIESPUMANTES

**GRASAS Y ACEITES** : Son principalmente mezclas, las cuales tienen un uso principal en la industria del papel, azúcar o fertilizantes. Su formulación consiste en ácidos grasos saturados, alcoholes grasos y un aceite mineral derivado del éster polietilenglicol. En ocasiones se constituyen de un emulsificante, dependiendo de las características del medio. Su principal desventaja es que depende de la temperatura, ya que si esta es muy baja pierde notablemente su eficacia.

**ANTIESPUMANTES DE PASTA:** Son combinaciones de aceite-agua con ácidos grasos, esterios saturados o ceras parafinica. Su constitución permite su empleo en industrias de adhesivos, pinturas y recubrimientos. Su ventaja principal radica en emplear pequeñas dosificaciones. Por lo que se les considera como producto de alta eficiencia, pero tienden a ser muy caros.

**ANTIESPUMANTES DE DISPERSION:** Son productos elaborados con aceites minerales, keroseno, alcoholes grasos, aceites siliconados. Además de vehículos insolubles como amidas grasosas o polimeros ligeros. Poseen bajas viscosidades y no requieren de solventes. Se emplean en medios acuosos donde se eliminan grandes cantidades de grasa, son muy versátiles y no muy caros.

**ANTIESPUMANTES BASE AGUA:** Se constituyen de aceites minerales principalmente, se encuentran entre los mas económicos y de una eficiencia aceptable. Son de constitución pastosa, la cual a su vez se dosifica en agua antes de ser empleada. Poseen además alcoholes grasos, ácidos grasos, amidas, productos etoxilados, esterios y emulsificantes. Se emplean principalmente en el tratamiento de aguas.

**ANTIESPUMANTES SILICONADOS:** Son considerados como los antiespumantes de mas alta eficiencia así como los mas caros. Se constituyen por partículas de sílica dispersada en un medio polimerico siliconado. Poseen cerca del 30 % de activo, su uso se encuentra restringido en áreas de pintura, adhesivos y resinas, por motivos anteriormente explicados.

**ANTIESPUMANTES SOLIDOS:** Son los que ocupan la menor parte entre la familia de los antiespumantes, ya que aun se encuentran en la fase de desarrollo. Sus usos parciales se aplican al área del reciclaje del papel y del plástico. Su apariencia es como escamas o polvo. Los elaborados en forma de polvo se constituyen de ácidos grasos, mientras que los otros son a base de ésteres. Se encuentran recientemente aplicados como estabilizadores en reactores o equipos de lavado en proceso.

**ANTIESPUMANTES NO ACUOSOS:** Son solo algunos los antiespumantes que pertenecen a esta familia, son altamente caros. Su uso principal es como base de anticongelantes, como estabilizadores de crudos así como lubricantes en general. Se constituyen de un activo siliconado, aceites copolímeros de hidrocarburo para cada uso, copolímeros etoxilados, principalmente. Se encuentran estrictamente limitados por normatividades tanto ecológicas como de control de calidad.

Como se ha podido observar en el presente capítulo la información técnica de los antiespumantes es basta, sin embargo a lo largo de los capítulos siguientes solo se va a desarrollar aquella parte que se refiere a los antiespumantes de tipo NO siliconado. Cabe mencionar que solo se mostraron las ecuaciones más representativas para poder explicar la teoría de los antiespumantes, además de una relación ( ) con un numero, la cual se refiere a la fuente literaria de donde se extrajo la información. Por cuestiones de objetividad se abarcaron solo los modelos más importantes de cada fuente, por lo que sí se llegara a tener alguna duda sobre las ecuaciones mostradas se puede saber en donde se puede buscar mas información al respecto.

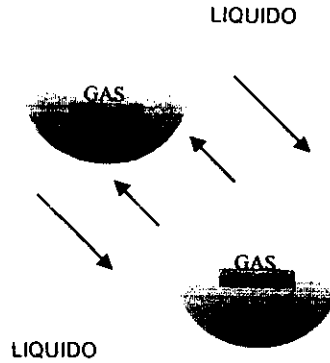
### CUADRO 1 LA ESPUMA (14)

La espuma se define como el fenómeno de difusión de un gas en una especie líquida. En términos termodinámicos se expresa como un sistema donde la estabilidad esta dada por la expresión:

$$dG = VdP + SdT + \gamma dA$$

(ENERGIA LIBRE = F (presión, VOLUMEN MOLAR, PRESION, TEMPERATURA, TENSION SUPERFICIAL, ENTROPIA, AREA DE CONTACTO ) )

En condiciones ideales (presión y temperatura contante) solo es función del área interfacial.

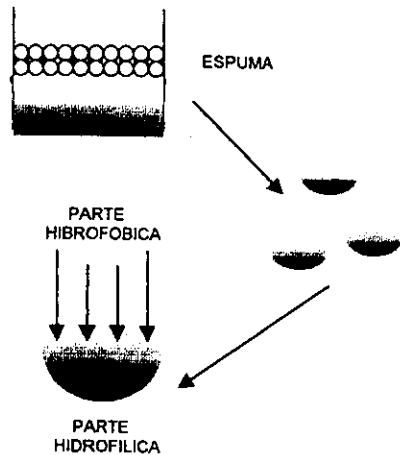


### CUADRO 2 LA ESTABILIDAD DE LA ESPUMA (15)

La dispersión de un gas en un líquido muestra una serie de comportamientos peculiares que definen a la vez la estabilidad de la espuma:

- Una burbuja cuenta con dos secciones importantes, una que es hidrofílica (o afín al medio el cual para este caso es acuoso) y la otra que es hidrofóbica (que no es compatible con el medio).

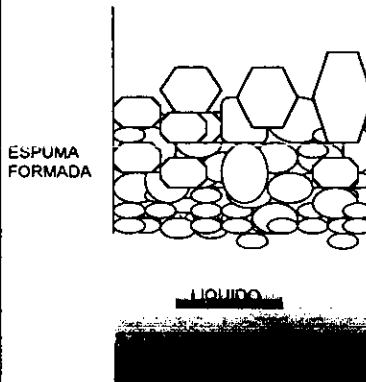
Cuando se agrupan las burbujas para formar la espuma en la superficie del líquido se agrupan de tal forma la parte hidrofóbica e hidrofílica de cada una que se alcanza un estado de metaestabilidad.



### CUADRO 3 DISTRIBUCION DE BURBUJAS (16)

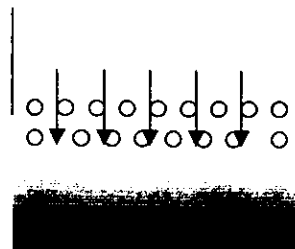
La figura mostrada presenta un sistema donde se ha formado una espumación, se aprecia que la parte baja esta constituida por pequeñas burbujas, las cuales son de forma esférica y son más estables por tener un mínimo volumen de gas disperso. En la parte media y superior se aprecian burbujas más grandes y de tipo poliédrico, estas son menos estables que las primeras.

La forma de una burbuja depende la cantidad de liquido que se encuentra en la interfase entre burbuja y burbuja, ya que cuando existe una gran cantidad de liquido este se drena hacia abajo por efecto de la gravedad deformando la superficie de la burbuja y originando lo que se conoce como "Borde de Plateau". Estos movimientos son los que distorsionan la forma inicial de la burbuja. El tamaño de la burbuja es función de la cantidad de gas contenido en el interior de la misma.



### CUADRO 4 EFECTOS DE LA TENSION SUPERFICIAL (17)

Las burbujas al aglomerarse crean una fuerza de tipo vertical, en dirección a la superficie del liquido. Esta fuerza se opone directamente a la tensión superficial del liquido el cual tiende a reducir esta propiedad, lo que a su vez origina la fijación de las burbujas en la superficie del liquido, dejando una capa de liquido atrapado entre cada burbuja.

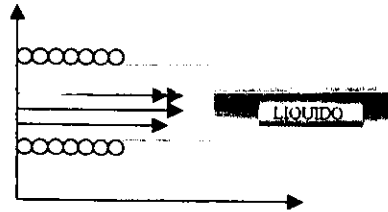


**CUADRO 5 VISCOSIDAD LAMELLAR (18)**

Se define como la fuerza que se opone a que fluya el líquido contenido en la LAMELLA. En el momento en que el espesor de la doble capa se debilita lo suficiente ( $< 1 \cdot 10^{-8} \text{ m}$ ), se presenta un movimiento de tipo laminar en el interior de la LAMELLA ocasionado por el líquido en el interior

Donde :

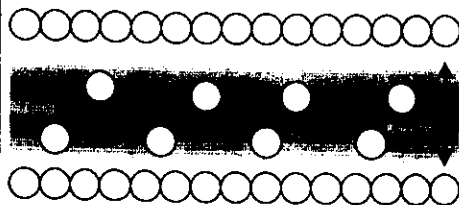
- K - Viscosidad LAMELLAR
- A - Area superficial
- t - Tiempo



$$K = 1/\gamma A \text{ dA/dt}$$

**CUADRO 6 REPULSION ELECTROSTATICA EN LA DOBLE CAPA (19)**

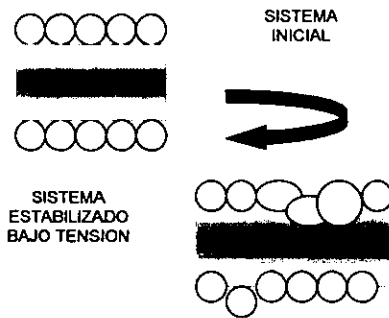
Este comportamiento es función del espesor de la doble capa en la LAMELLA, las fuerzas de repulsión entre las secciones hidrofobicas de las burbujas se incrementan, lo cual tiende a reducir el espacio por donde circula el líquido. Estos movimientos hacen que la LAMELLA tenga características de tipo elástico y flexible, lo que se traduce como resistencia a la tensión mecánica.



- 1 - Parte Hidrofobica
- 2 - Parte Hidrofilica

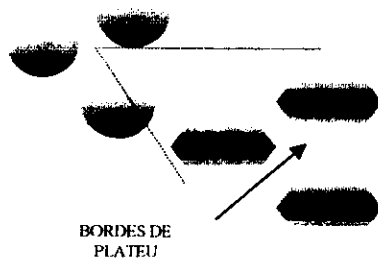
### CUADRO 7 EFECTO MARGONI (20)

Es el punto clave en la estabilidad de la espuma, se presenta cuando la superficie de la burbuja se deforma. La concentración del líquido varia de tal forma que se crea un incremento en la tensión superficial. Cuando se presenta esta deformación en un punto, se restablece el equilibrio alterándose las características de las burbujas (rompimiento de las capas intermoleculares que se traduce como un crecimiento por parte de ciertas burbujas por absorción de gases de otras burbujas)



### CUADRO 8 BORDES DE PLATEAU (21)

Se define como la desestabilización de las burbujas, cuando se presenta una mayor tensión superficial del líquido, el cual origina como consecuencia que se produzca un efecto de succión en las áreas de intersección de la LAMELLA, jalando él líquido por gravedad hacia abajo desestabilizando la burbuja





**CUADRO 9 COEFICIENTE DE PENETRACION Y COEFICIENTE DE DISPERSABILIDAD (22)**

El coeficiente de penetración se define como la propiedad de un antiespumante de introducirse rápidamente en la LAMELLA, esta propiedad es más notoria cuando adquiere valores positivos.

$$E = \gamma_m + \gamma_d - \gamma_{d/m}$$

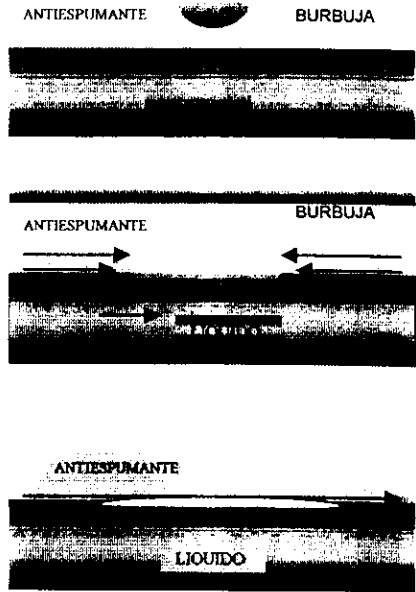
$$E > 0$$

El coeficiente de dispersabilidad es la propiedad de un antiespumante de difundirse rápidamente en un sistema. Esta propiedad se observa cuando adquiere valores positivos.

$$S = \gamma_m - \gamma_d - \gamma_{d/m}$$

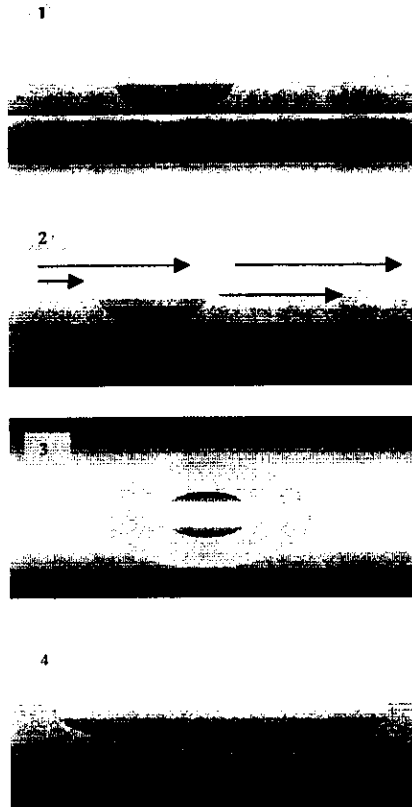
$$S > 0$$

- E = COEFICIENTE DE PENETRACION
- S = COEFICIENTE DE DISPERSABILIDAD
- $\gamma_m$  = TENSION SUPERFICIAL DEL MEDIO
- $\gamma_d$  = TENSION SUPERFICIAL DEL ANTIESPUMANTE
- $\gamma_{d/m}$  = TENSION SUPERFICIAL DEL ANTIESPUMANTE EN EL MEDIO



**CUADRO 10 ACCION DE UN  
ANTIESPUMANTE EN ÉL  
ROMPIMIENTO DE ESPUMA  
(23)**

- (1) El antiespumante irrumpe en las fases gas - liquido, a la vez que se adhiere a la superficie de la burbuja.
- (2) Se distribuye el antiespumante en toda la superficie de la burbuja.
- (3) El antiespumante una vez que se ha distribuido alrededor de la burbuja, contribuye con la presión capilar ocasionado por el drenado del liquido de la LAMELLA.
- (4) Finalmente se desestabiliza la burbuja y termina rompiéndose por sus puntos más débiles



**CUADRO 11 A SELECCIÓN DE UN ANTIESPUMANTE EN GENERAL**

**CARACTERISTICAS GENERALES**

- Debe ser insoluble en el medio.
- Debe tener una baja tensión superficial.
- Debe de introducirse y dispersarse en forma rápida y eficaz.
- Debe ser químicamente inerte con el medio

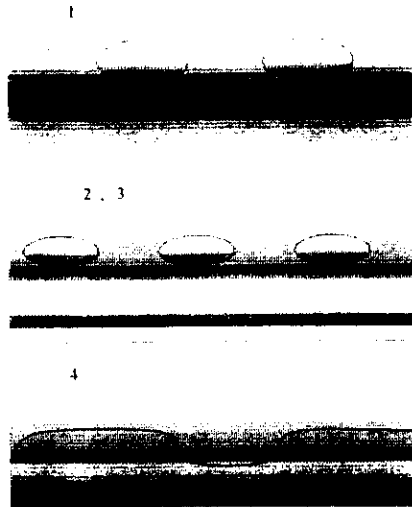
**CUADRO 11 B SELECCIÓN DE UNA BASE SILICONADA PARA ELABORAR UN ANTIESPUMANTE DE TIPO NO SILICONADO**

- La selección de la base se lleva a cabo a través de un método experimental
- Se debe de conocer las características de la espuma que se forma
- Se debe simular la generación de la espuma
- Se debe elegir aquellas bases que son compatibles con las características del medio de aplicación
- Se elabora el antiespumante de acuerdo a la base seleccionada
- Se prueba la eficacia del antiespumante en el medio en condiciones normales de operación
- Se realizan las modificaciones pertinentes

## CUADRO 12 IRREGULARIDADES (24)

Se les denomina como "cráteres", "ojos de pescado", "pinoles", etc. Este problema de aplicación consiste en un efecto de aeración que presenta todo antiespumante, en forma más notable en aplicaciones en pinturas y adhesivos. Se debe a que el antiespumante no trabaja correctamente, ya sea porque no se difunde rápidamente en todo el sistema o no es compatible con las características del medio. Su formación esquemática se muestra a continuación:

- (1) Distribución de los elementos en un sistema espumado
- (2) El antiespumante se distribuye a lo largo de la burbuja
- (3) Se observa que el aditivo solo cubre parcialmente a las burbujas que conforman la espuma
- (4) Al no haber interacción en toda la superficie o esta es nula, se mantiene esta distribución durante el desarrollo de la aplicación



# **CAPITULO**

## **2**

## **CAPITULO 2 ANTIESPUMANTES DE TIPO NO SILICONADOS**

### **2.1 DEFINICION DE UN ANTIESPUMANTE NO SILICONADO**

Al hacer mención de un antiespumante NO siliconado, se hace referencia de aquella especie química que NO posee en su composición ninguna traza de silicón, o bien que su composición es tan pequeña que es imperceptible.

Desde un punto de vista técnico, el contar con partículas de silicón en un antiespumante representa una serie de características a favor y en contra, de las cuales se destacan:

- Se tiene una mayor eficiencia en la acción de antiespumante
- Se tiene una alta tendencia a NO asociarse con otras moléculas, principalmente con el agua
- Posee una baja tensión superficial y un alto coeficiente de dispersabilidad

Estas características le permiten a los antiespumantes que poseen silicón tener un gran campo de aplicación destacando la industria del papel, enlatado y la manufactura de recubrimientos en medio NO acuosos. Sin embargo existen otros sectores donde su aplicación esta restringida por diferentes motivos como sucede en las ramas de la industria de la pintura, adhesivos, farmacia y casi toda la industria alimentaria en su totalidad. Debido a que la presencia de silicon modifica las propiedades de los productos finales, en los sectores de manufactura de pinturas y adhesivos se presenta un fenómeno denominado como "ojos de pescado", el cual es un problema de dispersión por las características del propio silicon, alterando la calidad del recubrimiento dando un acabado irregular. En los

sectores farmacéuticos y alimentario existen restricciones y normatividades tanto de higiene como de calidad, ya que se le considera al silicon en estas ramas industriales como contaminante (rama farmacéutica) y como tóxico (rama alimenticia).

## **2.2 FUNCIONAMIENTO DE UN ANTIESPUMANTE NO SILICONADO**

Un antiespumante de tipo NO siliconado, presenta el mismo mecanismo de rompimiento de burbujas que anteriormente se ha descrito:

- Se difunde entre las burbujas, desplazando al líquido que se encuentra en la LAMELLA
- La tensión superficial del líquido se abate por el antiespumante, haciendo que los radios de las burbujas se incrementen debilitando las paredes que las separan
- Al incrementarse los radios que las limitan se adelgaza también la cantidad de líquido en la interfase, la cual termina rompiéndose por los puntos más débiles.

A diferencia de un antiespumante siliconado, para que un antiespumante NO siliconado tenga una eficacia similar a la de uno siliconado se requiere de mayores dosificaciones, lo cual se compensa porque el costo de un antiespumante NO siliconado esta muy por debajo de un siliconado.

Un antiespumante NO siliconado puede ser de dos tipos:

- Aquel que NO posee ninguna traza de silicon en su composición (se les conoce como “**antiespumante desarrollado**”)
- Aquel que posee una mínima traza de silicon en su composición (se le denomina como “**antiespumante reconstituido o modificado**”)

Ambos presentan características muy semejantes, tanto en su aspecto como en sus aplicaciones. Su aspecto varia desde soluciones sedimentables hasta soluciones aceitosas sin precipitado, así como su color que va desde amarillento brillante hasta un café opaco. Un antiespumante NO siliconado abarca mas de dos clasificaciones a la vez, es decir que es soluble en agua y puede ser de tipo emulsificante o ser una simple mezcla o ser dispersable o bien presentar más de dos características a la vez.

De la clasificación de los antiespumantes NO siliconados presentada, los antiespumantes desarrollados se emplean en el area farmacéutica y alimentaria, mientras los reconstituidos se emplean en pinturas y adhesivos. Esta separación es muy ambigua, ya que en un momento dado sus aplicaciones pueden variar, dependiendo de las necesidades del cliente y de la asesoría técnica que se le brinde, sin embargo se debe tener presente que **por normatividad ecologica como jurídica, queda estrictamente prohibido el uso de antiespumantes con trazas de silicon para consumo humano.** Lo que hace que la rama alimentaria quede muy restringida.



Un antiespumante de tipo NO siliconado en general se desarrolla por la siguiente metodología:

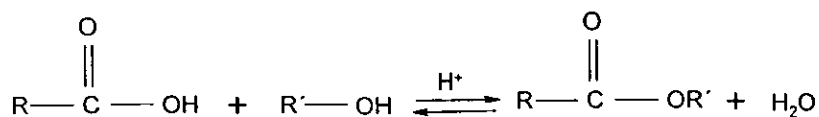
- Se define las características del antiespumante a obtener, si se trata de un desarrollado o de un reconstituido, el primer caso se obtiene químicamente por reacción de escenificación mientras que en el segundo caso se modifica una base previamente seleccionada a través de un proceso de polimerización.
- Se parte de una base elaborada o que se va a modificar, la cual se encuentra en un % de  $\leq$  al 1 % para antiespumantes reconstituidos del peso total del antiespumante elaborado, o  $\geq$  al 3 % en el caso de los antiespumantes desarrollados.
- La base obtenida cualquiera que sea se mezcla con las demás materias primas del antiespumante tales como el solvente, el agente antiespumante secundario, el vehículo y el estabilizador, en una proporción de tal forma que se definan las características del antiespumante (aspecto, eficiencia, tiempo de vida útil, etc.).

Para obtener un antiespumante NO siliconado desarrollado la base de la que se parte es un éster de ácido graso, la cual presenta un alto carácter iónico que tiende a desestabilizar las cargas eléctricas que forman las burbujas. Para obtener un éster se sigue la siguiente metodología:

## 2.3 REACCION DE ESTERIFICACION

En el caso de los antiespumantes No siliconados se emplean en ocasiones durante su manufactura esteres de ácidos grasos, los cuales no presentan las desventajas de los antiespumantes siliconados.

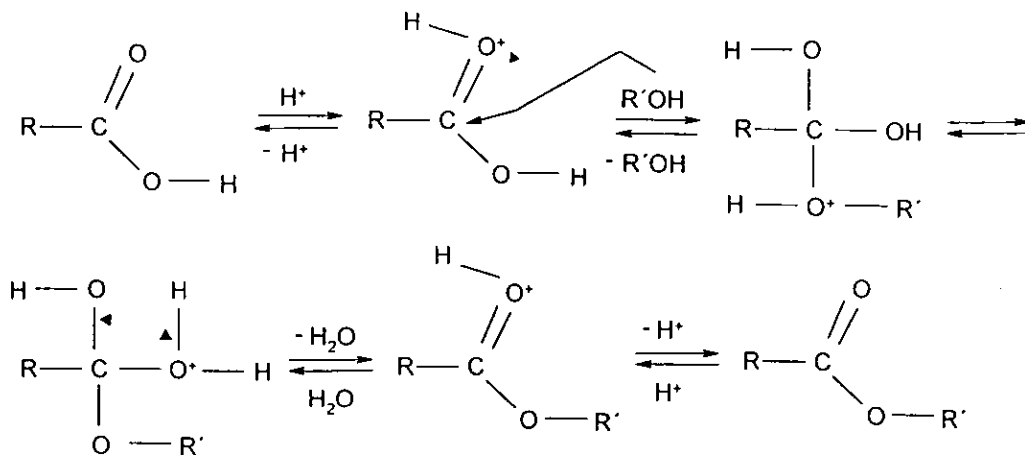
Los ácido carboxílicos reaccionan con alcoholes (o polioles) para formar ésteres por medio de una reacción de condensación conocida como esterificación. La reacción general es:



La reacción de esterificación es catalizada por ácidos. Se lleva a cabo muy lentamente con ácido débiles, sin embargo, en presencia de ácidos fuertes el equilibrio se alcanza en algunas horas.

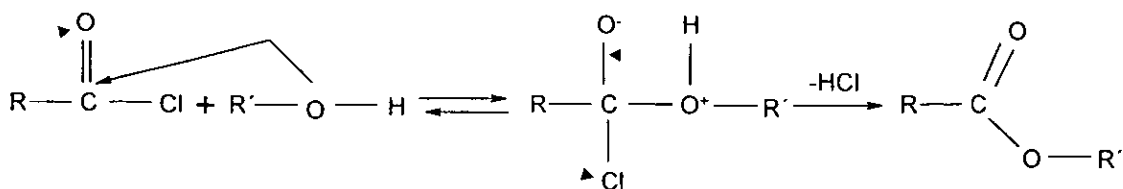
Debido a que el desplazamiento del equilibrio controla la cantidad de éster que se forma, el uso de un exceso, ya sea el del ácido carboxílico o el del alcohol, aumenta el rendimiento. El rendimiento de una reacción de esterificación también puede incrementarse eliminando agua de la mezcla reaccionante tan pronto como se forma (se desplaza el equilibrio hacia la derecha).

El mecanismo de reacción que ocurre en una esterificación es:

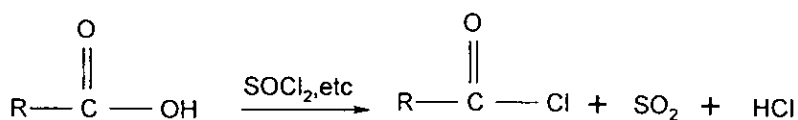


Si se sigue el mecanismo de derecha a izquierda se tiene el de una esterificación de un ácido carboxílico catalizada por ácido, sin embargo si se sigue en sentido contrario se tiene el de la hidrólisis de un éster catalizada con ácido. Por todo lo anterior el resultado que se obtenga dependerá de las condiciones de reacción: si se desea esterificar un ácido se elimina el agua, si se requiere hidrolizar un éster se emplea un exceso de agua.

Otra forma de sintetizar ésteres es por reacción de los cloruros de ácido con los alcoholes. Puesto que los cloruro de ácido son mucho más reactivos que los ácido carboxílicos, la reacción de un cloruro de ácido y un alcohol se lleva a cabo rápidamente y no requiere de un catalizador ácido. En este caso la reacción que se lleva a cabo es:



Ahora bien el cloruro de ácido se obtiene de la siguiente forma:



por sustitución del Cl por OH del ácido carboxílico utilizando, generalmente, cloruro de tionilo  $\text{SOCl}_2$ , tricloruro de fósforo  $\text{PCl}_3$  y pentacloruro de fósforo  $\text{PCl}_5$ .

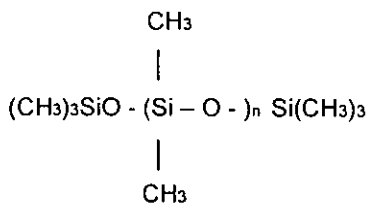
La reversibilidad de la reacción de esterificación usando ácido carboxílicos es un inconveniente si la comparamos con la vía del cloruro de ácido donde ambos pasos (producción del cloruro de ácido y esterificación con el alcohol) son esencialmente irreversibles y llegan a término. Sin embargo, la esterificación directa tiene la ventaja de realizarse en un solo paso además de que el ácido carboxílico y el alcohol son más baratos y más fáciles de adquirir.

## 2.4 BASES SILICONADAS

Las bases siliconadas son antiespumantes de tipo siliconado, las cuales se emplean en porcentajes muy pequeños (por debajo del 1%), y sirven de base para generar nuevos antiespumantes con otras propiedades.

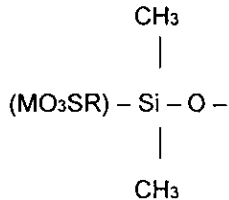
Algunas de las especies siliconadas empleadas como base se muestran a continuación:

- **ACEITES POLIDIMETILSILOXANO:** Son especies de apariencia emulsificada, tienden a ser muy estables con el paso del tiempo (no envejecen). Su composición consta del 96 % de silicon polidimetilsiloxano, 3 % de ácido salicílico, 1 % de éster oleico poliglicólico.



Este compuesto posee entre 100 y 200 unidades de peso molecular y es estable en condiciones extremas de pH. Es de las bases más empleadas a nivel industria.

- **SILOXANOS DE AZUFRE** : Es un copolimero empleado como base de antiespumantes, consta de 1.5 % de un monomero de la forma



Se constituye de un 98.5 % de polidimetilsiloxano, el termino M se refiere a que puede ser un radical de amonio, un metal alcalino o simplemente una molécula de hidrogeno; R es un hidrocarburo bivalente como un radical cicloalquilenico de 4 a 18 carbonos, Para su uso se requieren de temperaturas superiores a 126 °C.

- **GOMA DE POLIDIMETILSILOXANO** : Esta base se conforma de una mezcla de goma de polidimetilsiloxano y una sílice con grupos hidroxilo. Se requieren de 4 horas a una temperatura de 100 °C para obtener una base con optimas características.



Donde N posee un valor de 2 y consta de radicales de poliaminoalquilo, este tipo de antiespumantes se emplea específicamente en medios acuosos.

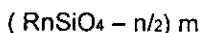
Las bases anteriormente mostradas son de las más usadas, el decidir en un momento dado el tipo de base a emplear, va a depender del uso del antiespumante a elaborar así como la compatibilidad con las materias primas a usar. Los primeros dos casos se refieren a bases para antiespumantes de alta eficiencia en pinturas y recubrimientos, mientras que la última tiene una aplicación más generalizada.

Una base de silicón cualquiera que esta sea, antes de ser empleada debe de ser tratada previamente para modificar sus características de silicón, de modo que se inhiban sus propiedades químicas pero a la vez se le de una apariencia de acuerdo a las características pedidas por el cliente, por lo que toda base en general se trata inicialmente con:

- 20 % de aceite nafténico
- 0.5 % de un agente dispersos

Estos aditivos se mezclan con la base por espacio de 2 horas a 250 °C, por su parte entre los agentes dispersos se encuentran el ácido estearico, el ácido laurico o el acetato de oleilamina.

Al tratar cualquiera de las bases mostradas se obtiene una base general de la forma:



Donde  $n$  posee un valor 1 y 3, mientras que  $m$  posee un valor menor o igual a 2. A este grupo de polímeros se les conoce como "polisiloxanos". Entre sus características principales se encuentra:

- Tener una notable inercia química
- Poseer una baja tensión superficial
- Ser totalmente inerte
- NO ser combustibles
- Poseen un alto coeficiente de entrada y un bajo coeficiente de dispersión

Las características presentadas de los antiespumantes de tipo NO siliconado ya sea de cualquiera de los dos tipos mostrados presentan grandes ventajas, ya que en un momento dado se pueden ir mejorando las características de los antiespumantes ya que no necesariamente se puede partir de un base siliconada para obtener un antiespumante modificado, sino que conforme se van obteniendo antiespumantes modificados, estos pueden servir a su vez de base para otro nuevo, con esta tendencia cíclica se puede asegurar el tener antiespumantes con trazas cada vez menor de silicón hasta que esta sea casi imperceptible.



## **2.5 USOS DE UN ANTIESPUMANTES NO SILICONADO EN LA INDUSTRIA**

Se ha mencionado anteriormente que el campo de acción de estos aditivos comprende los sectores Farmacéuticos, de Alimentos y el de Recubrimientos (Pinturas y Adhesivos). De estos sectores solo el de los Recubrimientos y el de Farmacia han tenido un notable desarrollo en los últimos años. El ramo alimenticio por su parte ha tenido avances esporádicos y poco significativos en el empleo de este aditivo, por lo que la información al respecto es mínima y muy generalizada. Por otro lado los sectores de Farmacia y el de Recubrimientos han dado paso a un desarrollo vertiginoso, pero las compañías relacionadas con la manufactura, distribución y consumo de este tipo de antiespumante poseen información propia en cada caso por lo que esta es confidencial.

Se sabe por la literatura y la poca información dada que los sectores Farmacéutico y el de Recubrimientos presentan problemas de Espumación en aquellas etapas unitarias donde se lleva a cabo la incorporación de las materias primas ( tanques mezcladores y equipo de separación en el caso del sector de los Recubrimientos) y en aquellas etapas donde se llevan a cabo reacciones propias de proceso ( reactores y fermentadores en el sector Farmacéutico).

Dentro del ramo alimenticio, uno de los procesos que más antiespumante de tipo NO siliconado consume es el de la refinación de Azúcar. Este caso es el más importante en el país, primero por las grandes cantidades de azúcar que se producen y segundo porque es uno de los sectores que más dependen de este aditivo. El proceso de la refinación del azúcar provee suficiente información al público tanto en sus características de proceso como en la forma en que emplean este tipo de aditivos, ya que se trata de un proceso generalizado y con pocas modificaciones con el paso del tiempo.

Al llevar a cabo una comparación con la información recopilada en todos los sectores industriales que consumen antiespumantes NO Siliconados, se observó una serie de características curiosas, entre las que destacan que los sectores Farmacéuticos y de Recubrimientos consumen en promedio entre 5 y 10 toneladas de antiespumante NO siliconado, llegando a haber casos donde se consumen hasta 20 toneladas. El sector azucarero por su parte, dentro de la rama alimenticia es, como se mencionó el que más consume, llegando hasta a consumir 11 000 toneladas por año, lo cual es mucho más que los primeros dos sectores.

Esta tendencia radica en la cantidad empleada en las dosificaciones del aditivo (son mayores) y las características del antiespumante (simples mezclas) en cada caso. Mientras que los sectores Farmacéuticos y el de Recubrimientos se emplean dosificaciones menores al 1 %, la rama azucarera emplea dosificaciones por encima del 5 %.

Una diferencia notable radica en que el sector de Recubrimientos emplea antiespumantes No siliconados de tipo "reconstituidos" (alta eficiencia) y el sector Azucarero emplea el tipo "desarrollado", por su parte el sector Farmacéutico emplea ambos, dependiendo de sus necesidades. A continuación se va a mostrar con todo detalle las características de los antiespumantes NO siliconados empleados en cada uno de los sectores donde se aplican.

## a ) SECTOR FARMACEUTICO

Las aplicaciones farmacéuticas de los antiespumantes empezaron en los años 50's, las características de este tipo de antiespumantes eran muy diferentes a los elaborados en la actualidad ya que eran en su totalidad de tipo siliconados. En los últimos 10 años se ha incorporado en este sector los antiespumantes de tipo NO siliconados. La gran mayoría de los productos farmacéuticos son compatibles con la base siliconada denominada como polisiloxanos  $R_nSiO_{(4-n)/2}$  la cual se emplea para la elaboración de antiespumantes NO siliconados reconstituidos, sin embargo esta base en grandes cantidades modifica radicalmente las características de todos los productos farmacéuticos. El problema de Espumación en todos los casos se presenta al tratar de incorporar las materias primas, entre ellas al activo , así como el llevar a cabo reacciones de síntesis o de fermentación.

Existe una serie de regulaciones internacionales donde se limita la cantidad de silicon en el organismo, entre estas destacan:

- < 500 mg de cualquier silicon para consumo humano  
( NORMATIVIDAD INTERNACIONAL 21 CFR PARTE 332 )
- < 3 % de polidimetilsiloxano en la formulación de antiespumantes para productos de Farmacia ( FARMACOPEA INTERNACIONAL , SECCION 55 )
- < 1 % de silica fumaría en la formulación de antiespumantes para productos de farmacia ( FARMACOPEA INTERNACIONAL , SECCION 56 )
- < 0.5 % de cualquier copolimero oxidado de silicon en la formulación de antiespumantes para productos de farmacia (FARMACOPEA INTERNACIONAL , SECCION 57 )

A su vez existen formulaciones específicas para cada producto farmacéutico, estas varían de acuerdo a cada compañía, pero en una forma estandarizada se tiene que:

**TABLETAS:** Se emplean dosificaciones de antiespumante reconstituido por debajo de 20 mg, aunque si se trata de antiespumantes desarrollados se permite hasta 50 ppm. (FARMACOPEA INTERNACIONAL , SECCION 57 ).

**SUSPENSIONES :** Se emplean dosificaciones de antiespumante reconstituido por debajo al 1%, aunque si se trata de antiespumantes desarrollados se permite hasta 100 ppm. (FARMACOPEA INTERNACIONAL , SECCION 57 ).

**EMULSIONES :** Se emplean dosificaciones de antiespumante reconstituido por debajo al 9.1%, aunque si se trata de antiespumantes desarrollados se permite hasta 200 ppm. (FARMACOPEA INTERNACIONAL , SECCION 57 ).

Como se pudo apreciar el campo de aplicación esta abierto para ambos tipos de Antiespumantes NO siliconados, ya que en un momento dado los dos son compatibles.

## **b ) SECTOR DE RECUBRIMIENTOS**

En este ramo se abarcaran a las pinturas y a los adhesivos, porque se definió dentro de los objetivos de la presente tesis además porque ambos

productos presentan irregularidades similares al tratar de incorporar las materias primas (soluto, dispersable y solvente). La pintura consta de partículas contenidas en un medio dispersable, mientras que un adhesivo consta de una resina epoxica polimerica contenida en un medio dispersable. El problema de espumación en ambos casos se presenta al tratar de incorporar los elementos antes descritos, ya que quedan partículas de aire atrapadas, es decir se trata de un problema de incorporación y de aplicación, no de proceso como se vio en el caso del sector Farmacéutico.

En ambos casos, tanto en pinturas como en adhesivos las irregularidades reciben el nombre de "ojos de pescado" o "pinoles".

El encontrar un antiespumante que sea compatible con una pintura o un adhesivo , requiere de considerar las características de las materias primas que constituyen a ambos productos:

**TABLA 1- COMPOSICION DE PINTURAS BASE AGUA  
COMUNMENTE EMPLEADAS (%)**

PROPILÉNGLICO	6.52
SOLUCION POLIACRILATA AL 25.9%	1.40
AGENTE ANTIESPUMANTE	0.5
AGUA	26.56
PIGMENTO	1.86
DISPERSION ACUOSA DE POLIACRILATO EN LATES AL 26%	1.86
FOSFATO DE TRIBUTILO	
PRESERVADORES	

Para el caso de las pinturas industriales, se debe de tener en cuenta la siguiente composición.

**TABLA 2. COMPOSICION DE PINTURA INDUSTRIAL  
COMUNMENTE EMPLEADA (%)**

	16.20
• RESINA COPOLIMERICA	32.41
• SOLVENTE	1.29
• HIDROXIDO DE AMONIO	1.77
• ETILEN GLICOL	
• ESTABILIZADOR	
• PIGMENTO	
• ANTIESPUMANTE	

**TABLA 3. COMPOSICION BASICA DE UN ADHESIVO (%)**

• INGREDIENTE ACTIVO (RESINA POLIMERICA)	40
• SOLVENTE BASE	40
• SURFACTANTES	
• ESTABILIZADOR	

En el sector industrial de los recubrimientos, se emplean los antiespumantes NO siliconados denominados como reconstituidos principalmente, aunque en los últimos 5 años se han empezado a introducir en este sector los antiespumantes desarrollados.

Entre las principales bases empleadas para la elaboración de antiespumantes se encuentran:

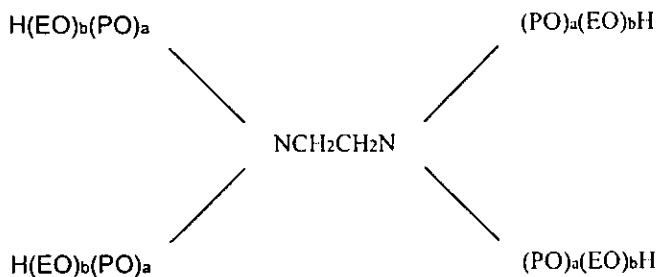
- POLISILOXANOS
- COMPUESTOS DE SILICON HALOGENADOS
- POLISILOXANOS CICLICOS
- TRIMETILSILAMINAS
- HEXAMETILDISALOXANOS
- SILICA HIDROFOBICA

### **c ) SECTOR ALIMENTICIO - INDUSTRIA AZUCARERA**

Este proceso comprende el lavado, la extracción y la purificación del azúcar, desde hace muchos años el único antiespumante que ha sido aplicado en esta industria es el Antiespumante NO siliconado de tipo "desarrollado"; En un inicio este consistía de una mezcla burda de aceite vegetal comestible y etanol, con el paso del tiempo se ha ido modificando en forma lenta, debido a que a diferencia de los demás casos, aquí esta prohibido tanto jurídicamente como toxicológicamente el uso de antiespumantes con una mínima traza de silicon.

En la actualidad el antiespumante empleado tiene como base un éster polietoxilado y polipropoxilado, aunque se pueden presentar moléculas de una sola especie química, es decir un éster que primero sea etoxilado y posteriormente etoxilado.

La base empleada tiene la estructura molecular:



En la molécula anterior, los términos EO son radicales de un alcohol etoxilado, mientras que las PO corresponde a los radicales de un alcohol propoxilado. El alcohol empleado comúnmente posee entre 8 y 18 carbonos. Los términos a y b toman valores de 2 y 32 respectivamente. La molécula recibe el nombre de base DIAMINA POLIETOXILADA Y PROPOXILADA, la cual posee un peso molecular promedio de 200. Entre los solventes empleados para su elaboración se encuentran el glicerol, el sorbitol, el pentaeritrol, y el trimetilpropano. Este compuesto es de tipo emulsificado y es altamente soluble en agua. Existen casos donde todos los radicales pueden ser etoxilados o propoxilados, lo que origina cierta estabilidad y eficacia. Pero las bases que más se emplean son las más oxidadas, que en este caso poseen ambos radicales.



Químicamente este compuesto es altamente biodegradable y no es tóxico, de ahí su empleo para elaborar un antiespumante compatible con las características del proceso. Los radicales etoxilados y propoxilados son los que le confieren las características hidrofóbicas a la molécula, mientras que el radical amina es de tipo hidrofílico.

Una vez elaborada la base, se le agregan demás aditivos que son compatibles con la base y con el medio, en este caso se emplean aceites vegetales purificados y solventes orgánicos (generalmente éter o etanol). Su toxicidad para el consumo humano es relativamente baja ya que se permiten 100 mg / litro. Su única limitante es que por su contenido volátil es flamable.

El uso del antiespumante en la manufactura de azúcar refinada se limita a las etapas de proceso de lavado, extracción, y purificación. Por carga de proceso en promedio se requieren de 100 galones de antiespumante por tonelada de azúcar procesada.

#### - ETAPAS DE LA PURIFICACION DE AZUCAR:

- **TRANSPORTACION** – Se recibe en un área específica donde se descarga el gabazo de caña, para posteriormente transportarlo en forma neumática a un tanque donde se realizan lavados con agua, con un caudal de 6000 litros por tonelada de gabazo.

- LAVADO – En un tanque apropiado se remueven las impurezas tales como tierra, piedras y vegetación extraña, las cuales se remueven fuera del tanque.
- EXTRACCION- Una vez lavado el gabazo se pasa a un tanque donde se va a llevar a cabo una extracción sólido – líquido a una temperatura de 75°C, de esta etapa se extrae el 85 % del azúcar en forma directa, el porcentaje restante se extrae por otros métodos. La azúcar se extrae en una solución acuosa, la cual se transporta posteriormente a un difusor, el cual consiste en una serie de cambiadores de calor donde se evapora la mayor parte del líquido.
- PURIFICACION Y EXTRACCION: El jugo concentrado en azúcares, ya que se ha extraído, se le añade una serie de sustancias fijadoras que limitan la formación de óxido de carbono que se está formando, esta etapa de proceso se conoce como “carbonatación”. El proceso en sí consiste en la eliminación total de líquidos, quedando al final de la etapa el 65 % de sólidos. Finalmente la cristalización total de la muestra se induce a vacío, obteniéndose finalmente un cristalizado puro.

Durante el desarrollo de algunas de las etapas descritas, se presenta la formación de espuma, destacando principalmente:

- Durante la etapa de lavado, se produce espuma debido a la cantidad de impurezas presentes en el gabazo.
- En la etapa de difusión y extracción se genera gran cantidad de espuma debido a la presencia de compuestos orgánicos que combustión y que se encuentran en cantidades abundantes en el gabazo.

## 2.6 METODOLOGIA DE APLICACIÓN DE LOS ANTIESPUMANTES NO SILICONADOS EN LA INDUSTRIA

Anteriormente se había mencionado las industrias donde se aplican los antiespumantes de tipo NO siliconado, mas no se había hecho referencia de cómo se aplicaban en estos sectores industriales. Este punto se va a desarrollar a continuación:

- **CONTROL EN TANQUES** : En ciertos procesos es necesario un estricto control de la espuma, como sucede en tanques fermentadores, de alimentación, o torres de separación. Estos equipos se controlan con un sistema muy similar; se cuenta en el equipo con un aplacador de cerámica porosa, el cual va unido a un tubo alimentador que pasa a través de un reten y llega al deposito de antiespumante. Este caso es aplicable tanto en equipos cerrados como abiertos, pero en ambos casos se debe de contar con registros para inspecciones periódicas de las condiciones del equipo.

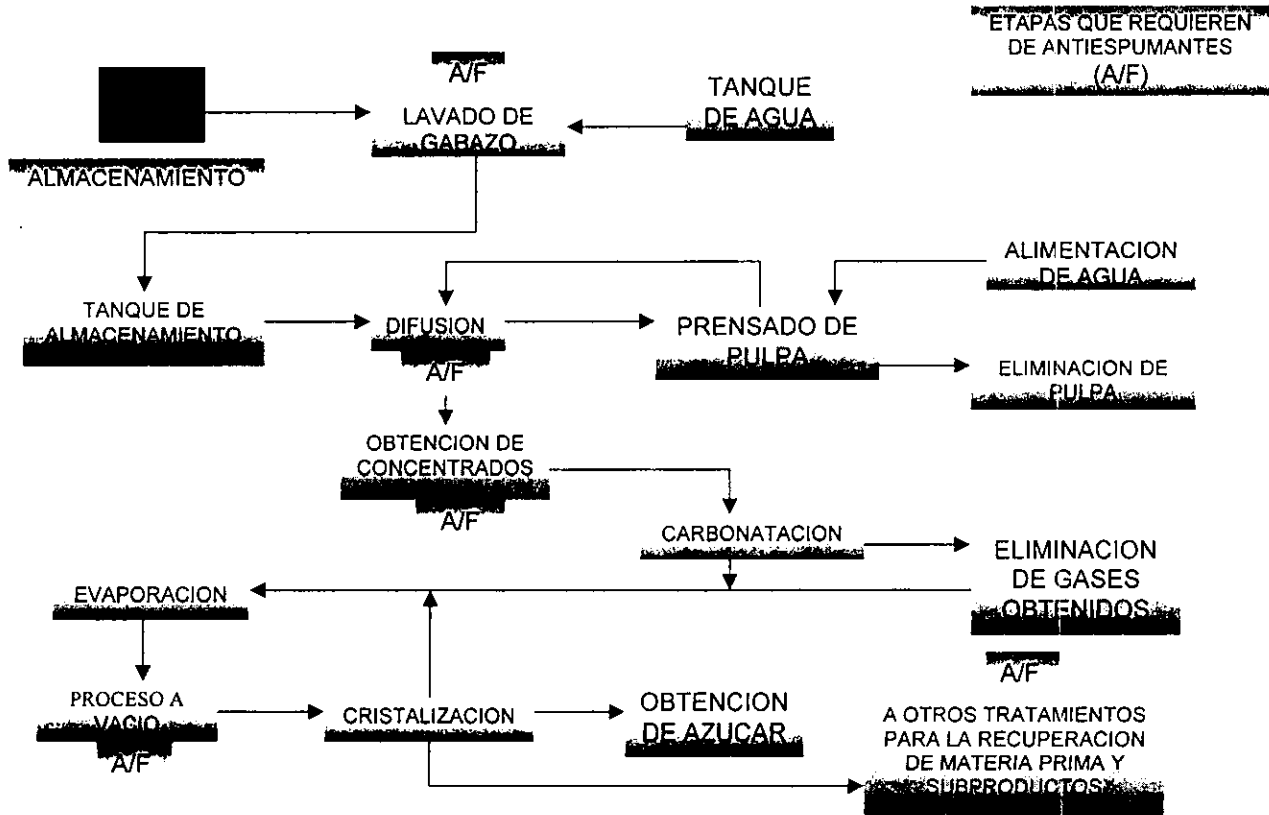
En su forma más simple, el dispositivo opera de la siguiente manera: El aplicador del antiespumante se halla situado a una cierta altura, la cual se toma como base, cuando se produce una espumación en el equipo se eleva el nivel hacia el contenedor de antiespumante, cuando la espuma llega a un cierto nivel se enciende una alarma y se suelta una cantidad definida de antiespumante la cual colapsa la espuma formada. Después de un cierto periodo de tiempo el efecto del antiespumante desaparece y se vuelve a formar la espuma repitiéndose el procedimiento descrito en forma cíclica.

Debido a que el antiespumante se puede agotar sin que se de cuenta el operador se debe contar con un sistema automático, esto no sucede cuando se tienen pocos equipos con este problema. En ocasiones los equipos cuentan con una barra de acero inoxidable, la cual sirve como dispositivo de nivel, ya que esta se encuentra unida al equipo, y a una fuente de energía con un indicador; cuando la espuma toca la barra se cierra el circuito y se activa el indicador, activando el proceso de eliminación de espumas.

- **CONTROL EN REACTORES Y TANQUES MEZCLADORES** : Cuando se tiene un medio reaccionante, o un medio donde se produce una agitación no es tan conveniente basarse en el nivel de espuma formada, sino que se emplea otro tipo de monitoreo. Se emplea una señal eléctrica producida por la resistencia mecánica de la propela del agitador ocasionada por la resistencia mecánica de la espuma formada. Esta señal esta unida a una válvula dosificadora de antiespumante la cual actúa ante la mas mínima variación en la corriente.

El sistema consta de un vaso de reacción donde se hallan los reactivos de proceso, se cuenta con un agitador conectado a un motor eléctrico y a un medidor de corriente . El medidor de corriente registra las mas mínimas variaciones y las codifica hacia un controlador neumático que manipula la válvula que dosifica el antiespumante. A medida que el proceso avanza se registran las modificaciones en la corriente que generalmente son de un 20 % de un valor ya definido.

**CUADRO 13 DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN PROCESO PARA LA PRODUCCION Y PURIFICACION DE AZUCAR**



# **CAPITULO**

# **3**

## **CAPITULO 3 ESTUDIO TECNICO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA PLANTA DE ANTIESPUMANTE NO SILICONADOS**

### **3.1 PROPUESTAS DE PROCESOS**

Se pretende que la planta produzca antiespumantes NO Siliconados de tipo "Reconstituidos o Modificados" y "Desarrollados", siendo los primeros la base de la producción. El objetivo de la producción es abastecer a los sectores de recubrimientos en el área de pinturas y adhesivos así como se incursionara en el área Farmacéutica y Alimenticia en un 1 % de la demanda actual.

El proceso para los antiespumantes NO Siliconados de tipo "Modificados", es el siguiente:

1° Se parte de una base siliconada, la cual es un antiespumante de tipo "Dimetilpolisixano".

2° La base siliconada se incorpora en un aceite mineral (previamente definido), de modo que se obtenga una base siliconada modificada, se emplean como catalizadores en este caso mininas cantidades de otras silicas, con el fin de dar ciertas características a la base (apariencia y viscosidad), se debe de tener ciudad en esta etapa ya que se genera una reacción de tipo Exotérmica liberando cantidades considerables de Acido Clorhídrico. Esta etapa se lleva a cabo en condiciones de vacío y empleando Nitrógeno como estabilizador, se debe controlar la cantidad de agua presente ya que esta No debe ser mayor al 7 %. (Hasta etapa requiere por lo menos 3 horas)

3° Obtenida la base siliconada modificada se procede a agregar una serie de aditivos con el fin de dar una apariencia adecuada al antiespumante, estos se agregan en una forma sistemática, de acuerdo al siguiente orden: Un éster orgánico de aluminio para modificar la viscosidad, se lleva a cabo conjuntamente

un calentamiento a 100°C para asegurar una homogeneidad (esta etapa requiere de una ambientación previa de la base con nitrógeno, posteriormente se adiciona el estabilizador de viscosidad y posteriormente comienza el calentamiento). Una vez alcanzado las condiciones de temperatura se cargan una serie de bases orgánicas y un estabilizador, las cuales deben ser compatibles con el aceite mineral empleado. Para agregar los aditivos antes mencionados solo se requiere Nitrógeno, el cual debe encontrarse libre de humedad, por lo que previamente debe pasar por una trampa de agua que a su vez es una forma de eliminación de impurezas. Los aditivos se deberán de mezclar previamente y antes de añadirlos se deberá dejar de alimentar Nitrógeno. (La etapa dura alrededor de una hora entre la adición de aditivos y la digestión).

4° Se suspende el calentamiento hasta alcanzar una temperatura de 70 °c y se agrega finalmente un solvente para terminar de dar la apariencia al antiespumante. (En esta etapa se requieren de 2 horas).

Este proceso requiere un tiempo promedio de 6 horas, considerando un tiempo extra debido a ajustes realizados entre cada etapa, antes de obtener un producto que cumpla con la calidad deseada.

El proceso antes mencionado tiene un porcentaje de reacción aproximado al 95 %, ya que solo una mínima parte se arrastra como impurezas. Esto se debe considerar para dimensionar el tanque empleado como trampa de agua, permitiendo un mayor tiempo de servicio sin tener que parar por mantenimiento. Y en un momento dado poder reutilizar esta agua.

Para un antiespumante de tipo desarrollado, el tipo de proceso se extiende debido a que la base con que se parte se debe preparar. Las etapas a seguir se muestran a continuación:

1° Se definió con anterioridad que el uso de los antiespumantes para este caso va a ser en el sector alimentario y farmacéutico, considerando esto se va a partir de un alcohol graso de origen vegetal. Este alcohol se va a oxidar , empleando oxido



de etileno y propileno. Esta etapa es muy importante y delicada ya que de aquí depende la calidad de la base, se debe considerar que el óxido de etileno y el óxido de propileno son compuestos inestables a temperatura ambiente, por lo que se debe emplear un gas inerte como estabilizador, en este caso es Nitrógeno.

El alcohol graso se introduce a un reactor, en donde primeramente se van a alcanzar condiciones de vacío y posteriormente se incorpora una corriente de nitrógeno la cual contiene un porcentaje definido de óxido de etileno, evitando que se rebase una temperatura de 10°C ya que se lleva a cabo una reacción de tipo exotérmica. El tiempo de reacción es de aproximadamente 5 horas en lo que se lleva a cabo en su totalidad, al término de este tiempo se toman muestras y se les aplican pruebas de estabilidad a condiciones ambientales. El tiempo señalado comprende la adición de óxido de etileno, la cual se realiza en forma pausada por lo que se requieren solo para esto alrededor de 2 horas, el tiempo restante se utiliza para reacción y estabilización del sistema. Una señal previa del término de la reacción consiste en que se alcanzan condiciones constantes de presión y temperatura.

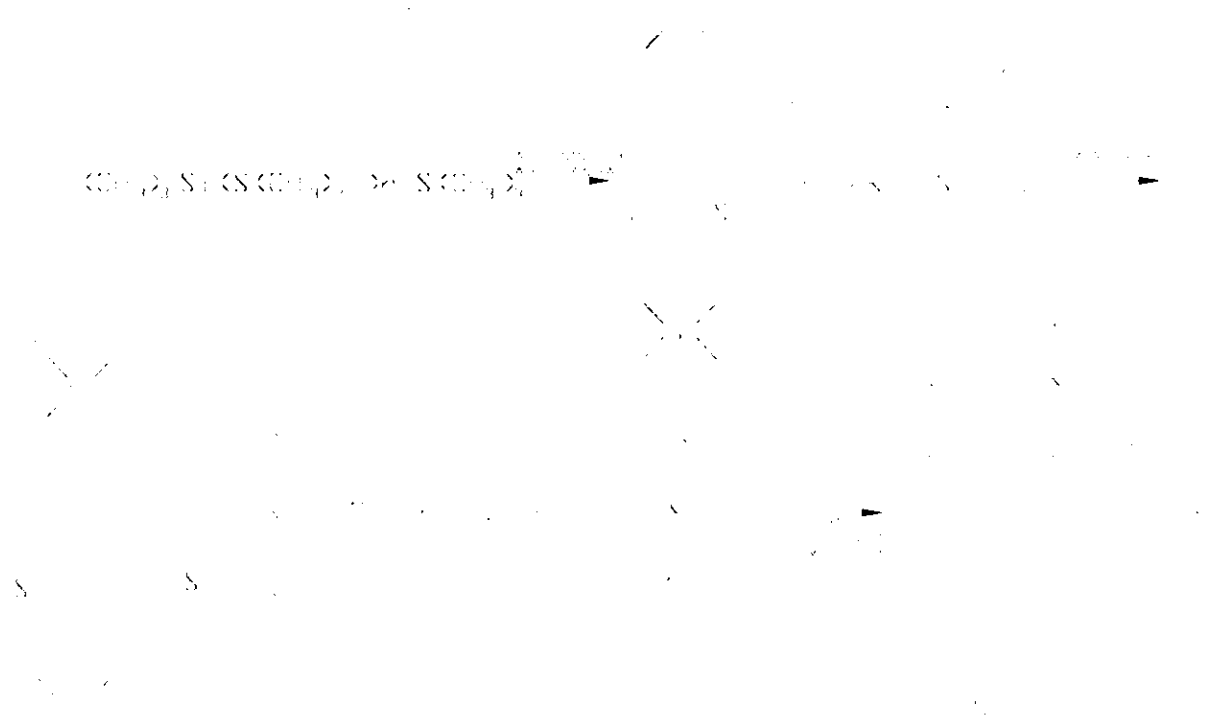
2° Una vez que el alcohol se ha etoxilado, se procede a cargar el óxido de propileno, empleando nitrógeno como estabilizador. En este caso no como estabilizador de materia prima sino como un agente para la eliminación de la humedad. Esta etapa es más estable que la anterior, ya que este oxidante no requiere de condiciones extremas de manipulación. De hecho la duración de esta etapa se reduce a 4 horas y media, de las cuales solo 2 se emplean para adición y el resto como reacción. Las condiciones de operación que se deben de mantener es de 50 kg/cm<sup>2</sup> de presión y 30°C de temperatura. Hasta este punto se ha obtenido un compuesto etoxilado y propoxilado la cual sirve como base para la elaboración del antiespumante.

3° La etapa siguiente consiste en la adición de los aditivos correspondientes, alcohol orgánico (etanol) y un estabilizador (aceite vegetal). El proceso de adición se lleva a cabo en un tanque mezclador a condiciones de vacío para la eliminación

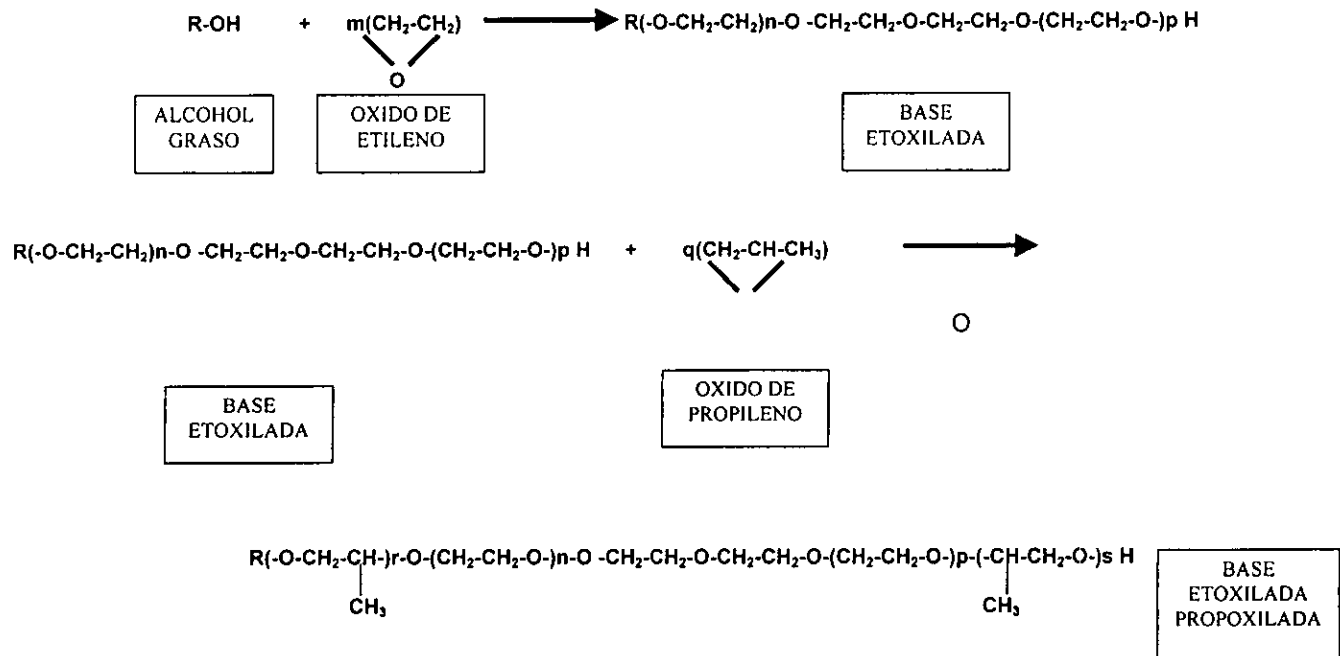
de toda la humedad presente y un calentamiento no mayor a 100°C (tiempo requerido 2 horas)

En todas las etapas el calentamiento se proporciona en forma indirecta y controlada a través de vapor de media, ya que no se requieren de temperaturas muy altas.

**1.- SECUENCIA DE REACCION PARA LA OBTENCION DE UNA BASE SILICONADA EN LA ELABORACION DE UN ANTIESPUMANTE NO SILICONADO DE TIPO "MODIFICADO"**



2.- SECUENCIA DE REACCION PARA LA OBTENCION DE UNA BASE ETOXILADA Y PROPOXILADA EN LA ELABORACION DE UN ANTIESPUMANTE NO SILICONADO DE TIPO "DESARROLLADO"



### 3.2 LIMITANTES DE PROCESO

- El alcohol graso que se emplea, es un concentrado obtenido del ácido graso correspondiente, sintetizado a partir de un aceite vegetal. (maíz, coco, soya)
- El aceite mineral empleado para el antiespumante "modificado" es un hidrocarburo olefínico-parafínico que es compatible con cada medio a interactuar, en este caso pueden emplearse compuestos entre 12 y 18 carbonos.
- Como ya se ha indicado, el porcentaje de mercado a abarcar es del 1% de la demanda actual, el cual corresponde a 1400 toneladas de antiespumante modificado, mientras que para el antiespumante desarrollado se piensa abarcar 620 toneladas, ambas producciones corresponden a periodos de 1 año y fueron tomados de datos proporcionados por BANCOMEXT (DICIEMBRE 1999)
- La futura planta va a trabajar 312 días al año, destinando el tiempo restante a mantenimiento, este tiempo se va distribuir a lo largo del año. En el transcurso de los días de trabajo se va a trabajar 3 turnos las 24 horas del día durante 26 días seguidos, dando mantenimiento los últimos días del mes. Este mantenimiento constante se debe a las características abrasivas de los químicos empleados.
- La planta deberá ser autosuficiente en materia prima durante los tiempos que se desarrolle el proceso.
- Se deberá de contar con un laboratorio donde se realicen en forma directa el control del proceso, llevando a cabo una serie de análisis básicos para asegurar la calidad de la producción.
- La reacción del proceso en si es de tipo batch, pero los equipos están arreglados de tal forma que continuamente estén operando, llevándose a cabo 3 cargas de antiespumante modificado y 2 cargas de antiespumante desarrollado en un día.
- Para la elaboración del antiespumante NO siliconado desarrollado, se empleara un alcohol graso de un P.M. de 226 g/gmol
- Los Porcentajes de composición de los antiespumantes son:

**ANTIESPUMANTE DESARROLLADO      ANTIESPUMANTE MODIFICADO**

<p>BASE 30% →</p> <p>60% ALCOHOL GRASO</p> <p>23% OXIDO DE ETILENO</p> <p>17% OXIDO DE PROPILENO</p> <p>SOLVENTE 10% (ETANOL)</p> <p>ACEITE VEGETAL 60%</p>	<p>ACEITE MINERAL 74.7%</p> <p>BASE SILICONADA 0.3%</p> <p>CATALIZADORES 5%</p> <p>SOLVENTE 10%</p> <p>BASES ORGANICAS 7%</p> <p>ESTABILIZADORES 3%</p>
---	---

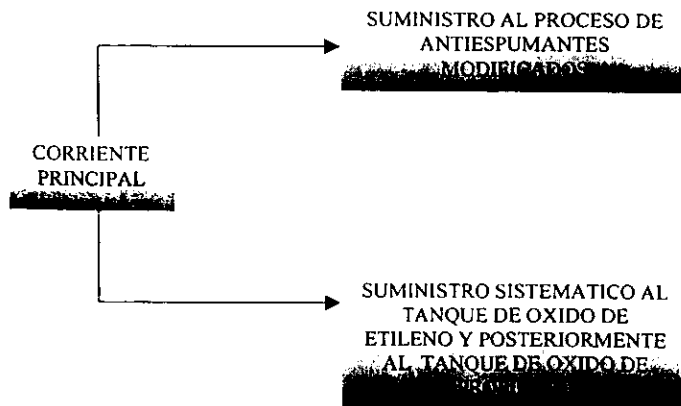
- El proceso de reacción posee en sí las siguientes características:

**ANTIESPUMANTE DESARROLLADO      ANTIESPUMANTE MODIFICADO**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ETAPA DE OXIDACION CON OXIDO DE ETILENO 90% EFICACIA.</li> <li>• ETAPA DE OXIDACION CON OXIDO DE PROPILENO 89% EFICACIA.</li> <li>• ETAPA DE ACABADO 96% EFICACIA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ETAPA DE ELABORACION DE BASE MODIFICADA 85% EFICACIA.</li> <li>• ETAPA DE ACABADO 93% EFICACIA.</li> </ul>
--	---

Los porcentajes anteriores se consideraron los promedios reportados en artículos y patentes sobre mejoras en la elaboración de antiespumantes.

- La corriente de nitrógeno que se empleara como inerte, se distribuirá de la siguiente forma:



- Para la elaboración del antiespumante Modificado, se va a partir de una base siliconada de tipo "dimetilsiloxano".
- Los catalizadores que se van a emplear en la elaboración del antiespumante modificado son una mezcla de complejos siliconados, denominados como Dimetilclorosilano y Octadecildiclorosilano, los cuales se seleccionaron debido a su alto rango de reacción (aprox. 85 %), aunque a la vez presentan la desventaja de formar grandes cantidades de ácido clorhídrico, lo que hace que su empleo sea altamente riesgoso.
- Durante el proceso para la obtención del antiespumante desarrollado se deberá tener en cuenta que para mantener al oxido de etileno en un grado de estabilidad, se requiere de 30 % en peso de nitrógeno por 70 % de oxido de etileno. Sus contenedores deben ser de acero inoxidable y deben de contar con sistemas de relevo para su manipulación.
- En el presente capitulo se hará mención de las características del parque industrial requerido para el desarrollo técnico del proceso.
- Para el diseño de los tanques de almacenamiento se consideraran a las materias primas que se emplean en grandes cantidades tales como aceite mineral, alcohol

graso, oxido de etileno y oxido de propileno. El resto de las materias primas se almacenaran en tambos de 240 kg.

- Se consideraran también en el diseño una serie de tanques de almacenamiento, donde se contendrán los productos obtenidos a lo largo de una semana.
- La base siliconada al igual que los catalizadores y los solventes serán cargados a granel y añadidos en forma directa de los tambos a los equipos.
- Se contarán con dos tanques acumuladores de desfogue para ambos procesos, los cuales contendrán un 10 % en volumen total de una solución básica inhibitoria y estabilizadora.

### **3.3 BASES DE DISEÑO**

#### **3.3.1 FUNCION DE LA PLANTA**

La planta será diseñada para la producción de antiespumante NO Siliconado de tipo "Modificado" y "Desarrollado"

#### **3.3.2 TIPO DE PROCESO**

La producción de antiespumante sera mediante un proceso de modificación de las características de una base siliconada, así como la síntesis de una base de tipo esterica etoxilada y propoxilada.

#### **3.3.3 CAPACIDAD**

La capacidad de la planta sera de 2000 toneladas por año, de las cuales el 30% corresponden a antiespumantes "Desarrollados" y el 70% restante a "Modificados"



### **3.3.4 FACTOR DE SERVICIO**

La planta estará diseñada para operar con un factor de servicio del 85% respecto a 312 días.

### **3.3.5 FLEXIBILIDAD**

- A falta de energía eléctrica la planta operara en base a un generador de emergencia.
- A falta de agua de enfriamiento la planta NO Operara
- A falta de nitrógeno la planta NO Operara
- A falta de aire para instrumentos la planta NO Operara
- A falta de vapor la planta NO Operara
- Se prevén ampliaciones futuras

### **3.3.6 ESPECIFICACIONES DE ALIMENTACION (PUREZA)**

- OXIDO DE ETILENO 99.95%
- OXIDO DE PROPILENO 99.95%
- ACEITE MINERAL 98%
- ALCOHOL GRASO VEGETAL 98.3%
- BASE SILICONADA 97%
- COMPONENTES SILICONADOS 99.5%
- BASES ADITIVAS 90.8%
- ESTABILIZADORES 88.9%
- SOLVENTES 85%

### 3.3.7 ESPECIFICACIONES DE LOS PRODUCTOS

- Los antiespumantes "Modificados" deben poseer:
  - 60.8 % de ingrediente activo como mínimo
  - 0.5 % de humedad como máximo
- Los antiespumantes "Desarrollados" deben poseer:
  - 80 % de ingrediente activo como mínimo
  - 0.5 % de humedad como máximo

### 3.3.8 CONDICIONES DE ALIMENTACION EN LIMITE DE BATERIA

ALIMENTACION	EDO. FISICO	PRESION	TEMPERATURA
OXIDO DE ETILENO	LIQUIDO	NITROGENO	- 2 °C
OXIDO DE PROPILENO	LIQUIDO	NITROGENO	4°C
ACEITE MINERAL	LIQUIDO	ATMOSFERICA-	21°C
ALCOHOL GRASO	LIQUIDO	ATMOSFERICA-	21°C
BASE SILICONADA	LIQUIDO	ATMOSFERICA-	20°C
COMPUESTOS SILICONADOS	SOLIDO-LIQUIDO	ATMOSFERICA-	15°C
ADITIVOS	LIQUIDO	ATMOSFERICA-	21°C
ESTABILIZADORES	SOLIDO	ATMOSFERICA-	21°C
SOLVENTES	LIQUIDO	ATMOSFERICA-	21°C

### 3.3.9 CONDICIONES DE PRODUCTOS EN EL LIMITE DE BATERIA

PRODUCTO	EDO. FISICO	PRESION	TEMPERATURA
ANTIESPUMANTE MODIFICADO	LIQUIDO	ATMOSFERICA-	AMBIENTE
ANTIESPUMANTE DESARROLLADO	LIQUIDO	ATMOSFERICA-	AMBIENTE

### 3.3.10 ELIMINACION DE DESECHOS

- Se seguirán las normatividades vigentes para el tratamiento de agua de uso industrial, así como para aire y humos.
- Los desechos químicos se trataran en un sistema común y se almacenaran en contenedores industriales en el parque industrial
- Se contara con fosa séptica y drenaje común para desechos sanitarios

### 3.3.11 SERVICIOS AUXILIARES

- AGUA DE ENFRIAMIENTO  
Se suministrara por una torre de enfriamiento localizada en los limites de batería a una Presión inicial de  $2.11 \text{ kg/cm}^2$  a una temperatura de  $13 \text{ }^\circ\text{C}$ . La disponibilidad es la requerida por el diseño. Al retorno se tiene una presión de  $1.76 \text{ kg/cm}^2$  a una temperatura de  $45 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- AGUA DE SERVICIOS  
Se suministrara por pozos localizados en el parque. Se cuenta con una disponibilidad ilimitada, con una presión de  $1.4 \text{ kg/cm}^2$  y una temperatura de  $20^\circ\text{C}$ .
- AGUA POTABLE  
Se suministrara por garrafrones para su consumo.
- AGUA CONTRA INCENDIOS  
Se cuenta con un sistema que suministra de manera constante por 4 horas a una presión de  $10.55 \text{ kg/cm}^2$  a una temperatura de  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ . Además existe un sistema de hidrantes y rociadores localizados a lo largo del terreno.
- COMBUSTIBLES  
Se empleara gas natural con disponibilidad ilimitada a una presión de  $8.44 \text{ kg/cm}^2$  a una temperatura de  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ . Principalmente a base de Metano (98.84%)

- AIRE DE INSTRUMENTOS

Será suministrado por el parque industrial a una presión de 4.55 kg/cm<sup>2</sup> a una temperatura de 10 °C.

- INERTES

Se constituirá por una mezcla de Nitrógeno con Oxígeno, en una proporción de 99.9% y 4 ppm respectivamente. Se suministrara por convenio por el parque industrial.

- ENERGIA ELECTRICA

Se suministrara por convenio con la C.F.E. con una tensión de 4160 volts, trifasica y a una frecuencia de 60 ciclos. El suministro sera tanto aereo como subterráneo. Además se cuenta con una subestacion eléctrica de emergencia dentro del parque industrial. Se prevén 5 fallas anuales con una duración aproximada de 1 hora.

- DESFOGUE

Se llevara a cabo a través de una canaleta hasta una zona de contención, dependiendo de sus características.

- SEGURIDAD

Se cuenta con vigilancia las 24 hrs. del día dentro del parque.

- SERVICIOS

Se cuenta con teléfono, pavimentación, alumbrado, red de carreteras, espuela de ferrocarril, centros comerciales, y sistema de transportación (aun en fase de desarrollo).

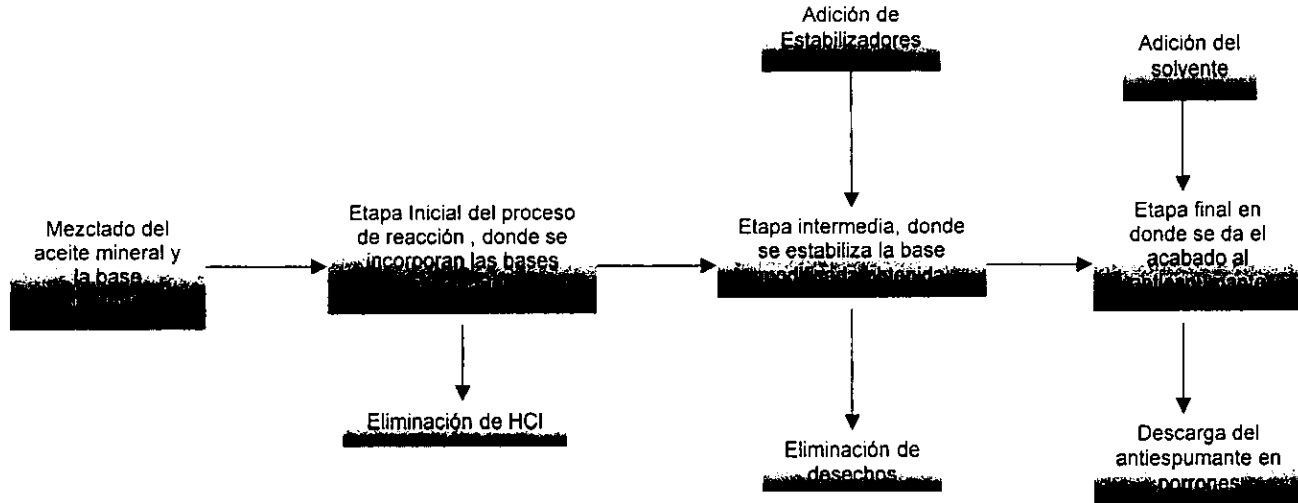
### 3.3.12 CONSIDERACIONES GENERALES

- La energía eléctrica se va a distribuir dentro de la planta de la siguiente forma:
  - Voltaje de 115 voltios 1 fase
  - Voltaje de 440 voltios 3 fases
  - Voltaje de 4000 voltios 3 fases
- La tubería en su mayor parte será de acero al carbón a excepción de aquellas secciones que transporten oxido de etileno y propileno, en ambos casos la tubería será de acero inoxidable, así como los accesorios que pertenecen a estas líneas.
- La soportería de la tubería sera de concreto con refuerzos de hierro.
- Los drenajes seran de tres tipos principalmente:
  - El drenaje para desechos pluviales se entregara en él limite de y será construido con concreto reforzado.
  - El drenaje para desechos químicos se entregara en el limite de batería y será construido de barro vitrificado ajustado a una caja de concreto
  - El drenaje de desechos sanitarios se entregara en el limite de batería y será construido de barro vitrificado.
- Dentro de las instalaciones que se contemplaran en el diseño civil se encuentran:
  - Un edificio administrativo dentro del limite de batería
  - Un laboratorio de control de calidad dentro del limite de batería y cercano al área de procesos con todos los servicios básicos
  - Un cuarto de control eléctrico
  - Un cuarto de control de instrumentos
  - Un área para uso del personal (sanitarios, servicio medico, vestidores)
- El servicio de vapor será suministrado por una caldera fuera del limite de batería y será diseñada para la satisfacción total de la demanda durante el proceso.

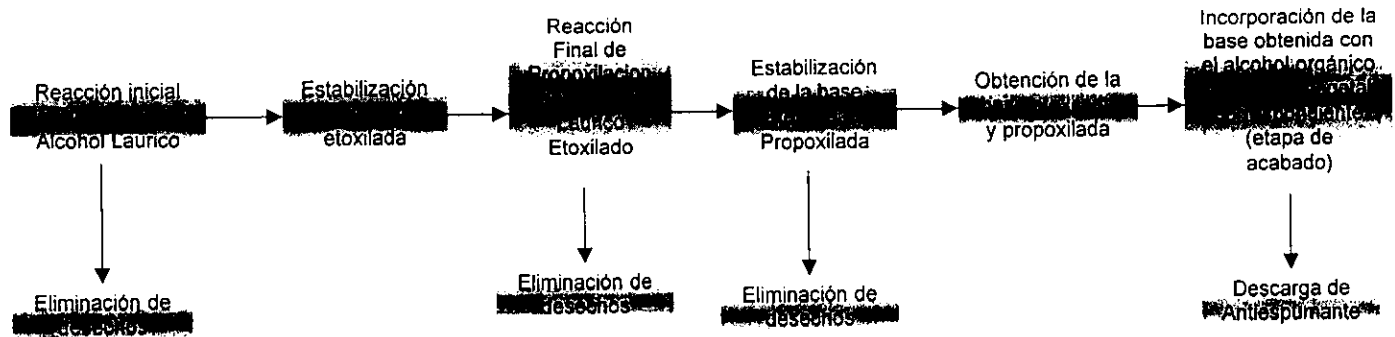
- El servicio de vacío será suministrado por el parque industrial, y se contará con un tren de bombas de succión como relevo fuera del límite de batería, diseñada para la satisfacción total de la demanda durante el proceso.
- Los desechos del proceso se contendrán en tanques acumuladores para posteriormente descargarlos en tambos de 250 kg. El parque cuenta con zonas especiales de confinamiento para desechos industriales según normativas ambientales.
- Para ambos procesos se emplearán bombas de desplazamiento positivo con las siguientes características:
  - Carcaza – Impregnada de carbón
  - Impulsor – Acero aleación
  - Flecha – Acero Aleación
  - Funda de la flecha –Acero Aleación
  - Tipo de Sello- Mecánico
- Los tanques de almacenamiento de materia prima y producto se dimensionarán considerando la producción de un mes.
- Las relaciones de L/D consideradas en el dimensionamiento serán: L/D =2 para reactores y mezcladores y L/D = 3 para tanques de almacenamiento.
- En el dimensionamiento final se considerará un 20 % de sobrediseño debido a futuros incrementos de producción.

### 3.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DE PROCESOS

#### ANTIESPUMANTE MODIFICADO



## ANTIESPUMANTE DESARROLLADO





### 3.5 BALANCE DE MASA (KG / SEG)

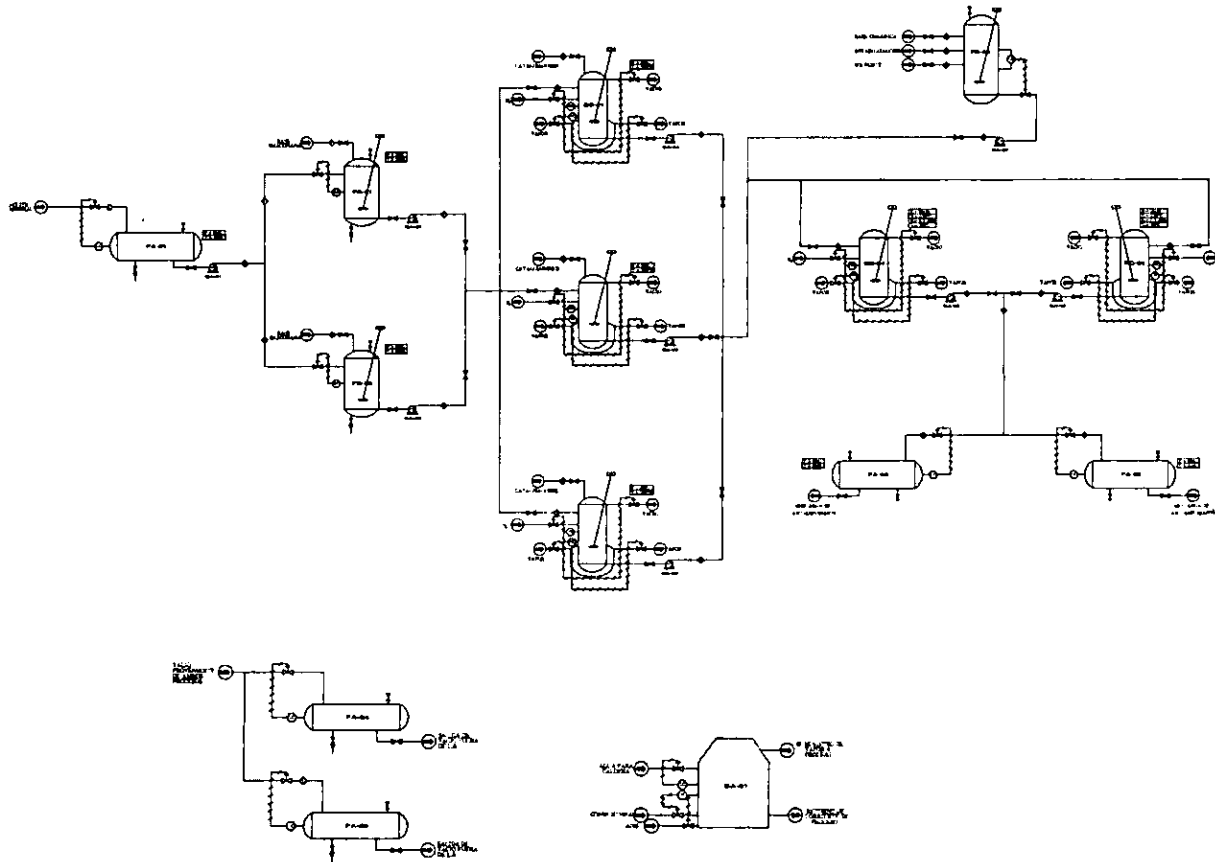
#### A) ANTIESPUMANTE DESARROLLADO:

COMP.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	IMP
ALC.GR.	1.72	1.72	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
OX. ET	-----	-----	0.51	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
REC 1	-----	-----	-----	2.02	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
IMP. 1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.22
OX.PR.	-----	-----	-----	-----	0.34	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
REC 2	-----	-----	-----	-----	-----	1.8	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
IMP 2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.22
ETN	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.62	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
AC.VG	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	3.56	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
REC.3	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	4.19	5.99	5.99	-----	-----	-----	-----
IMP.3	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.24
ANT	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	5.75	5.75	5.75	-----

B) ANTIESPUMANTE MODIFICADO:

COMP.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
AC. MIN							6.49	6.49	6.49	6.49	6.49				
BASE	6.42	6.42	6.42	6.42											
MEZ 1					0.07	0.07									
CTZ												0.32	0.32	0.32	
REC 1															5.52
IMP 1															
ESTB															
SOLV															
MEZ 2															
MEZ 3															
REC 2															
IMP 2															
ANTESP															

COMP.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	IMP
BAS OR				0.483												
AC. MIN																
BASE																
MEZ 1																
CTZ																
REC 1	5.52	5.52	5.52													
IMP 1																0.97
ESTB					0.20											
SOLV						0.69										
MEZ 2							0.69									
MEZ 3							0.69									
REC 2								6.9	6.9	6.9						
IMP 2																0.48
ANTESP											6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	



**LISTA DE EQUIPO**

- R-100 CALDERA
- R-200 REACTOR 1 TORNILLO
- R-300 REACTOR 1 TORNILLO
- R-400 REACTOR 1 TORNILLO
- R-500 REACTOR 1 TORNILLO
- T-100 TANQUE ALMACEN DE ACEITE MINERAL
- T-200 TANQUE ALMACEN DE ACEITE MINERAL
- T-300 TANQUE ALMACEN DE ACEITE MINERAL
- T-400 TANQUE ALMACEN DE ACEITE MINERAL
- T-500 TANQUE ALMACEN DE ACEITE MINERAL
- T-600 TANQUE ALMACEN DE ACEITE MINERAL
- T-700 TANQUE ALMACEN DE ACEITE MINERAL
- T-800 TANQUE ALMACEN DE ACEITE MINERAL
- T-900 TANQUE ALMACEN DE ACEITE MINERAL

**LISTA DE LINEAS**

- ===== SERVICIO
- SERVICIO
- INSTRUMENTOS

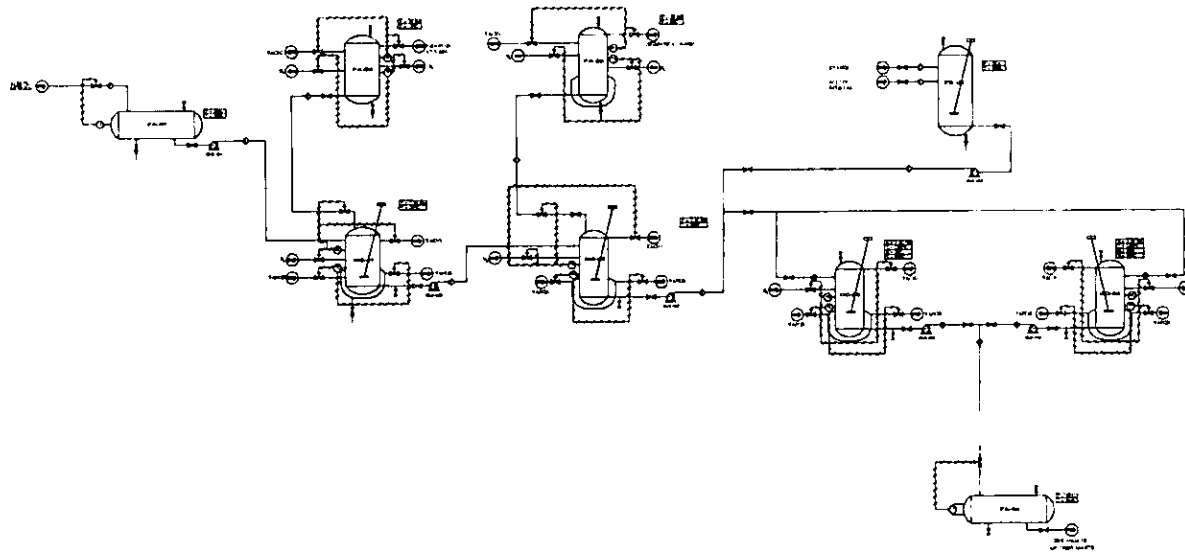
--	--	--	--	--


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

EXERCICIO DE PROYECTO PARA LA PLANTA  
DE ANTILICOMANTE NO SILICONADO

SE INICIA EN FECHA DE PROYECTO	FECHA DE ENTREGA
ANTILICOMANTE NO SILICONADO	FECHA DE ENTREGA
MODIFICACION	FECHA DE ENTREGA

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**



**LISTA DE EQUIPO**

- R-101 REACTOR DE FERULONADO
- R-102 REACTOR Y TERMINO DEL ANTIPLASMANTO
- F-101 TAMBOR AGUILLANES DE ALICIAS
- F-102 TAMBOR AGUILLANES DE OLEO DE SUECO
- F-103 TAMBOR AGUILLANES DE ANTIPLASMANTO
- F-104 TAMBOR AGUILLANES DE OLEO DE SUECO
- C-101 TAMBOR REGULADOR DE ETAPA FINAL
- S-101/02 BOMBAS CENTRIFUGAS

**LISTA DE LINEAS**

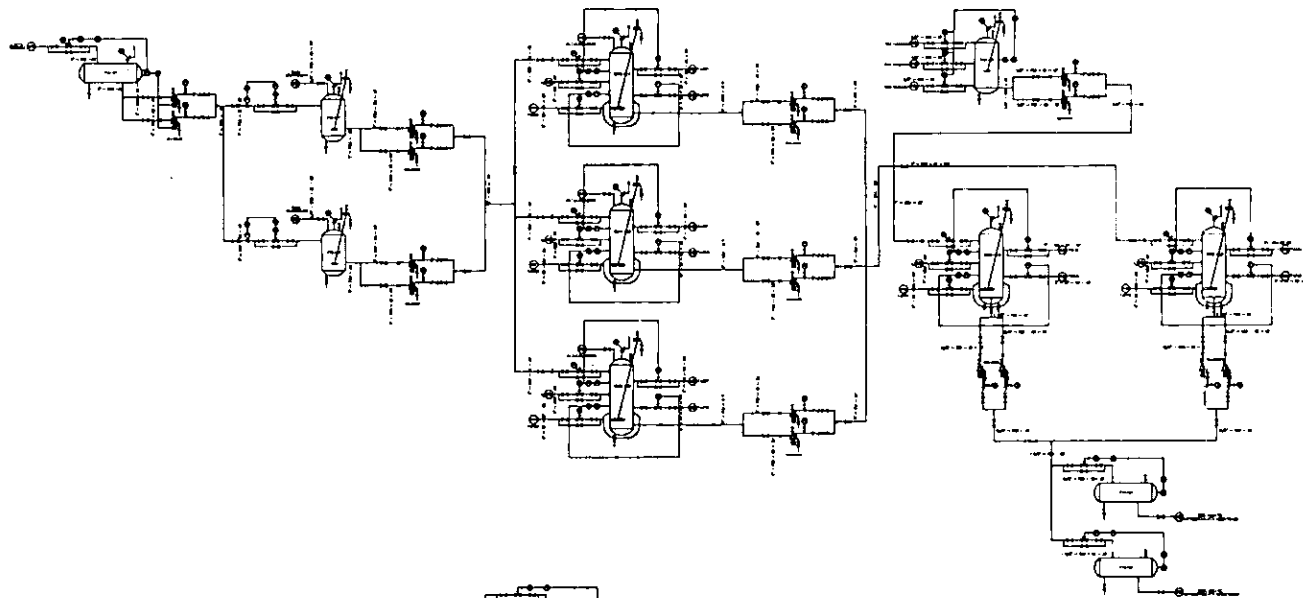
- ===== PRODUCTO
- REACTIVO
- INSTRUMENTOS


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA DE BARRAJES

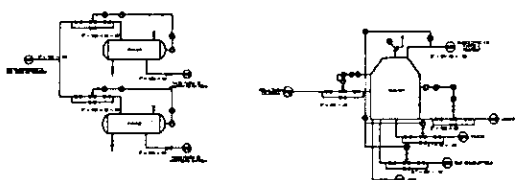
LISTA DE EQUIPO Y LINEAS PARA UNA PLANTA DE ANTIPLASMANTO NO SILICONADO

SE DESEMPEÑA EN EL DISEÑO DE PROYECTO	FECHA	PÁGINA
ANTES DE EMPEZAR	1968	1
(DESARROLLADO)		



LINEAS DE PROCESO  
 01  
 02  
 03  
 04  
 05  
 06  
 07  
 08  
 09  
 10  
 11  
 12  
 13  
 14  
 15  
 16  
 17  
 18  
 19  
 20  
 21  
 22  
 23  
 24  
 25  
 26  
 27  
 28  
 29  
 30  
 31  
 32  
 33  
 34  
 35  
 36  
 37  
 38  
 39  
 40  
 41  
 42  
 43  
 44  
 45  
 46  
 47  
 48  
 49  
 50  
 51  
 52  
 53  
 54  
 55  
 56  
 57  
 58  
 59  
 60  
 61  
 62  
 63  
 64  
 65  
 66  
 67  
 68  
 69  
 70  
 71  
 72  
 73  
 74  
 75  
 76  
 77  
 78  
 79  
 80  
 81  
 82  
 83  
 84  
 85  
 86  
 87  
 88  
 89  
 90  
 91  
 92  
 93  
 94  
 95  
 96  
 97  
 98  
 99  
 100

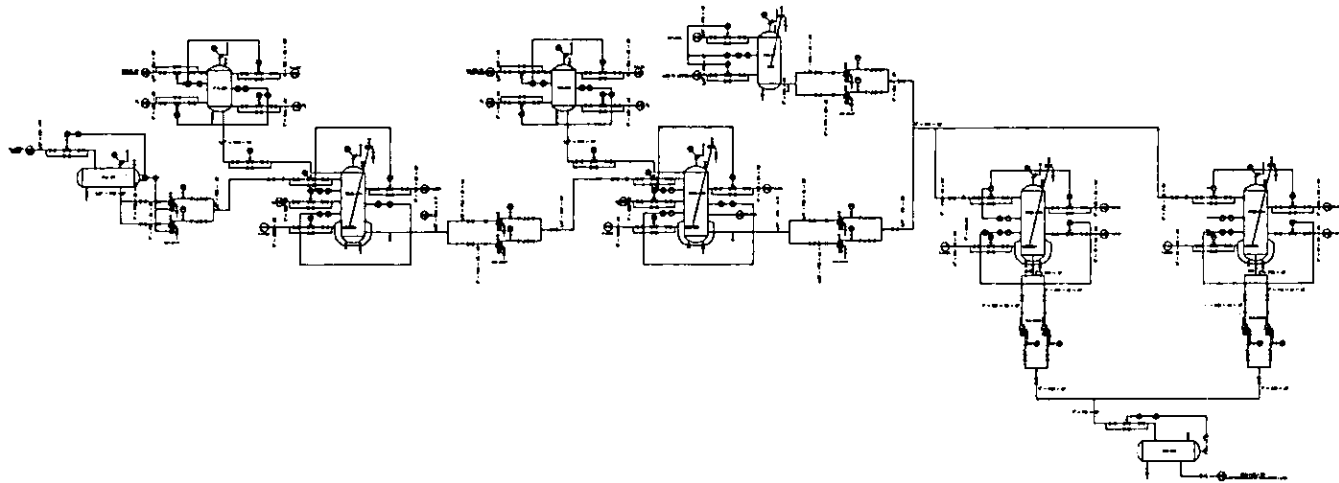
TRAMPA CONTINENTE DE REBOCALO  
 101  
 102  
 103  
 104  
 105  
 106  
 107  
 108  
 109  
 110  
 111  
 112  
 113  
 114  
 115  
 116  
 117  
 118  
 119  
 120



- LINEAS DE SERVICIO  
 TRANSMISOR DE FLUIDO  
 CONTROLADOR DE FLUIDO  
 TRANSMISOR DE NIVEL  
 CONTROLADOR DE NIVEL  
 TRANSMISOR DE TEMPERATURA  
 CONTROLADOR DE TEMPERATURA  
 TRANSMISOR DE PRESION  
 CONTROLADOR DE PRESION  
 TRANSMISOR DE VELOCIDAD DE ROTACION  
 CONTROLADOR DE VELOCIDAD DE ROTACION  
 TRANSMISOR DE FLECHA DE DEFLEXION  
 CONTROLADOR DE FLECHA DE DEFLEXION  
 TRANSMISOR DE VIBRACION  
 CONTROLADOR DE VIBRACION

Al. de agua	Med. de agua		

ENTIDAD ORGANIZACION AUTONOMA DE BOGOTA  
 FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
 ESTUDIO TECNICO PARA LA PLANTA  
 DE ASPIRANTE NO SIZONAZOL  
 17 TUBERIA DE TUBERIA E INSTALACION  
 ANTESPUESTA NO SIZONAZOL  
 MODIFICADOR  
 FECHA: 1977  
 DIA: 15  
 MES: 11  
 AÑO: 1977



LINEAS DE PROYECTO  
 LIT. Nº. 4  
 LIT. Nº. 5  
 LIT. Nº. 6  
 LIT. Nº. 7  
 LIT. Nº. 8  
 LIT. Nº. 9  
 LIT. Nº. 10  
 LIT. Nº. 11  
 LIT. Nº. 12  
 LIT. Nº. 13  
 LIT. Nº. 14  
 LIT. Nº. 15  
 LIT. Nº. 16  
 LIT. Nº. 17  
 LIT. Nº. 18  
 LIT. Nº. 19  
 LIT. Nº. 20  
 LIT. Nº. 21  
 LIT. Nº. 22

LINEAS DE SERVICIO

LIT. Nº. 1  
 LIT. Nº. 2  
 LIT. Nº. 3  
 LIT. Nº. 4  
 LIT. Nº. 5  
 LIT. Nº. 6  
 LIT. Nº. 7  
 LIT. Nº. 8  
 LIT. Nº. 9  
 LIT. Nº. 10

SUMINISTRO DE VAPORES

LIT. Nº. 1  
 LIT. Nº. 2  
 LIT. Nº. 3

LINEAS DE SERVICIO

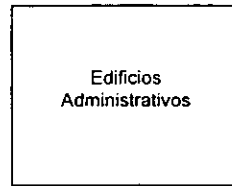
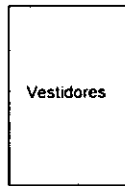
TRANSACCION DE VAPORES  
 CONTROL REGULADOR DE PRESION  
 TRANSACCION DE AGUA  
 CONTROL REGULADOR DE RPM  
 TRANSACCION DE PALANCO  
 MANEJO DE OPERACIONES DE PRESION  
 TRANSACCION DE TEMPERATURA  
 CONTROL REGULADOR DE TEMPERATURA  
 TRANSACCION DE VAPORES REGULADOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 FACULTAD DE CIENCIAS Y SISTEMAS ESENERGIA  
 DISEÑO TECNICO Y PLANIFICACION PARA UNA PLANTA  
 DE ANTIATMOSFERA NO SILENCIOSAS

SISTEMA DE TENDIDO Y MANTENIMIENTO  
 ANTIATMOSFERA NO SILENCIOSAS  
 DESARROLLADOS


### 3.8 PLOT PLAN



fa-01



fa-02



FA-02



FA-01



fa-04



fa-03



FA-03

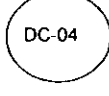
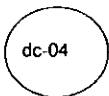
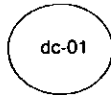
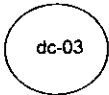


FA-04



FA-05

#### Rack de Líneas de Proceso





### 3.9 SELECCIÓN, DIMENSIONAMIENTO Y ESPECIFICACION DE EQUIPOS DE PROCESO

Antes de mostrar las dimensiones de los equipos necesarios para la planta, es necesario establecer las características de la reacción que se tomaron en cuenta:

TIPO DE ANTIESPUMANTE	% DE EFICIENCIA DE LA REACCION	CANTIDAD DE ANTIESPUMANTE DESEADA	MATERIA PRIMA REQUERIDA
Antiespumante Desarrollado	90 – 96 %	500 kg	312.49 kg de aceite vegetal
			52.08 kg de solvente
Antiespumante Modificado	90 – 93 %	600 kg	156.24 kg de base desarrollada
			26.26 kg de oxido de propileno
			35.93 kg de oxido de etileno
			93.74 kg de alcohol graso
			64.51 kg de solvente
Antiespumante Modificado	90 – 93 %	600 kg	45.16 kg de base organica
			19.35 kg de estabilizador
			516.12 kg de base modificada
			566.99 kg de aceite mineral
			37.95 kg de catalizador
Antiespumante Modificado	90 – 93 %	600 kg	23.07 kg de base siliconada

Estas cantidades de materia prima están referidas para obtener una carga de 500kg de antiespumante desarrollado y 600 kg de antiespumante modificado.

Según especificaciones del código ASME en su sección II, para el transporte de materia prima se recomienda una serie de materiales en la especificación de tuberías así como se recomiendan ciertas velocidades promedio. A continuación se muestra esta información aplicada a este caso.

COMPONENTE EN LA LÍNEA	MATERIAL RECOMENDADO	VELOCIDAD RECOMENDADA (FT/SEG)
ANTIESPUMANTE MODIFICADO		
ANTIESPUMANTE	ACERO AL CARBÓN	6
ACEITE MINERAL	ACERO AL CARBÓN	6
BASE SILICONADA	ACERO AL CARBÓN	6
MEZCLA ACEITE/BASE	ACERO AL CARBÓN	6
CATALIZADORES	ACERO AL CARBÓN	6
REACCION 1	ACERO AL CARBÓN	4
REACCION 2	ACERO AL CARBÓN	4
BASE ORGANICA	ACERO AL CARBÓN	6
ESTABILIZADOR	ACERO AL CARBÓN	4
SOLVENTE	ACERO AL CARBÓN	6
MEZCLA	ACERO AL CARBÓN	6
DESCARGA	ACERO AL CARBÓN	6
NITROGENO	ACERO	6
VAPOR (100 PSIG)	ACERO AL CARBÓN	240
VACIO (0-30 PSIG)	ACERO AL CARBÓN	400

COMPONENTE EN LA LINEA	MATERIAL RECOMENDADO	VELOCIDAD RECOMENDADA (FT/SEG)
ANTIESPUMANTE DESARROLLADO		
ALCOHOL GRASO	ACERO AL CARBON	6
OXIDO DE ETILENO	ACERO/ALEACION	6
OXIDO DE PROPILENO	ACERO/ALEACION	6
ETANOL	ACERO AL CARBON	4
ACEITE VEGETAL	ACERO AL CARBON	6
REACCION	ACERO/ALEACION	4
MEZCLA REACCIONANTE	ACERO/ALEACION	6
MEZCLA FINA	ACERO AL CARBON	6
VAPOR (0-30PSIG)	ACERO AL CARBON	40
VAPOR (0-50PSIG)	ACERO AL CARBON	25
NITROGENO	ACERO AL CARBON	3

Los materiales mencionados anteriormente son los siguientes, para el acero aleación es del tipo SA-515 grado 70, mientras que para el acero al carbón es del tipo USITEN 375-IC.

Para el dimensionamiento de los equipos se consideraron las propiedades, mostradas en las siguientes tablas:

SERVICIOS	PRESION (LB/IN <sup>2</sup> )	DIAMETRO (IN)	FLUJO (L/SEG)	VELOCIDAD (M/SEG)
VAPOR	75	2	0.05	10
NITROGENO	120	1	0.05	10
VAPOR	130	1	0.05	10
PARAFINA	40	2	0.05	10
AGUA P/SA DUREZA	150	2	0.05	10
AGUA P/SERVICIOS	70	2	0.05	10
COMBUSTIBLE	42	2	0.05	10
AIRE P/A APT	100	1	0.05	10

COMPONENTE	CANTIDAD (KG)	VELOCIDAD (m/s)	TIEMPO (MIN)	DENSIDAD (M <sup>3</sup> /S)	FLUJO (M <sup>3</sup> /SEG)	DIAMETRO (in)
ACEITE MINERAL	566.94	1.83	10	0.92	1.027E-3	1
BASE SILICONADA	23.07	1.83	10	2.1	1.831E-5	1/4
MEZCLA ACEITE BASE	590.01	1.83	10	0.88	1.117E-3	1
GAMA ZAPOTES	7.95	1.83	5	3.5	3.614E-5	1/4
REACCION 1	516.12	1.22	10	0.71	1.211E-3	1
ESTABILIZADOR	19.35	1.52	10	0.91	3.544E-5	1/4
BASE ORGANICA	45.16	1.52	10	0.80	9.408E-5	1/4
MEZCLA	64.51	1.52	10	0.81	1.327E-4	1/4
ESTABILIZADOR BASE						
SOLENTE	64.51	1.52	10	0.83	1.295E-4	1/4
REACCION 2	600	1.22	10	0.86	1.162E-3	1 1/4
ANTIESPUMANTE	600	1.83	10	0.90	1.111E-3	1
MODIFICADO						
IMPUREZAS	33.89	---	3	---	---	1/4
IMPUREZAS 2	45.14	---	2	---	---	1/4

COMPONENTE	CANTIDAD (KG)	VELOCIDAD (m/s)	TIEMPO (MIN)	DENSIDAD (M <sup>3</sup> /S)	FLUJO (M <sup>3</sup> /SEG)	DIAMETRO (in)
ALCOHOL VEGETAL	93.64	1.52	10	0.85	1.838E-4	1/2
OXIDO DE ETILENO	50.33	1.83	2 HORAS	1.49	4.6491E-6	1/2
REACCION	10.17	1.22	10	0.95	2.275E-4	1/2
OXIDO DE ETILBENCENO	43.87	1.83	2 HORAS	1.41	4.518E-6	1/2
ETILBENCENO	25.86	1.22	10	0.95	2.108E-4	1/2
ACEITE VEGETAL	17.40	1.83	10	0.86	6.085E-4	1/2
SOLVENTE	12.18	1.22	10	0.78	1.112E-4	1/2
MEZCLA ACEITE VEGETAL-SOLVENTE	29.58	1.22	10	0.87	7.022E-4	1
ANTIESPUMANTE DESARROLLADO	7.500	1.83	10	0.88	9.469E-4	1
IMPUREZAS	14.40	---	2 HORAS	---	---	1/2
IMPUREZAS 2	19.31	---	4 HORAS	---	---	1/2

El dimensionamiento de los equipos para ambos procesos en función de las características anteriormente definidas se muestran a continuación:

**ANTIESPUMANTES DESARROLLADOS**

EQUIPO	DIMENSIONES	CONSIDERACIONES
E-01 Antiespumante desarrollado	D=2400 mm L=2400 mm H=1800 mm	Capacidad = 7000 m <sup>3</sup> Materia = Acero inoxidable S= 2800
E-02 Antiespumante desarrollado	D=2400 mm L=2400 mm H=1800 mm	Capacidad = 7000 m <sup>3</sup> Materia = Acero inoxidable S= 5170
E-03 Antiespumante desarrollado	D=2400 mm L=2400 mm H=1800 mm	Capacidad = 7000 m <sup>3</sup> Materia = Acero inoxidable S= 5170
E-04 Antiespumante desarrollado	D=2400 mm L=2400 mm H=1800 mm	Capacidad = 7000 m <sup>3</sup> Materia = Acero inoxidable S= 2800
E-05 Antiespumante desarrollado	D=2400 mm L=2400 mm H=1800 mm	Capacidad = 7000 m <sup>3</sup> Materia = Acero inoxidable S= 43670
E-06 Antiespumante desarrollado	D=2400 mm L=2400 mm H=1800 mm	Capacidad = 7000 m <sup>3</sup> Materia = Acero inoxidable S= 43670
E-07 Antiespumante desarrollado	D=2400 mm L=2400 mm H=1800 mm	Capacidad = 7000 m <sup>3</sup> Materia = Acero inoxidable S= 2800
E-08 Antiespumante desarrollado	D=2400 mm L=2400 mm H=1800 mm	Capacidad = 7000 m <sup>3</sup> Materia = Acero inoxidable S= 2800

### ANTIESPUMANTES MODIFICADOS

EQUIPO		DIMENSIONES		CONSIDERACIONES
FA-01	Tanque de almacenamiento de Acido nítrico	D = 2400 mm L = 8000 mm E = 306 mm	Capacidad = 169 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-02	Tanques de almacenamiento de antiespumantes modificados	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-03	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-04	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-05	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-06	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-07	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-08	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-09	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-10	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-11	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-12	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-13	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-14	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-15	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-16	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-17	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-18	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-19	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	
FA-20	Tanques de almacenamiento de agua de lavado	D = 1200 mm L = 2000 mm E = 306 mm	Capacidad = 6 m <sup>3</sup> Material = Acero al carbono SA-285C	

# **CAPITULO**

# **4**



## **CAPITULO 4 ESTUDIO DE MERCADO PARA ANTIESPUMANTES NO SILICONADOS**

### **4.1 GENERALIDADES**

Un proyecto supone la indicación de los medios necesarios para su realización y la adecuación a de esos medios a los resultados que se persiguen. El análisis de estas cuestiones se hace en los proyectos no solo del punto de vista económico sino también técnico y financiero así como administrativo y funcional.

En general la realización de un proyecto supone una inversión, esto es un capital ya sea propio o de terceros o una combinación de estos, que se pone en juego con el objeto de operar una empresa. Se constituye por la suma del valor de los bienes, servicios y efectivo existente y necesario para realizar las funciones de producción, distribución y venta de bienes y/o servicios. Por lo que toda empresa requiere la evaluación de inversiones, esto es, se debe buscar la máxima productividad de los recursos asegurando así la rentabilidad de la inversión.

La rentabilidad de un proyecto se puede establecer como la diferencia entre los ingresos generados y los egresos incurridos, tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

Los egresos o gastos derivados de un proyecto incluye la inversión inicial y todos los costos o gastos subsecuentes de operación y mantenimiento incluyendo impuestos.

El pronóstico de la rentabilidad de un proyecto, requiere de información generada por diferentes especialistas para elaborar una serie de estimados de costo. La rentabilidad esperada y la subsecuente decisión de llevar a cabo un proyecto, depende de la exactitud de estos estimados, por lo cual la importancia relativa de cada estimado y la validez de las suposiciones asumidas, que deben ser lo más acertada posible para obtener resultados confiables.

La evaluación de una inversión se realiza considerando un período de tiempo para el análisis y proyecciones de los datos. Los ingresos incluyen ventas y otras entradas, así como el valor de rescate la recuperación del capital al final de la vida útil del proyecto. Una decisión para llevar a cabo un proyecto involucra requerimientos a largo plazo de capital así como otros recursos. El valor del dinero en el tiempo es fundamental en la evaluación de la inversión entre los factores que se deben considerar están la incertidumbre de la estimación de costos, la posibilidad de fallas de operación, la posible obsolescencia prematura, la sensibilidad del proyecto en función de la demanda y precios así como la competencia. Aplicando adecuadamente un criterio, tomar una decisión es comparar las utilidades esperadas contra una rentabilidad mínima de referencia, lo cual se calcula de la manera que sea al menos la tasa de costo de obtención de capital por la empresa.

Los costos y gastos que se incurren en un proyecto se pueden separar en dos grupos principales.

#### 4.1.1 COSTO DE INVERSIÓN

- a) **Gastos previos:** son los gastos en que se incurre durante la concepción, planeación y decisión de llevar a cabo un proyecto, incluye a su vez diferentes investigaciones y estudios entre los que se destacan:

Estudio de mercado. A grandes rasgos un estudio de mercado analiza la reacción del medio externo del producto a una empresa, examinando las características de los consumidores. Esta información ayuda a determinar las necesidades de una empresa en materia de adquisición y transformación.

Estudio Técnico. Engloba la selección de los medios de producción, así como la organización de la actividad productiva. La realización de los estudios técnicos son imprescindibles ya que los demás estudios depende de esto. Para concluir si una idea de inversión puede o no ser realizable. En un enfoque sistemático el proceso implica un estudio a fondo en materias primas entrega de bienes y caracterización del producto en sí.

Aspectos de Medio Ambiente. Comprende un estudio entre la actividad humana y sus consecuencias con el entorno que lo rodea. Al contaminar se deben considerar todos aquellos factores que son necesarios para restablecer el equilibrio natural.

Estudio Financiero. Este estudio contiene las inversiones, el financiamiento, los presupuestos de operación y los estados financieros proforma. La formulación del proyecto termina con estos apartados y a su vez la evaluación se inicia con los mismos por lo que representa un puente entre la formulación y la evaluación.

- b) **Inversión.** Las inversiones de un proyecto representan el capital. Por lo tanto el análisis y el cálculo de inversiones en los estudios previos tiene una caracterización productiva y no especulativa.
- c) **Capital de Trabajo.** Para evaluaciones económicas, el capital de trabajo es el monto de dinero necesario para iniciar las labores de producción y ventas de la empresa, hasta el momento en que esta es capaz de generar una cantidad de ingresos suficientes para cubrir el total de sus costos y gastos. El capital de trabajo sigue el ciclo de dinero-producto, servicio-dinero, por lo que es finalmente efectivo. Sin embargo, puede existir una parte que permanece inmovilizado como inventarios y cuentas por cobrar, aunque en general es de realización en corto plazo.

#### **4.1.2 COSTOS ANUALES O DE PRODUCCION**

Estos costos representan todas las erogaciones realizadas, desde la adquisición de la materia prima hasta su transformación en artículos de consumo o de servicio. Los costos de producción se dividen en gastos directos (o variables) y gastos indirectos (o fijos).

#### **4.1.3 EVALUACION FINANCIERA**

La evaluación financiera del proyecto es un análisis microeconómico, tomando como objeto de investigación a la unidad productiva considerando únicamente los efectos directos en costos, gastos e ingresos valorados a precios de mercado.

Los resultados de la evaluación se expresan en conjunto de indicadores que miden los beneficios esperados, las ventajas de realizar la inversión, los cuales sirven para decidir si los recursos se arriesgan o se destinan a otra actividad o bien se dejan donde están.

#### **4.1.4 EVALUACION ECONOMICA**

Es aquella que se realiza en función del “ bienestar” económico de la sociedad en su conjunto, y no desde la perspectiva de un agente económico particular como puede ser un empresario, una organización o una empresa.

#### **4.2 ESTUDIO DE MERCADO**

La viabilidad técnica y económica en un proyecto exigen un fundamento en cada uno de los aspectos que la integran tales como adquisición, insumos y materias primas así como la transformación y la comercialización de los productos. El punto de partida es el estudio de mercado. De no existir una demanda suficiente se dice que este carece de base económica. Entre los puntos básicos a considerar en un estudio de mercado están:

- La definición del bien a producir
- El análisis del consumidor
- El análisis del medio competitivo
- Proyección de la demanda
- Plan de comercialización

#### 4.2.1 IDENTIFICACIÓN DE PRODUCTO

Los productos se clasifican desde un punto de vista económico en:

- a) Bienes de consumo final
- b) Bienes intermedios
- c) Bienes de Capital y Servicio

#### 4.2.2 ANALISIS DEL CONSUMIDOR

Para definir el consumidor es necesario conocer las necesidades que satisface el producto, cual el segmento de mercado que atenderá y el método de compra.

Necesidades del consumidor. Están determinadas por toda una complejidad de móviles fisiológicos, sociológicos y psicológicos. En un sentido estricto las necesidades están ligadas a las exigencias de nutrición y la satisfacción de necesidades. Las preferencias del consumidor dependen de sus necesidades.

Segmento de mercado. Para que un producto responda satisfactoriamente a las necesidades de los consumidores es necesario dividirlos en grupos o segmentos de mercado. Además de las características socioeconómicas o demográficas, los segmentos se definen de acuerdo a cada necesidad, influyendo al final en el precio promoción y distribución.

Proceso de compra. Durante este proceso se examina a quienes deciden comprar el producto. Los consumidores toman las decisiones de compra de diversas maneras, el modo en que se toman estas decisiones influyen los

aspectos de promoción, fijación de precios y plan de distribución. Al elaborar un sistema de distribución, los fabricantes deben tener presentes los lugares donde compran los consumidores.

Investigación de mercado. A través de la investigación de mercado se determina las necesidades de los consumidores. El proceso consta de cuatro etapas:

- a) Especificación de datos.
- b) Determinación de la fuente.
- c) Métodos de recopilación.
- d) Análisis de Datos.

#### **4.2.3 ANALISIS DE LA COMPETENCIA**

Los proyectos industriales no existen aislados, sino que compiten en un mercado repleto de empresas y productos semejantes. El éxito depende de su capacidad para competir. El análisis de mercado debe examinar la estructura de los oferentes, la base en la que se fundamenta la competencia y las limitaciones del medio.

#### **4.2.4 ESTRUCTURA DE MERCADO**

Esta ha sido objeto de interés por parte de los economistas que estudian las organizaciones industriales y el medio competitivo tiene gran importancia para toda empresa que intente introducirse en el mercado. Al estudiar la estructura del mercado se deben identificar a los competidores ya sean empresas públicas o privadas, regionales, nacionales o multinacionales; así como productos nuevos o tradicionales.

#### **4.2.5 COMPETENCIA**

La competencia ocurre simultáneamente en función de varios parámetros, tales como precios y calidad. El precio es un medio para indicar la sensibilidad de los consumidores. La calidad da valor al producto y define la preferencia del consumidor.

Para calcular las repercusiones de los planes de comercialización se requiere pronosticar la demanda, para ello deben considerarse las materias primas y la capacidad de la planta. Los métodos de previsión se clasifican en tres clases: juicio, análisis de series cronológicas y modelos causales.

#### **4.2.6 PLAN DE COMERCIALIZACION**

Tiene por objeto colocar el producto en la situación más ventajosa considerando:

- a) Diseño del Producto
- b) Fijación del Precio
- c) Promoción de Ventas
- d) Distribución

#### **4.2.7 PERFIL DEL PRODUCTO**

##### **a) Identificación del Producto:**

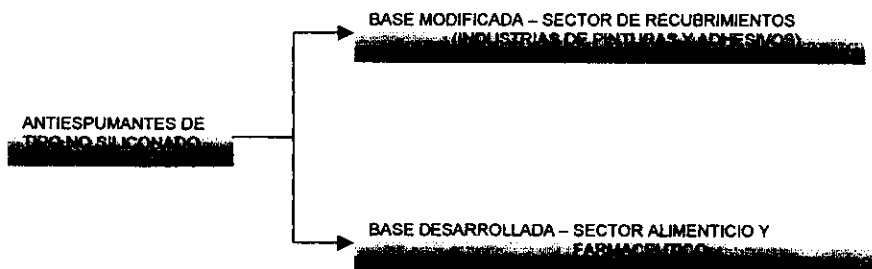
**ANTIESPUMANTE NO SILICONADO** – Este producto empezó a introducirse en el mercado a partir de 1980 como sustituto de antiespumantes



Siliconados. Se denomina como un aditivo o químico intermedio. Funciona como inhibidor de espuma en una serie de productos que van desde recubrimientos (pinturas y adhesivos) hasta productos alimenticios y farmacéuticos.

Es líquido a temperatura ambiente, presenta una coloración que va desde amarillo hasta el ámbar. Su base química puede ser un polímero de silicono modificado o bien un éster de ácido graso modificado. Es compatible en toda proporción con agua. El producto en si no es tóxico, sin embargo durante su elaboración se debe de cubrir una serie de normas extremas de seguridad.

#### b) Sectores a cubrir en el mercado:



#### Industrias que constituyen la competencia:

- ALKEM MEXICO SA DE CV
- ALQUIMIA MEXICANA SA DE CV
- AQUAQUIM SA DE CV
- BARMEX SA DE CV
- BAYER DE MEXICO SA DE CV
- BECCO INDUSTRIAL SA DE CV
- NAKASHIMA SA DE CV
- OMEGA CHEMICALS SA DE CV
- POLIUREQUIMICA SA DE CV
- PRODUCTOS BLITZER SA DE CV
- PRODUCTOS DE SILICON SA DE CV
- EXCEL QUIMICOS SA DE CV
- QUIMICA MARC SA DE CV
- QUIMICA SAN DIEGO SA DE CV
- QUIMICA VANTAM SA DE CV
- QUIMICAGUA PRODUCTOS QUIMICOS, AGUA Y PAPEL SA DE CV
- QUIMIPRODUCTOS SA DE CV
- SERVICAL DMEXICANA SA DE CV

- CHEM QUIMICA SA DE CV
- CHRISTIANSON SA DE CV
- CIBA ESPECIALIDADES SA DE CV
- DOW CORNING MEXICO SA DE CV
- GOLDSCHIMDT QUIMICA SA DE CV
- GUMPS QUIMICA SA DE CV
- HENKEL MEXICANA SA DE CV
- INDUSTRIAS NEPTUNO SA DE CV
- INTERTRADE SA DE CV
- PROSEL SA DE CV
- PYCOMSA SA DE CV
- QUIM DE MEXICA SA
- QUIMAE SA DE CV
- QUIMICA BLANTEX SA DE CV
- QUIMICA DEL ATLANTICO SA DE CV
- QUIMICA DEL NORESTE SA DE CV
- QUIMICA DEL OESTE SA
- QUIMICA HOECHST DE MEXICO SA DE CV
- SILICONES Y PRODUCTOS QUIMICOS SA
- TECHNICS INTERNATIONAL
- WACKER MEXICANA SA DE CV
- WATSON PHILLIPS Y CIA SUCS SA DE CV
- ZETA SA DE CV

### **c) Bases de la Competencia:**

La competencia actual esta a la vez tanto abierta como restringida, ya que en el mercado actual la competencia existente es muy amplia, las condiciones se basan en aquel producto que cumple con los requerimientos del cliente, sin importar el tamaño de la compañía, de hecho cada compañía posee su propia forma tecnológica de producción. Por lo que las posibilidades de todas las compañías es la misma , teniendo como única limitante la infraestructura misma.

### **d) Situación Económica Actual:**

En forma comercial, los antiespumantes no siliconados poseen las siguientes características:

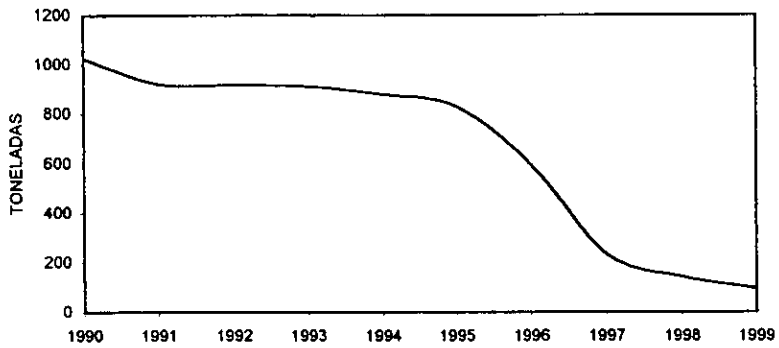
TIPO DE ANTIESPUMANTE	CLASIFICACION	CLAVE	CICLO DE VENTAJA

Su situación actual se define en los siguientes términos: Solo se conocen cantidades de Exportación e Importación, la cantidad real de la producción nacional no se conoce, ya que cada compañía maneja esta información en forma confidencial. Solo se sabe que parte de la producción de cada compañía es para consumo nacional y en los casos de exportación se mencionan varios países de Centroamérica. Para darse una idea de la cantidad real de antiespumante NO siliconado que se produce se coincide en que la cantidad que se importa corresponde a solo el 30 o 40 % de la producción total.

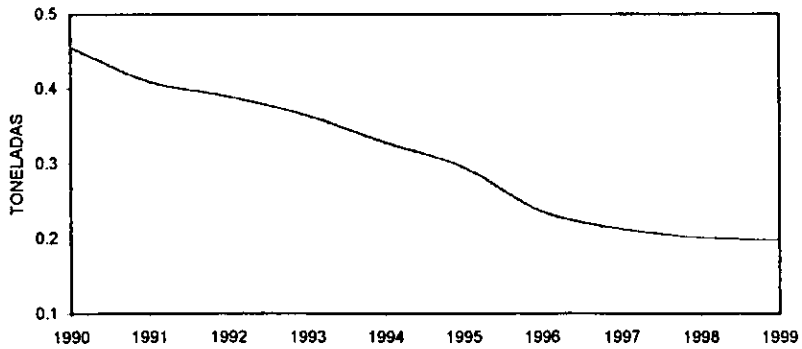
La cantidad de consumo de antiespumante no siliconado para el presente trabajo toma como base la cantidad que se importa en el caso de los antiespumantes de tipo desarrollado y la cantidad que se exporta en el caso de los modificados.

#### 4.2.8 IMPORTACION:

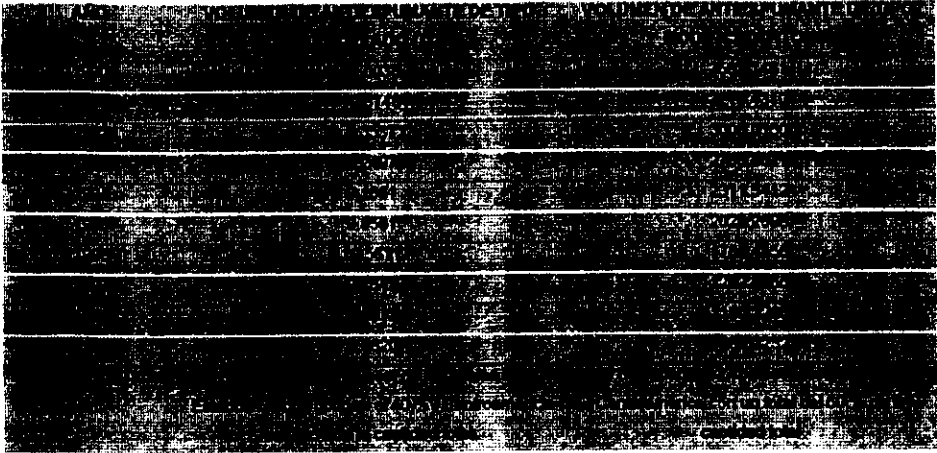

**DATOS DE IMPORTACION PARA ANTIESPUMANTES NO SILICONADOS DE TIPO DESARROLLADO**



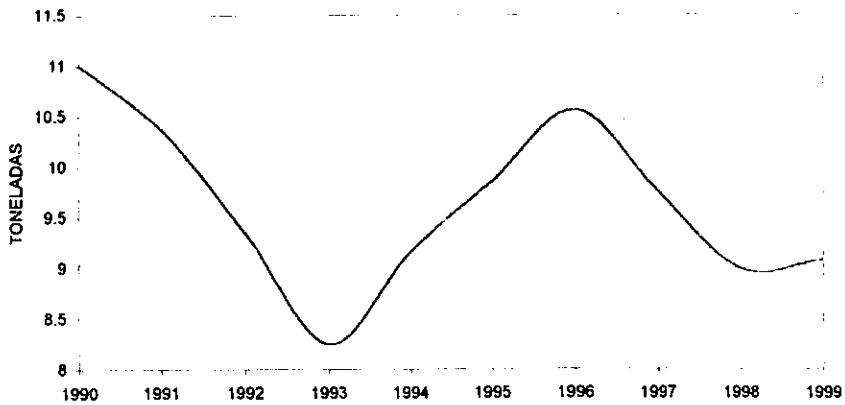
**DATOS DE IMPORTACION PARA ANTIESPUMANTES NO SILICONADOS DE TIPO MODIFICADOS**



#### 4.2.9 EXPORTACION:



DATOS DE EXPORTACION PARA ANTIESPUMANTES NO SILICONADOS DE TIPO DESARROLLADO



**DATOS DE IMPORTACION DE ANTIESPUMANTES NO SILICONADOS DE TIPO MODIFICADO**



Como se puede apreciar en los gráficos anteriores, las cantidades importantes que definen el mercado son las importaciones en el caso de los antiespumantes no siliconados de tipo desarrollado y las exportaciones en el caso de los antiespumantes en el caso de los antiespumantes no siliconados de tipo modificado.

### **4.3 ANALISIS FINANCIERO**

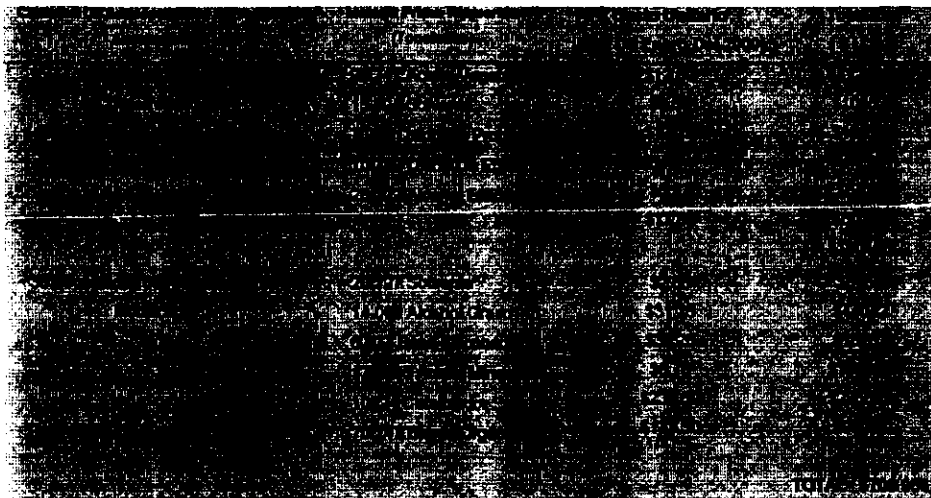
Durante la fase de estudio técnico, el objetivo es el conocer todos los factores que rodean la manufactura de un proceso determinado, tales como saber si son o no aplicables y en que condiciones. La finalidad del análisis financiero es saber si estas ventajas son aplicables y reales.

El objetivo básico es la justificación de la viabilidad del proyecto, al tener las bases para decir si es posible llevarlo a cabo. Este estudio involucra:

- Estudio de las materias primas:
  - Características
  - Requerimientos
  - Disponibilidad
  - Localización
- Estudios de costos del proyecto:
  - Costos de Materia Prima
  - Costos de Equipo
  - Costos de Producción

#### **a) Materias primas requeridas:**

A continuación se muestra una relación de la cantidad de materia prima requerida para poder producir antiespumantes desarrollados y modificados durante un año:

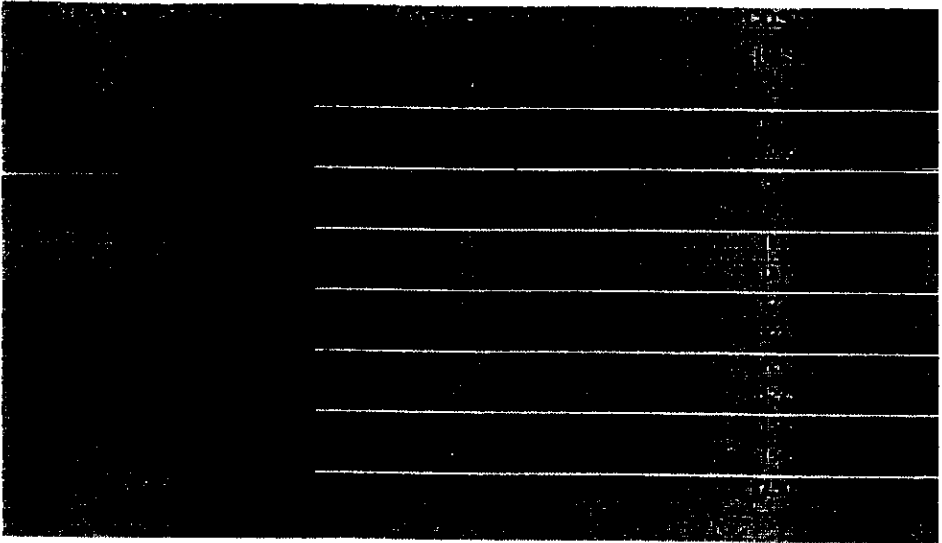


Los precios anteriores corresponden al promedio dado por 2 o 3 empresas. A continuación se muestra una relación de las compañías que comercializan las materias primas requeridas:

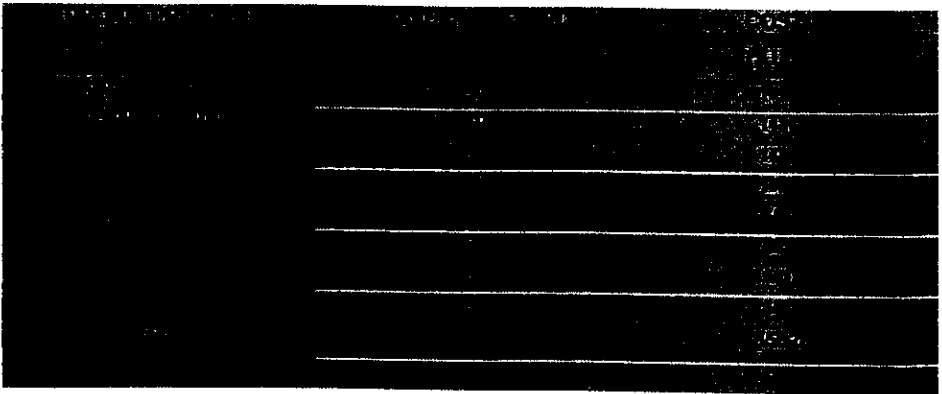
- WACKER CHEMICAL CO.
- QUIMICA HOECHT DE MEXICO
- NOPCO
- NATIONAL STARCH CHEMICAL
- ESPECIALIDADES QUIMICAS DE MEXICO
- PROMOTORES Y CATALIZADORES DE MEXICO
- HENKEL PROCESS CHEMICALS
- J.T. BECKER ESPECIALIDADES
- GRUPO INDUSTRIAL COMEX
- GRUPO INDUSTRIAL PINTEX
- QUIMICOS INDUSTRIALES SA
- ESSO DE MEXICO
- IUSA - MEXICO DIVISION LUBRICANTES
- SHEM LUBRICANTES
- TEXACO MEXICO
- PRODUCTOS QUIMICOS INDUSTRIALES
- ALIEN QUIMICOS
- GRUPO CORPORATIVO RESISTOL
- GRUPO INDUSTRIAL RYDESA
- Y EN ALGUNOS CASOS OTRAS COMPA&IAS MANUFACTURERAS DE ANTISPUMANTES



**b)Costos de equipo:**

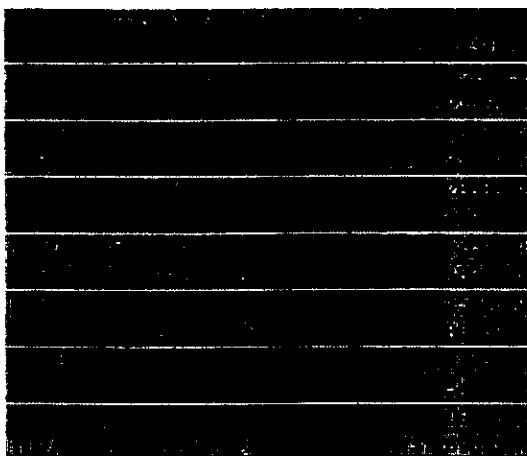


A table with 6 rows and 2 columns. The entire table is completely redacted with a solid black fill.



A table with 6 rows and 2 columns. The entire table is completely redacted with a solid black fill.

**c)Costo de producción:**



**d)Costo Total = \$ U.S. 1979857.46**

#### **4.4 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

**a) Definiciones y Conceptos Básicos**

**Evaluación Financiera:** La evaluación financiera del proyecto es un análisis de tipo microeconomico, tomando en base una investigación de la unidad de producción a desarrollar y los efectos directos en costos, gastos e ingresos valorados a precios de mercado. Los resultados de la evaluación se expresan en un conjunto de indicadores que miden los beneficios esperados, las ventajas de realizar la inversión, lo que sirve para definir si los recursos se arriesgan o se destinan a otra actividad o bien se dejan donde están. Los elementos claves de una evaluación son:

- El monto de la inversión
- Valores residuales y recuperaciones
- Ingresos y egresos de operación
- Horizonte de proyectos

**Rentabilidad:** Este termino es muy usado para reflejar la conveniencia o no, de llevar a cabo una inversión, si es rentable es aceptable o viceversa. La rentabilidad se entiende como la búsqueda y obtención de máximas utilidades con respecto a un volumen de inversión dado. La definición se relaciona con las utilidades o beneficios y las inversiones mismas, en una relación a un patrón dado. La maximización de esta relación aumenta la rentabilidad con respecto a un parámetro fijado. Las utilidades o beneficios pueden ser de tipo economico-financiero y/o economico-social, el parámetro de comparación generalmente un costo de oportunidad. En términos actuales, la rentabilidad se expresa como una tasa de rendimiento libre de riesgo, esto es la que ofrece el mercado de dinero a través de los bancos con un rendimiento fijo.

**Flujo de Efectivo:** Debido a que los proyectos se llevan a cabo en un periodo de varios años, y a que el tiempo tiene un valor monetario, los principales métodos actuales para evaluar inversiones son los que consideran el valor del dinero a través del tiempo. Estos métodos se basan en comparar los ingresos y los egresos de un proyecto a una fecha dada, comúnmente la fecha de inicio de operaciones del proyecto. De esta forma, para la aplicación de estos métodos, lo que se realiza en primer lugar es restar los ingresos menos los egresos para cada año o lapso en que se divida el total del proyecto, obteniendo así el flujo de efectivo.

$$FE_n = I_n - E_n$$

Antes de que inicie la operación de la planta, normalmente no se tienen ingresos, por lo que el flujo de efectivo será determinado exclusivamente por los egresos y tendrá un valor negativo.

**Periodo de Recuperación:** Es el periodo de años que una empresa necesita para recuperar su inversión original a partir de los flujos netos de efectivo (Ingreso neto de operación menos impuestos y un valor de depreciación dado). Aunque el periodo de recuperación se puede estimar, pueden intervenir decisiones erróneas que afecten el valor real del tiempo.

**Valor Presente Neto:** Es la diferencia entre los ingresos y los egresos de un proyecto, pero diferidos a una misma base de tiempo.

**Periodo de Recuperación:** Representa el tiempo en que las utilidades obtenidas permiten recuperar la inversión inicial. El periodo de recuperación de la inversión se puede determinar a partir del flujo de efectivo o a partir del flujo de efectivo descontado.

**Inflación:** Los métodos descritos anteriormente consideran el valor del dinero a través del tiempo y se pueden aplicar en análisis a precios constantes o a precios corrientes. El considerar precios constantes quiere decir que todos los precios y los costos permanecen en equilibrio a la inflación, es decir que no se considera el efecto de la inflación sobre estos precios. Para esto se llevan todos los costos y precios a una fecha base en la cual se realiza la evaluación y la rentabilidad obtenida representara en forma aproximada la rentabilidad del proyecto por encima del efecto inflacionario. La tasa de rentabilidad obtenida a precios corrientes se puede comparar con la tasa mínima aceptable sin deflactar. Para la actualización de precios y costos estimados a una fecha base, así como para pronósticos a corto plazo, se emplean datos estadísticos de indicadores económicos de equipos para equipos, materiales, insumos, mano de obra y servicios tanto nacionales como internacionales, reportados en el boletín de

índices para ajustes de precios de la CFE y el boletín de Índices de precios del Banco de México, con el cual se generan distintos modelos de costos de equipos de inversión, así mismo a través de modelos planteados se pueden obtener pronósticos de comportamiento confiable a corto plazo. Con base a estos indicadores y de acuerdo a la composición de cada bien o servicio se desarrollan fórmulas de escalación compuestas y específicas para cada concepto.

**Análisis de Sensibilidad:** Para cubrirnos de factores que al modificarse pueden modificar al proyecto, tales como exactitud de los estimados de inversión, precios y costos considerados, cambios en la demanda del producto, problemas de operación que no permitan obtener el 100 % de producción y otras contingencias, existen métodos de determinación y de probabilidad. En estos métodos se simula el comportamiento del proyecto variando algún parámetro para probar la sensibilidad del proyecto a las variaciones que sufra el parámetro seleccionado.

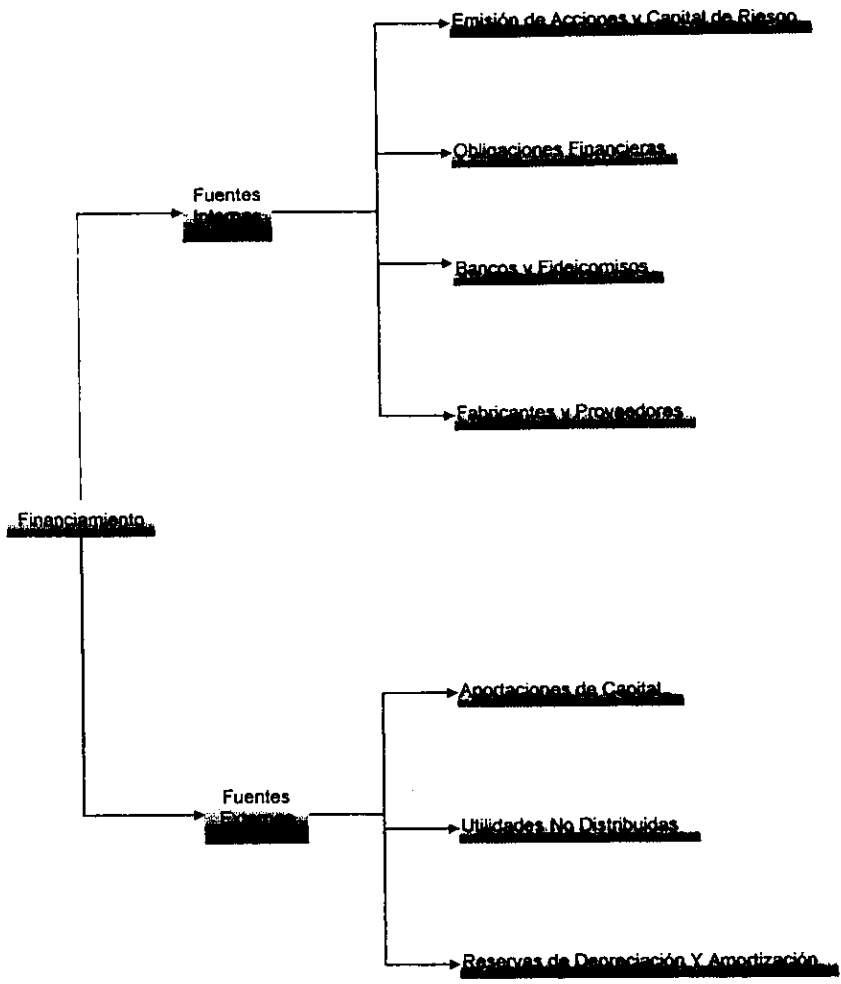
Otros factores a incluir en la rentabilidad del proyecto son los costos de las materias primas y algunos servicios auxiliares. Los ingresos por ventas están sujetos a fluctuaciones, ya que puede presentarse que no se produzca lo esperado o que no se venda el total de lo esperado. Por otro lado el aumento o decremento de la demanda puede tener un efecto en el precio de venta, así como en la aparición de competidores en el mismo producto o similares.

Además del grado de precisión del estimado, existe un grado de incertidumbre en los diferentes estimados de costo y pronósticos de precios en sus distintos comportamientos con respecto a la inflación, así como la serie de imponderables que se pueden presentar a lo largo de la vida del proyecto. Los estimados de los componentes se pueden llevar a cabo a partir de un análisis estadístico, mediante la incorporación de valores subjetivos de probabilidad y suponiendo una distribución normal de probabilidad para aquellos factores cuya distribución de probabilidad se conoce.

**Financiamiento:** Es necesario que se definan las necesidades de recursos financieros, el origen de los mismos y las condiciones en que serán otorgados para ejecutar el proyecto. Esta es una preocupación que debe plantearse desde la identificación de la idea e irse aclarando y precisando paulatinamente. El esquema para el financiamiento del proyecto, necesariamente, implica un análisis del costo capital, detectando la opción más conveniente para la empresa, esto es la fuente de recursos más accesible y económica de operar, lo que implica el conocer todas las alternativas existentes. Las necesidades de inversión se expresan como el monto de recursos financieros que la empresa necesitara. De este modo para determinar el financiamiento global que demandara el proyecto se debe tomar en cuenta:

- La clasificación de las inversiones
- El programa de inversiones mensual o bimestral
- La aportación de capital y/o el flujo de caja

Es necesario detectar y analizar las fuentes de financiamiento posibles para el proyecto, siendo realista desde un principio en cuanto al acceso para cada una de ellas. En general los recursos se pueden obtener del siguiente esquema:



## **b) Localización del Proyecto:**

En general es valido afirmar, que la mejor ubicación del proyecto se encuentra en el lugar en la cual la suma de todos los costos de operación es mínima. Cabe aclarar que en algunos casos, la ubicación implica tamaño y tecnología diferentes a las que se había previsto. Algunos factores a considerar son:

- Localización de las materias primas
- Disponibilidad de la mano de obra
- Terrenos Disponibles
- Combustible Industrial
- Facilidad de Transporte
- Localización del mercado y su magnitud
- Facilidades de Distribución
- Disponibilidad de Energía eléctrica
- Disponibilidad de agua
- Condiciones de Vida
- Leyes y Reglamentos
- Clima

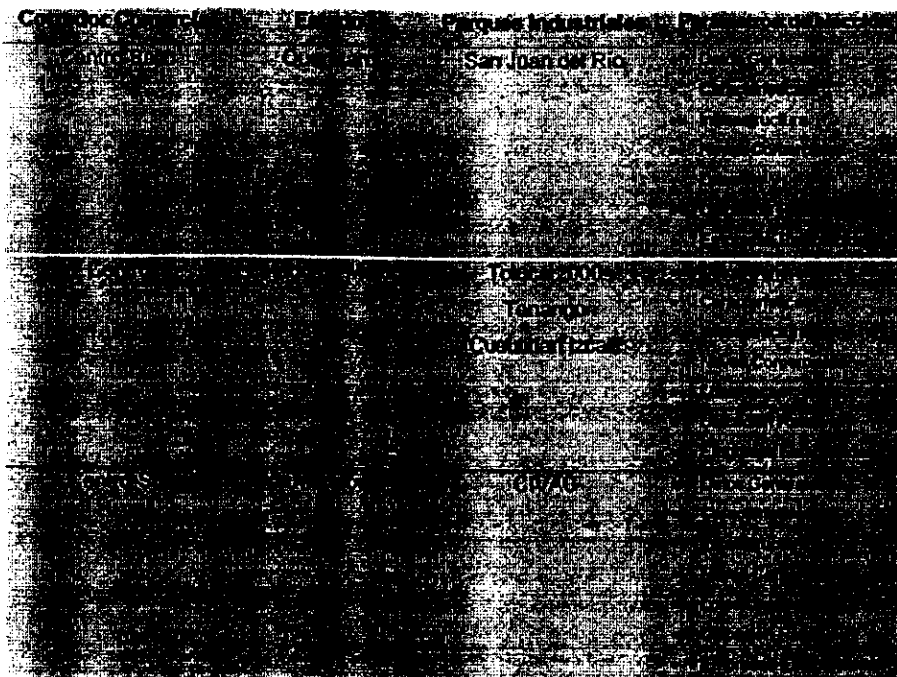
No todos los factores tienen la misma importancia, así que en la práctica, se deben distinguir los factores vitales (aquellos con los cuales el proyecto depende fundamentalmente y que están previstos) de los factores importantes (aquellos que son necesarios pero que pueden modificarse) y de los factores deseables.

Para el caso del presente proyecto de todos los anteriores, los siguientes factores son determinantes en para la ubicación de la planta:

- Materias Primas: Cercanía a aquellas empresas que las comercializan

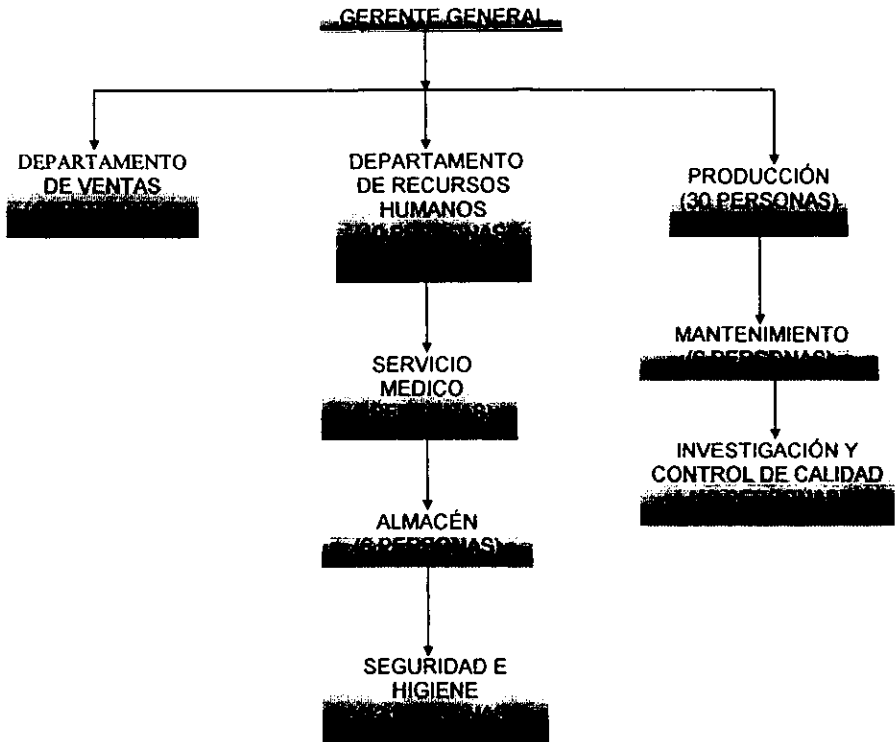


- Corredor Comercial: Localización de las principales rutas comerciales del producto y la ubicación de la competencia así como de los clientes potenciales.
- Parques Industriales: Aquellos que poseen la infraestructura requerida y disponibilidad, además de la importancia de los primeros puntos.



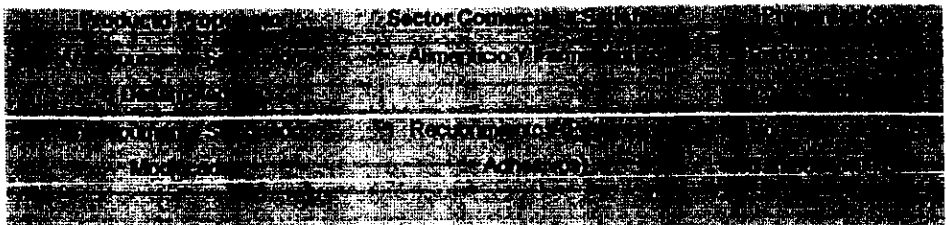
En base a estos parques industriales, el que cumple satisfactoriamente con la mayoría de los factores planteados, es el parque industrial de CIVAC.

Se prevé una estructura organizacional para la empresa de la siguiente forma:



TOTAL DE PERSONAL REQUERIDO: 93 PERSONAS

### c) Presentación Comercial del Producto:



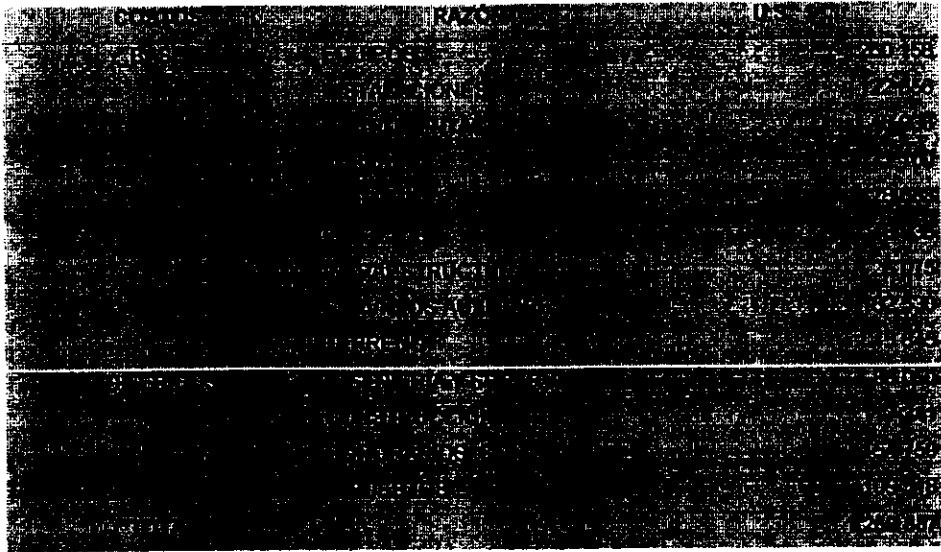
### CONSIDERACIONES ECONÓMICAS:

- El primer año se producirá el 60 % de la capacidad real de la planta.
- Se prevén ventas anuales del 85 % de la producción.
- Se realiza un estudio económico de aquí a los próximos 10 años.
- Se toma como base una tasa de crecimiento anual del 10 % en la producción.
- Se considera un incremento en los salarios anual en base a la situación real del mercado (teniendo como base 10 %).
- Se considera una inflación anual no mayor al 12 % en materias primas, servicios y equipo. (se toma como 12 % en cada año)
- Se toma como base una depreciación del 10 % anual en equipos, oficinas e instalaciones.
- Se considera una tasa de cambio de \$ 10.00 M.N. / \$U.S.
- Se considera un valor proporcional al 15% de utilidad anual como I.S.R.

**d) Análisis de Costos:**

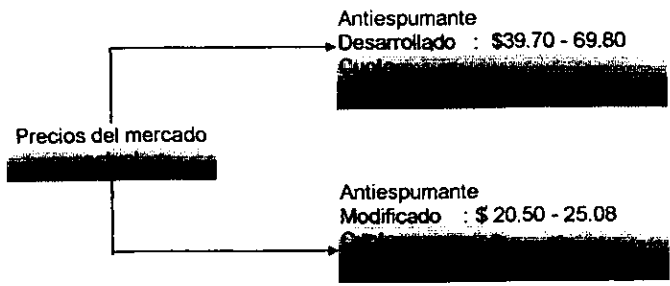
- COSTOS DE MATERIAS PRIMAS (Variable-anual) : US \$ 717 583

- COSTOS FIJOS:



- COSTO TOTAL : \$ U.S. 1 987 470





**f) Análisis de Sensibilidad:**

**- COSTOS DE SERVICIOS**

SERVICIOS	COSTO UNITARIO PES	CLAVE
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

**- ESTUDIO DE COSTO DE SERVICIOS EN LOS PRÓXIMOS 10 AÑOS**

[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]



- ESTADO DE RESULTADOS:

AÑO:	
IMP. CREDITOS	
VENTAS	
INGRESOS FISCALES	
COSTOS VARIABLES	
IMP. INDIRECTOS	
GASTOS SALARIOS	
GASTOS DE OPERACION	
DEPRECIACION	
IMP. S.R.	
GASTO NETO	
DEPRECIACION	
IMP. UTILIZACION	
GASTO DE EFECTIVO	

AÑO:	
IMP. CREDITOS	
VENTAS	
INGRESOS FISCALES	
COSTOS VARIABLES	
IMP. INDIRECTOS	
GASTOS SALARIOS	
GASTOS DE OPERACION	
DEPRECIACION	
IMP. S.R.	
GASTO NETO	
DEPRECIACION	
IMP. UTILIZACION	
GASTO DE EFECTIVO	



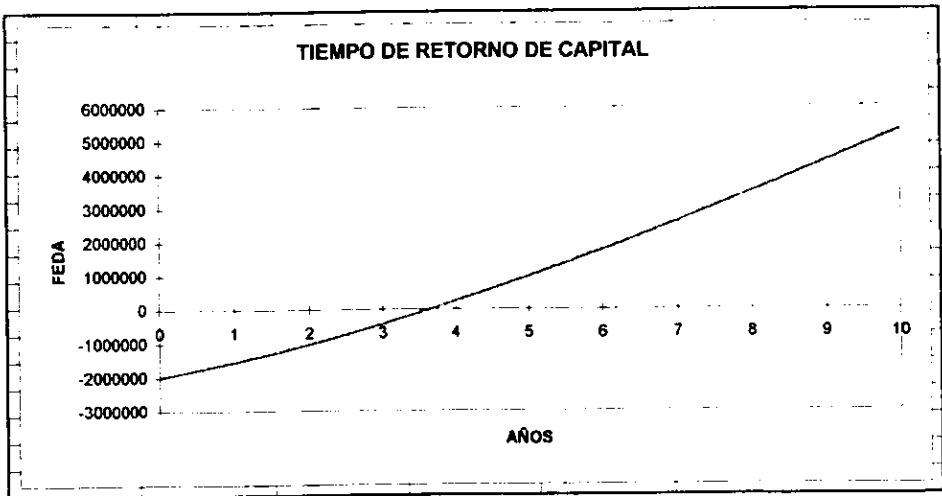
AÑOS
ACTIVO
DEBITOS
DE FUDOS
DE VARIABLES
DE DEBITIVA
DE PASIVOS
DE OPERACIONES
DE UTILIDAD
DE RESERVA
DE UTILIDAD NETA
DE DEPRECIACION
DE AMORTIZACION
DE FLUJO DE EFECTIVO

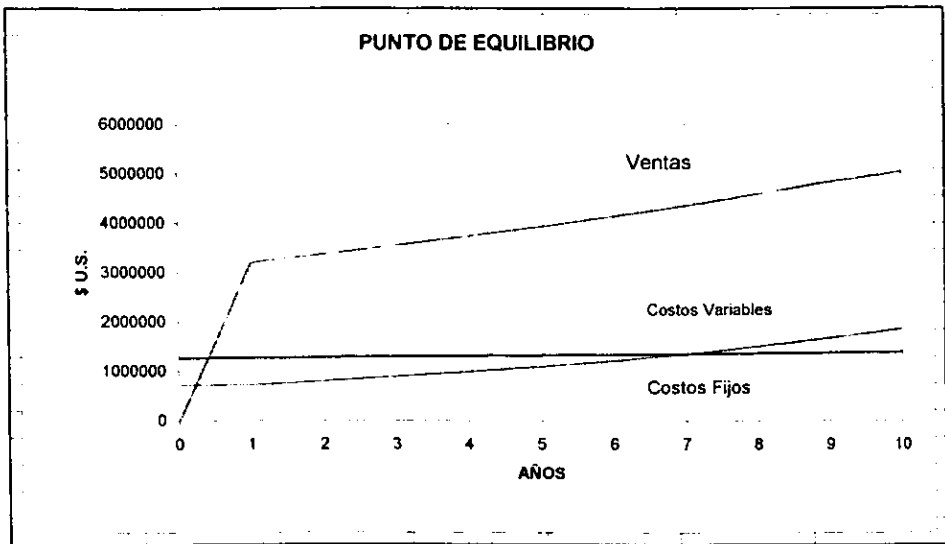
- TABLA DE FLUJO DE EFECTIVO:

AÑOS	FLUJO DE EFECTIVO	INVERSIONES	FINANCIACION	DEPRECIACION	AMORTIZACION
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

- TABLA DE INGRESOS Y EGRESOS ANUALES:

CANTONALES	
	22038
	2276
	225703
	200758
	221978
	233331
	240019
	202246
	27620
	200107





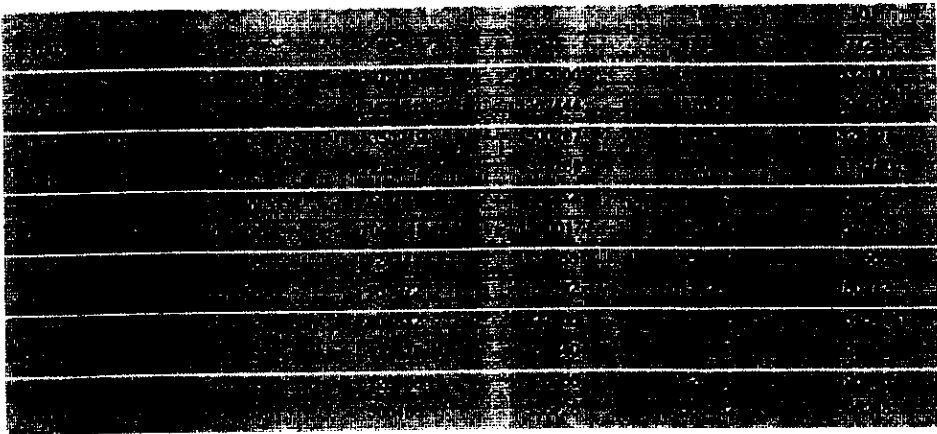
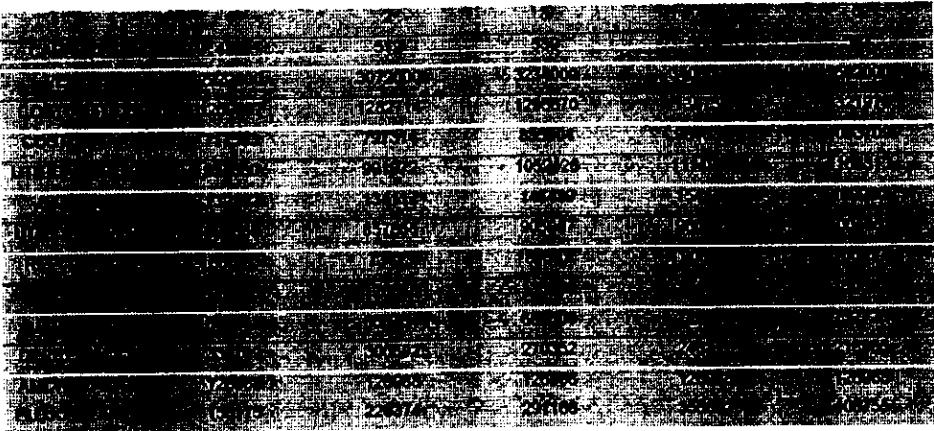
Para una mejor perspectiva en el análisis de sensibilidad se fijaron una serie de condiciones de mercado y posteriormente se variaron los precios de comercialización de los productos propuestos, teniendo así varios casos posibles de comportamiento comercial. Los parámetros fijados anteriormente de IVA, depreciación, amortización, ventas, costos, e incremento en los costos se mantuvieron fijos, se modificaron únicamente los precios en base a los promedios reportados:

- a) Caso 1: Antiespumante modificado: \$ 20.00 m.n.  
Antiespumante desarrollado: \$ 40.00 m.n
- b) Caso 2: Antiespumante modificado: \$ 22.00 m.n.  
Antiespumante desarrollado: \$ 55.00 m.n
- c) Caso 3: Antiespumante modificado: \$ 25.00 m.n.  
Antiespumante desarrollado: \$ 70.00 m.n

Realizando el análisis de sensibilidad anteriormente desarrollado para cada caso se tiene que:

a) Caso 1: Antiespumante modificado: \$ 20.00 m.n.

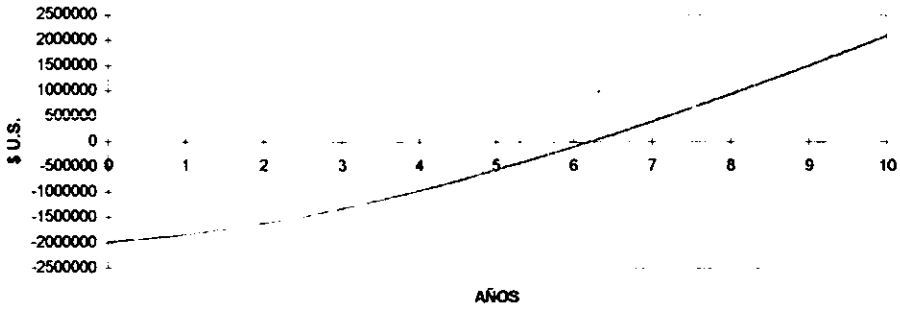
Antiespumante desarrollado: \$ 40.00 m.n



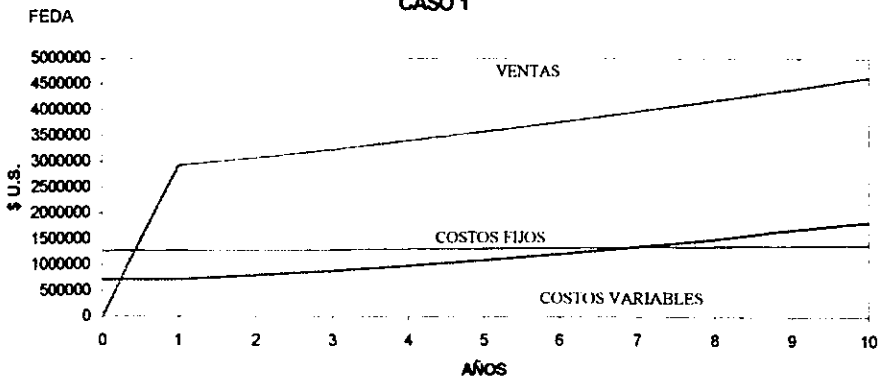
	FE		FEDA
	-1987470		-1987470
	615932		-1832295
	655754		-1603921
	688508		-1312753
	725997		-957081
	752728		-550306
	762728		-91549
	804832		408917
	822356		944645
	834146		1508127
	851544		2103375

	VENTAS		COSTOS VAR.
	0		717583
	2922000		717583
	3072000		797314
	3234000		885904
	3408000		984338
	3582000		1093709
	3774000		1215233
	3972000		1350249
	4182000		1500287
	4404000		1686986
	4632000		1829713

### TIEMPO DE RETORNO DE CAPITAL CASO 1

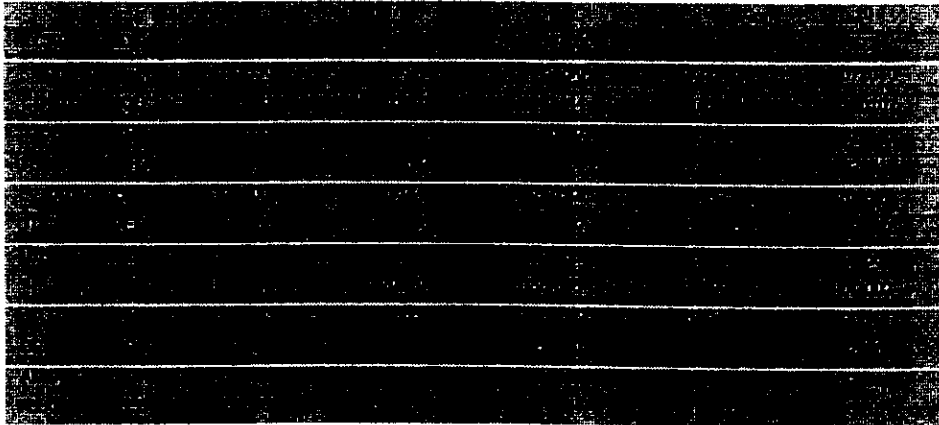
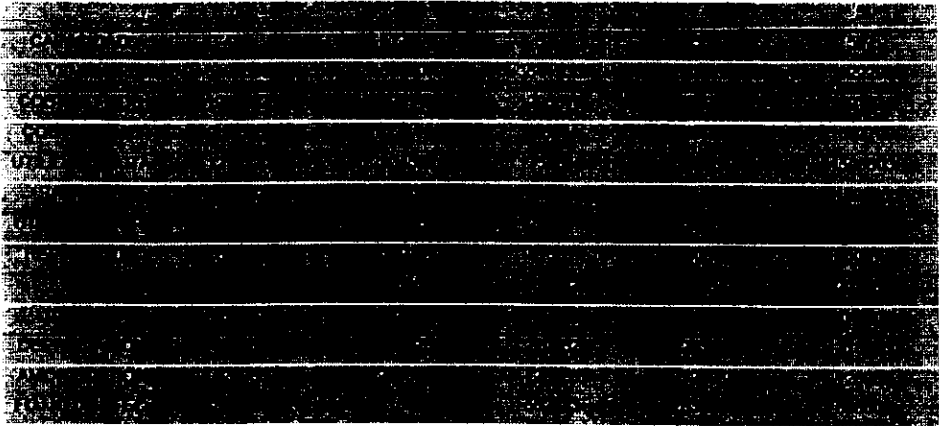


### ANALISIS DE SENSIBILIDAD CASO 1



b) Caso 2: Antiespumante modificado: \$ 22.00 m.n.

Antiespumante desarrollado: \$ 55.00 m.n

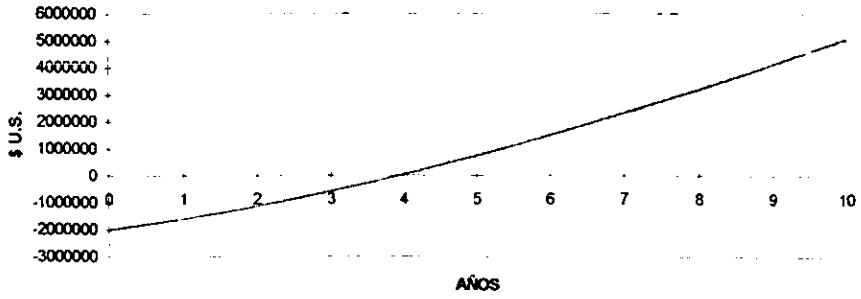


	FE		FEDA
	-1987470		-1987470
	851883		-1596344
	899261		-1124463
	949653		-572150
	1001193		58738
	1041974		751739
	1081633		1509297
	1125559		233160
	1160052		3203584
	1189469		4122389
	1206447		5072540

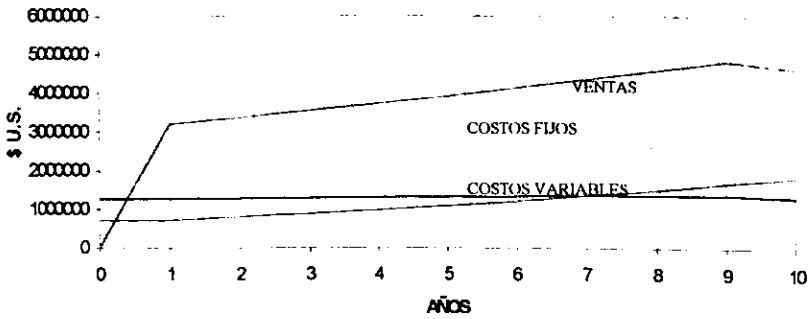
	VENTAS		COSTOS VAR.
	0		717583
	3199590		717583
	3363840		787314
	3541230		885904
	3731760		984338
	3922290		1093709
	4132530		1215233
	4349340		1350249
	4579290		1500287
	4822380		1686986
	5072040		1829713



**TIEMPO DE RETORNO DE CAPITAL  
CASO 2**

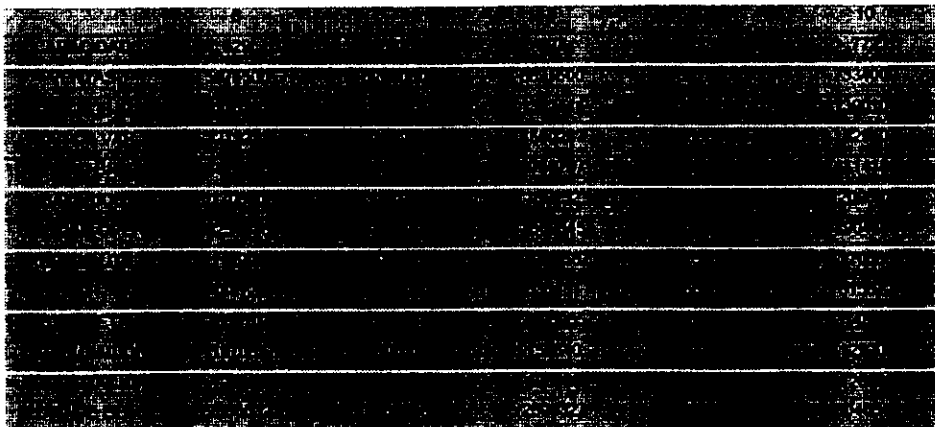
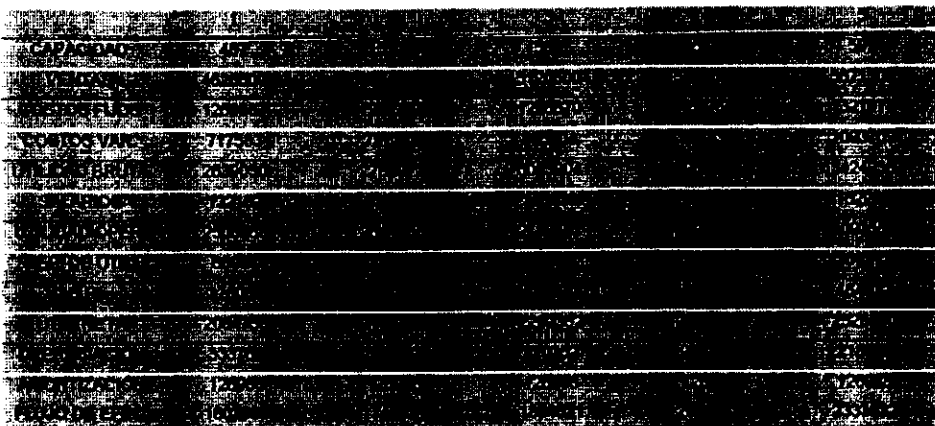


**PUNTO DE EQUILIBRIO  
CASO 2**



c) Caso 3: Antiespumante modificado: \$ 25.00 m.n.

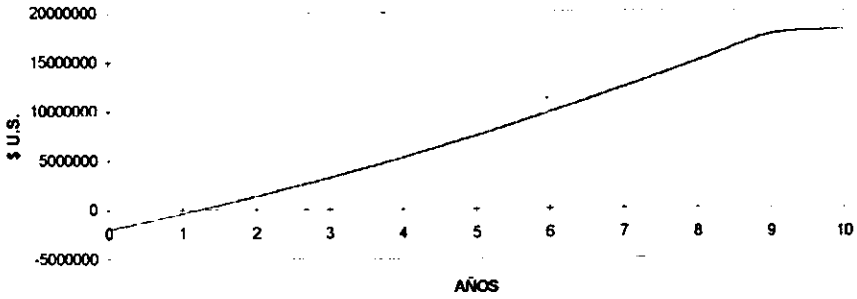
Antiespumante desarrollado: \$ 70.00 m.n



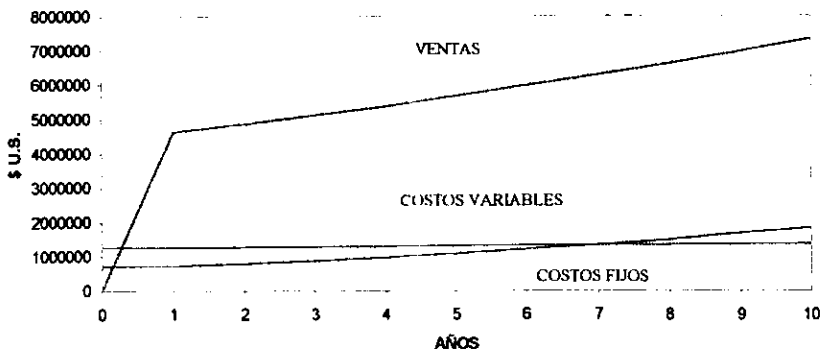
	FE		FEDA
	1987470		-1987470
	2064756		-383471
	2174701		1363850
	2292015		3258520
	2399647		5287862
	2528830		7470692
	2654107		9600724
	2774274		12270632
	2895955		14879959
	3017496		17575791
	3148244		18096301

	VENTAS		COSTOS VAR.
	0		717583
	4626500		717583
	4864000		797314
	5120500		885904
	5377000		984338
	5671500		1093709
	5975500		1215233
	6289000		1350249
	6621500		1500287
	6973000		1686988
	7334000		1829713

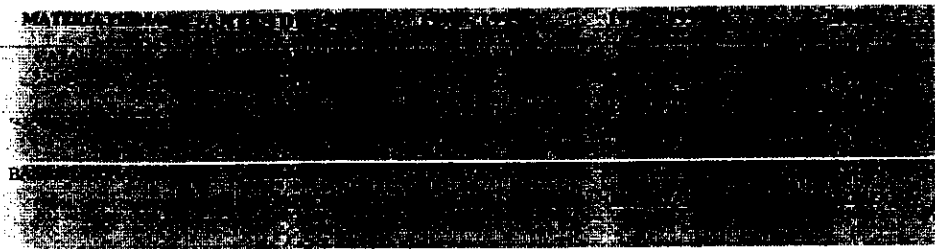
**TIEMPO DE RETORNO DE CAPITAL  
CASO 3**



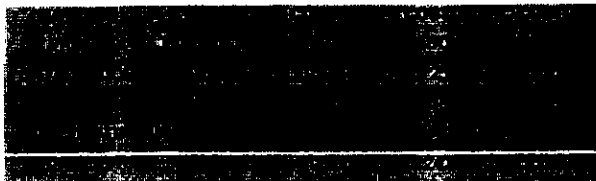
**PUNTO DE EQUILIBRIO  
CASO 3**



De todas las materias primas empleadas en la elaboración de ambos productos solo 2 se traen de Importación, estas son los catalizadores y la base de silicon, los cuales se emplean en el desarrollo de los antiespumantes NO Siliconados de tipo modificado. Al llevar a cabo la investigación comercial de estas materias primas, se encontró que su comercialización se ha ido modificando con el paso del tiempo, como se muestra a continuación:



Se observa que en la actualidad solo la base siliconada se trae de importación, pero se prevé que en algunos años se empiecen a comercializar en forma nacional, como se presento con la otra materia prima. Aunque se tratan de químicos caros en comparación con los demás, su porcentaje en la formulación es mínima, por lo que de presentarse problemas futuros en su comercialización, tal como devaluaciones o problemas arancelarios no se afectarían en gran medida el precio propuesto de salida de nuestro producto, como se aprecia a continuación:

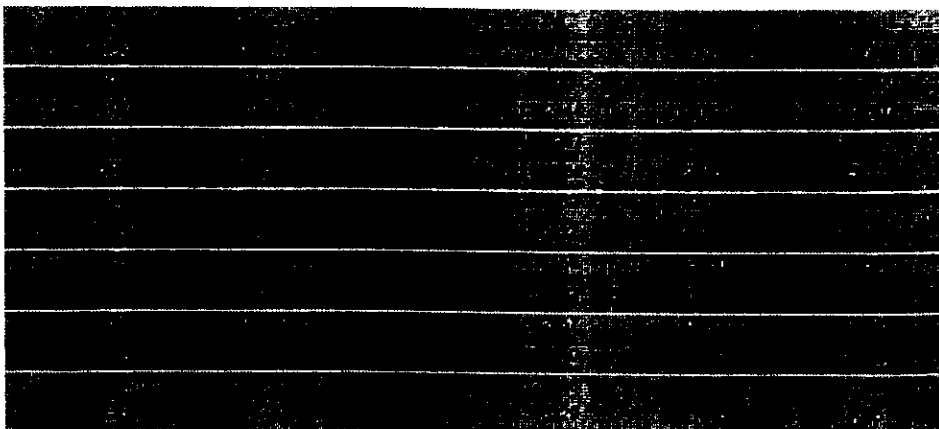
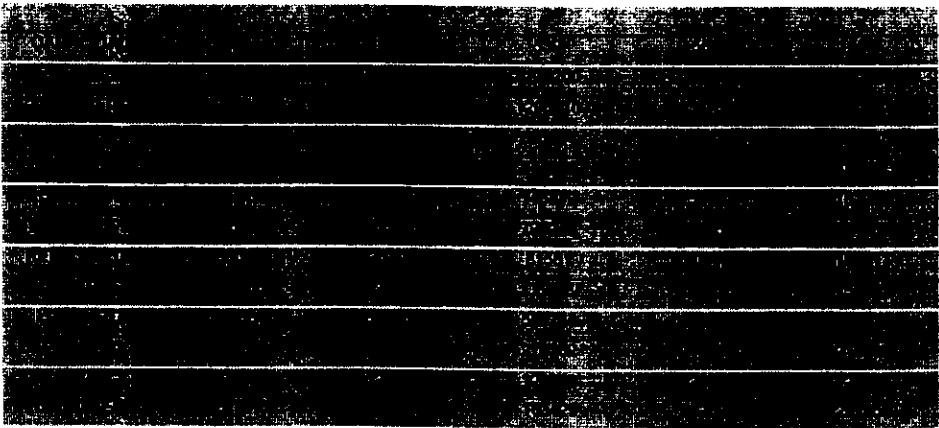


Los precios se encuentran en valor de pesos, y en el caso del valor para el 2000 se toman precios reportados hasta el mes de mayo. e planteo la posibilidad

de un caso en donde se considera un escenario de mercado adverso, manteniendo además de las condiciones planteadas anteriormente:

PRODUCTO	PRECIO DE VENTA \$/M <sup>3</sup>	% DE LA PRODUCCION VENIDA
ANTESPOMANTE	24.00	80%
DESARROLLADO		
ANTESPOMANTE	56.00	70%
MODIFICADO		

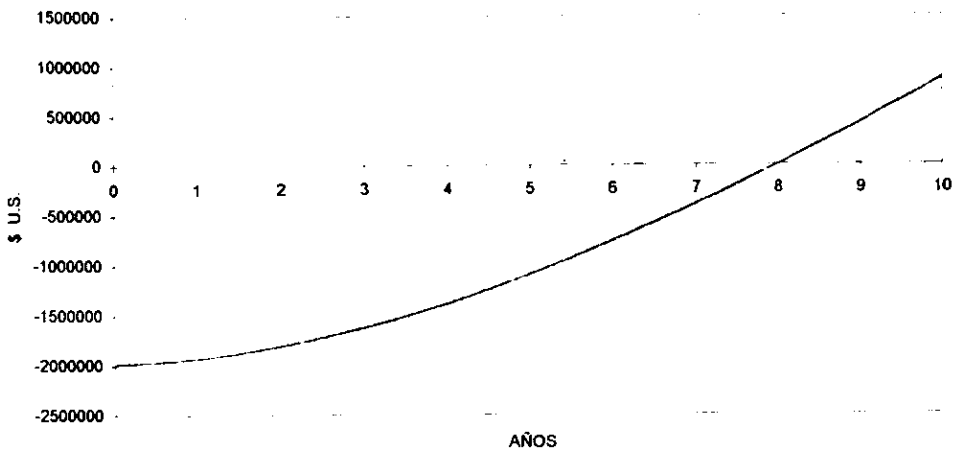
Al desarrollar el análisis de sensibilidad para este ultimo caso se tiene que:



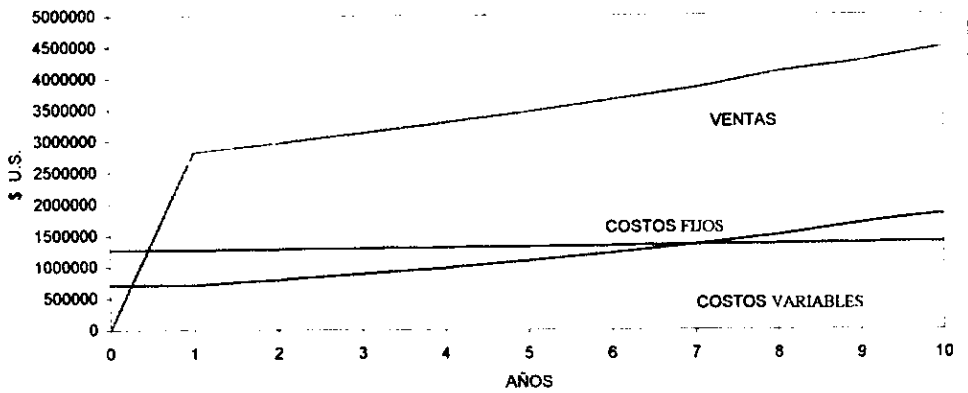
	FE		FEDA
	-1987470		-1987470
	518564		-1929667
	553354		-1803693
	580768		-1620264
	612398		-1378171
	633329		-1090815
	657013		-757883
	672433		-389818
	682957		6513
	687169		422966
	697147		963817

	VENTAS		COSTOS VAR.
	0		717583
	2824600		717583
	2969600		797314
	3126200		885904
	3294400		984338
	3462600		1093709
	3648200		1215233
	3839600		1350249
	4092600		1500287
	4257200		1686986
	3477800		1829713

### TIEMPO DE RETORNO DE CAPITAL



### PUNTO DE EQUILIBRIO





# **CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

El conocimiento público que se tiene acerca del concepto de los Antiespumantes es muy limitado, mas aun sobre los antiespumantes NO Siliconados. Se sabe de este aditivo solo en aquellas empresas cuyos giros se basan en este producto, ya sea en consumo o producción.

Aunque la aplicación de los Antiespumantes No Siliconados en la Industria NO es tan reciente, constantemente presenta cambios e innovaciones en su naturaleza y en sus aplicaciones. Con el paso del tiempo este tipo de aditivo paulatinamente le va ganando terreno a los Antiespumantes Siliconados.

En la bibliografía se encuentran conocimientos muy generalizados sobre los antiespumantes NO siliconados, sus características de aplicación y su comportamiento fisicoquímico. Al tratar de investigar mas sobre la naturaleza de este aditivo, se aprecia que la definición de la naturaleza de sus componentes esta en plena evolución, de hecho es específico para cada caso. Para dar un punto de partida sólido se limito el campo de aplicación a los Sectores de Recubrimientos (Pinturas y Adhesivos) y a los sectores de alimentos así como farmacéutico, debido a que son aquellos sectores que presentan actualmente una gran demanda (recubrimientos) y un desarrollo constante (alimentos y farmacia). Estableciendo así que tipo de producto se va a elaborar, las necesidades a cubrir y a quien se dirige.

Al tratar de conceptualizar la forma en que se elaboran los antiespumantes se encontró que existe una gran variedad, como se menciono anteriormente cada antiespumante presenta una naturaleza única, esto se comprueba con la gran gama de materias primas que pueden aplicarse para cada caso, por lo que se mencionan en la presente tesis solo las características primordiales necesarias de las materias primas. Así como el tipo de materia prima comúnmente usado.

Es necesario que antes de desarrollar los estudios de tipo Técnico y Económico se debe de definir la aplicación de nuestros productos para poder fijar las materias primas a emplear, con el fin de establecer productos eficientes pero afines a diferentes medios, lo que se traduce como un productos competitivos. Se encontró que algunas empresas cuentan antes de la etapa implementación y producción con un Departamento dedicado a la Investigación de materias primas y las aplicaciones nuevas de los productos.

La forma de elaboración de antiespumantes varia mucho, ya que como la literatura maneja una misma cultura, toda modificación de esta se convierte en tecnología propia de cada empresa (ya sea variando las condiciones de elaboración o las materias primas, en estas ultimas realizando mezclas de las materias que se conocen o dándoles un pretratamiento). En lo referente a este punto se manejo lo mas generalizado e importante de la información.

En lo que se refiere al estudio técnico, se cumplió cabalmente con los objetivos definidos al principio de la presente tesis, ya que se llevo a cabo toda una investigación técnica previa para la definición de nuestros productos y sus respectivas formas de producción, y así poder desarrollar todos aquellos aspectos que involucran a la Ingeniería Química, permitiendo la optima selección de equipos y condiciones que puedan permitir el proceso deseado para nuestros productos. En este punto se encontró que al tratar de conceptualizar a un proceso determinado, se deben cumplir con varios aspectos de tipo técnicos, políticos, culturales, económicos y ecológicos actuales.

Para el desarrollo del estudio Económico se contó con los medios necesarios para poder ubicar en la realidad a nuestros productos. Defiendo su situación comercial actual en el país. Se encontró que de las materias primas definidas, solo dos vienen de importación y que actualmente están en fase de

implementación para producirlas a futuro en México por distintas compañías. Además que el principal comercio de estos productos es de tipo nacional y una parte va para Centroamérica. Por las mismas características de producción la competencia esta muy abierta, ya que empresas pequeñas tienen la misma posibilidad de desarrollo que empresas más grandes, teniendo como única limitante su propia infraestructura. La base económica inicial necesaria se podría obtener a partir de financiamiento de empresas y/ compañías, para paulatinamente ir consiguiendo capital de bancos o en el extranjero.

El estudio de factibilidad arroja que la producción de este aditivo es rentable, siempre y cuando se cuente con una base técnica sólida y se conozca la situación económica y comercial real de este tipo de aditivos en todo momento, por otro lado las posibilidades de crecimiento depende de la rentabilidad que conserve nuestro producto con el paso del tiempo. Esto se pudiera lograr desarrollando sociedades tanto con empresas que requieran de este producto como con otras compañías de la competencia (futuras fusiones). En un momento dado se contempla también la posibilidad de entrar a otras áreas de aplicación de antiespumantes no siliconados, tales como el tratamiento de agua o procesos de galvanoplastia. El análisis de sensibilidad desarrollado, muestra que si se toma un precio de comercialización muy bajo, el capital se recuperaría hasta dentro de poco mas de 6 años, por su parte si se comercializara a un precio promedio el tiempo se reduciría hasta poco mas de 4 años. Y si se emplea el precio mas alto del mercado el tiempo se reduce a poco mas de 1 año. Esto se obtuvo modificando las características del escenario comercial previstas para cada caso.

El punto a considerar en todos los casos es hacer un producto eficiente a las necesidades del cliente, pero a la vez atractivo en el precio. Una alternativa podría ser el introducirlo a un precio muy cercano al limite inferior e ir incrementándolo paulatinamente, manteniéndolo por debajo de la competencia.

# **BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

### Publicaciones Literarias:

1. Tesis "Estudio Monográfico sobre Antiespumantes"; González del Solar Alejandro; UNAM, Facultad de Química; 1980, México; Clave 001-00521-G15-1980
2. Tesis "Bases de Mercado para Ingenieros Químicos"; Miranda Gorodi Jorge; 1994; F.E.S. Zaragoza 21-94-03
3. Tesis "Guía para realizar un Estudio de Factibilidad "; Ramírez Escobar Julio; F.E.S. Zaragoza 21-97-17
4. "Encyclopedia of Chemical", volume 7; Kirk D.; Wiley Interscience Publications; John Wiley and Sons.; U.S.A. 1980; pag 430-447
5. "Encyclopedia of Chemical Processing and Design"; volume 14; 2° reimpresión; Mcketta John j.; Marcel Dekker Inc.; U.S.A. 1982; pag 260-275.
6. "Fundamentos de fisicoquímica"; Maron y Prutton; 3° reimpresión; Editorial Limusa; México ; 1984; pag 215-216
7. "Fisicoquímica"; Atkins; 3° Edición; Editorial Wesley Iberoameriocana; México-España; 1991; pag 171-175
8. "Defoaming , Theory and Industrial Aplications" ; volume 45; P.R. Garret; Surfactant Science Series; U.S.A; 1996.
9. "Physical Chemistry of Surfactant Action-Anionic Surfactants"; J. Lucassen ; ed. Reijders; U.S.A.; 1981; pp217
10. "Liquids Films , Fudamentals and Applications"; Kruglyakov P.M.; Ed, Ivanov; U.S.A.; 1988; pp 767
11. "Industrial Aplications of Surfactants"; Groves R. ; Ed. Royal Society of Chemistry British; U.K.; 1987; pag 73
12. "Procesos de transporte y Operaciones Unitarias"; Geankoplis; 3° reimpresión; Editorial CECSA; México, 1986
13. "Principios de Operaciones Unitarias"; Foust; 6ª reimpresión; Editorial CECSA; México; 1997
14. "Reactores químicos"; O. Levenspiel; 8° edición; Editorial Reverte; México-España; 1987

## PATENTES:

- I. U.S. PAT. 4 626 377 Assigned to Drew Chemical corp;  
December 2 , 1986
- II. KGAA PAT EP 1974534, Assigned to Henkel Corop.; October 15  
1986
- III. U,S, PAT 4 272 394 assigned to BASF Co.; June 9 1981

## CODIGOS Y NORMATIVIDADES

- A. Norma DIII-12; Manejo, Transporte y Almacenaje de Oxido de Etileno y Oxido de Propileno, PEMEX, 1982
- B. R.Dailey, FDA Report FDA/BF-79/29 (1978)
- C. FDA 21 CFR 174.340 of the U.S.A.-Food and Drug Administration
- D. NF XVII, Official Monograph publ. by the United States Pharmacopeia Convention Inc. 1990
- E. USP XXII , Official Monograph publ. by the United States Pharmacopeia Convention Inc. 1990
- F. "ASA Code of Pressure Piping" B131.1 Secc. 6
- G. "API Standard 126, API Specifications for Welding Oil Storage TanK", Secciones 7 y 8
- H. General Test and Assays, U.S. Pharmacopeia XXII pag 1609-1990
- I. General Test and Assays, U.S. Pharmacopeia XXII pag 1619-1990
- J. General Test and Assays, U.S. Pharmacopeia XXII pag 1520-1990
- K. General Test and Assays, U.S. Pharmacopeia XXII pag 1523-1990
- L. General Test and Assays, U.S. Pharmacopeia XXII pag 1524-1990

## REVISTAS

- ❖ Journal colloids Interfase Sci; Frye, Berg 130 (1); 54 (1989)
- ❖ Journal colloids Interfase Sci; Garret, 69 (1); 107 (1979)
- ❖ Journal Chem. Soc. ; Hopkins, 86 (12); 2121 (1990)
- ❖ Colloids Surface; McKendrick; 52 ;47 (1991)
- ❖ Journal colloids Interfase Sci; DucKer 126 (1); 66 (1989)
- ❖ Journal polym, paint color; Gress 174 ; 452 (1984)
- ❖ Paint and Resin; Newsom; March – April (1982)
- ❖ Journal am. Oil Chem. Soc. ; Naylor; 65; 160 (1988)
- ❖ Chemical Engeneering; Gary Kirov; Nov. 3 (1980) 86

## DIRECCIONES ELECTRONICAS

- <http://mexico.businessline.gob.mx /1999>
- <http://www.bancomext.mx.html>
- <http://www.siem.gob.mx/siem 1999>
- <http://www.spire.gob.mx./naves industriales>
- <http://www.exicom.org./cew.org/ cew/avg96/vakil1.htm>
- <http://www.sepa.org.int./statecnv/soewater.htm>
- <http://www.trans/chemco.com/defoamer.htm>
- [http://www.buckman.com/eng/coat\\_def.htm](http://www.buckman.com/eng/coat_def.htm)
- <http://www.airproducts.com/defoamer.htm>
- [http://www.alphaline.com/lomax/mod\\_p3.htm](http://www.alphaline.com/lomax/mod_p3.htm)
- [http://www.basf.com/businesses /chemicals/performance/html/discussio\\_defoaming.htm](http://www.basf.com/businesses /chemicals/performance/html/discussio_defoaming.htm)
- <http://www.rosschem.com/defoamer.htm>
- <http://www.johnearl.com/defoamers.htm>
- [http://www.ecco\\_lenox.com/defoaming20%agents.htm](http://www.ecco_lenox.com/defoaming20%agents.htm)
- <http://www.kingindustries.com/coat/ingo/disparl/defoam/defoam/htm>
- <http://www.henkel.com.br/espuing/htm>