



127
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**ESTUDIO DE MERCADO PARA EL
CLORHIDROXIDO DE ALUMINIO
EN MEXICO**

TRABAJO ESCRITO
VIA CURSOS DE EDUCACION CONTINUA
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A
ARMANDO SANCHEZ MEZA

MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

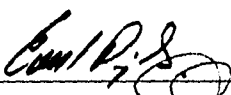

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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.

Jurado Asignado

Presidente	Prof. Eduardo Rojo y de Regil
Vocal	Prof. Ernesto Pérez Santana
Secretario	Prof. Emilio M. Pradal Roa
1er. Suplente	Prof. Hector Marcelino Gómez Velasco
2do. Suplente	Prof. Adeja Giral Barnés

Sitio donde se desarrollo el tema :Biblioteca Facultad de Química, ANIQ.	
Asesor: Ernesto Pérez Santana/	
Sustentante: Armando Sánchez Meza/	

A mis padres , por todo el apoyo y cariño
que siempre me han dado para el logro
de cada meta que me he propuesto.

A mis hermanos, mis mejores amigos.

A todas aquellas personas que colaborarán
directa o indirectamente en la realización
de este trabajo , lo cual me permite el inicio
de otra etapa en mi vida.

A la U.N.A.M. por ser esta institución
la que me brindó la oportunidad de pensar
en un mundo mejor para mi familia y mi país.

A Dios.

CONTENIDO

Introducción.

Página

Capítulo I. Información general sobre el clorhidróxido de aluminio.

1.1 Generalidades de los cloruros de aluminio básicos.	1
1.2 Estructura química y análisis.	2
1.3 Métodos generales de obtención.	5
1.4 Propiedades físicas y químicas.	6
1.5 Características fisiológicas.	8
1.6 Campos de aplicación.	9

Capítulo II. Antecedentes del entorno de floculantes inorgánicos.

2.1 Tipos de floculantes utilizados en la remoción de sólidos suspendidos a nivel industrial.	11
2.2 Características que debe tener un floculante industrial.	11
2.3 Clorhidróxido de aluminio como floculante industrial.	12
2.4 Regulación que debe cumplir la industria en su efluente.	14
2.5 Características del clorhidróxido de aluminio utilizado en la industria de los cosméticos.	18

Capitulo III	Antecedentes del mercado de floculantes inorgánicos.	
3.1	Tamaño, composición y crecimiento del mercado de floculantes inorgánicos.	20
3.2	Mercado potencial para el clorhidróxido de aluminio.	21
3.3	Competencia; tipos de productos, canales de distribución, promoción, precio.	22
Capitulo IV	Atractividad / Competitividad	
4.1	Amenazas y Oportunidades.	38
4.2	Atractividad del mercado.	39
4.3	Fortalezas y debilidades.	39
4.4	Competitividad del producto, competencia para el nuevo producto.	40
4.5	Matriz de Atractividad / Competitividad.	41
Capitulo V	Discusión de resultado del estudio de mercado.	
5.1	Análisis de datos obtenidos del estudio de mercado.	42
5.2	Plan de acción a seguir partiendo de los datos obtenidos.	43
5.3	Factibilidad económica para el establecimiento de una planta productora de clorhidróxido de aluminio en México.	43
Capitulo VI	Conclusiones y recomendaciones.	56
Capitulo VII	Bibliografía.	66

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo escrito tiene su origen en una platica sostenida hace años con un compañero de trabajo cuyo padre comercializaba algunos productos químicos , y el cual , comentaba que se podía obtener un margen de utilidad atractivo al vender el clorhidróxido de aluminio de una conocida empresa química, situándose este químico como un floculante alternativo en el tratamiento de aguas residuales , por lo que se decidió explorar la oportunidad de una eventual producción de este compuesto, realizando una investigación lo mas profunda que estuvo a nuestro alcance para observar la factibilidad de este proyecto, sin embargo esta idea se abandono mas adelante, por lo que; retomando la información con la que se contaba se propone darle un enfoque mas serio y profesional pretendiendo analizar el cambio que se ha presentado en el mercado de los floculantes en tiempos recientes y la factibilidad real de una instalación de una planta productora de este producto.

La importancia de los cloruros de aluminio básicos reside en el uso de éste como insumo para dos importantes industrias ; en la industria de la cosmética como agente antitranspirante en desodorantes y el reciente uso de este compuesto como un floculante alternativo al sulfato de aluminio, tomando en cuenta que en este momento en todo el mundo se tiene una gran preocupación por preservar el medio ambiente; y que en México, a través de la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.) se han creado mecanismos de presión a empresas que se les demuestre sean contaminantes para que éstas establezcan planes de acción con el propósito de disminuir hasta los niveles permitidos sus emisiones de

contaminantes ya sea en el aire o en el agua , considerando que uno de los métodos más ampliamente usado en México para abatir la contaminación en el agua y con esto cumplir los requisitos que la C.N.A. demanda, es el método de clarificar por floculación en donde se añade un químico al agua con el fin de hacer más pesados los sólidos suspendidos y que éstos al sedimentarse se facilite la separación a través del drenado de lodos y el derrame del agua ya clarificada.

Tomando en cuenta las aparentes ventajas de este químico y considerando una creciente demanda de floculantes para cumplir los requisitos que la Norma Oficial Mexicana establece para el efluente industrial, se pretende realizar un estudio de mercado para el clorhidróxido de aluminio en México considerando el aumentar su presencia en el mercado como un potente floculante tomando en cuenta los grandes volúmenes que se manejan en este segmento, además de continuar la comercialización de éste en la industria cosmética donde su uso es ya frecuente.

Teniendo como objetivo primordial de este trabajo escrito el establecer a través de este estudio de mercado para el clorhidróxido de aluminio obtener conclusiones que nos indiquen si existe una factibilidad económica que nos dejen saber si este proyecto es o no factible, así como el establecimiento de una base para un trabajo de análisis mas profundo si es el caso.

CAPITULO I

INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL CLORHIDRÓXIDO DE ALUMINIO

1.1 Generalidades de los cloruros de aluminio básicos

Los cloruros de aluminio básicos¹, también conocidos como clorhidróxidos de aluminio, hidroxicloruros de aluminio, hidróxidos de cloruro de aluminio, hidroxicloruros de polialuminio, cloruros de polialuminio, tienen la fórmula general $Al_2(OH)_{6-n}Cl_n \cdot X H_2O$. Estos compuestos de manera individual son mejor definidos por la relación molar de aluminio a cloruro (2/n) ó por su basicidad definida como $(1-n/6) \times 100$. Por debajo de un contenido mínimo de agua el cual depende de n, los compuestos son inestables; ellos descomponen a hidróxido de aluminio y óxido de aluminio al calentarlo a más de 80°C obteniéndose agua y ácido clorhídrico.

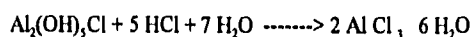
Todos los cloruros de aluminio básicos con n = 1 - 5 puede ser aislados y todos son blancos, en algunos casos dichas sustancias cristalinas son parcialmente solubles en alcoholes de bajo peso molecular pero son fácilmente solubles en agua. Por ejemplo, 170 g. del compuesto $Al_2(OH)_5Cl \cdot 2.5H_2O$ se disuelven en 100 g. de agua a 20 °C. Sin embargo la viscosidad de la solución impide poder disolver más cantidad del soluto.

Las soluciones acuosas de los cloruros de aluminio básicos son acidulados ya que los compuestos se hidrolizan, la estabilidad de las soluciones dependen de la basicidad: los compuestos con relaciones

¹ F. Ullman . 1985. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, U.S.A. VCH, pp. 538-539

moleares aluminio a cloruro de 0.5: 1 a cerca de 1.6 :1, correspondiendo a basicidades entre 30-75% descomponen para dar cloruro de aluminio básico insoluble a una tasa de descomposición que depende de la temperatura y concentración de la solución. Por otra parte, compuestos de basicidad mayores que el 75 % son muy estables en solución acuosa. Por ejemplo compuestos con la composición aproximada $Al_2(OH)_3Cl \cdot 2.5H_2O$ son tan estables a concentraciones mayores al 50 % , que la descomposición no ocurre aun dejándolo a ebullición por días.

En contraste a los cloruros de baja basicidad (por debajo de 65%), los compuestos de alta basicidad (por encima del 65 %) no cristalizan de sus soluciones acuosas pero forman masas vidriosas. Cuando las soluciones con basicidades en rango de 30-65 % son evaporadas, el compuesto $Al_2(OH)_3Cl_3 \cdot 6.05H_2O$ (basicidad del 62 %) siempre cristaliza. En adición de álcalis a los cloruros de aluminio básicos precipita hidróxido de aluminio. El ácido clorhídrico convierte los cloruros de aluminio básicos al correspondiente cloruro de aluminio hexahidratado.



1.2 Estructura química y análisis.

Los cloruros de aluminio básicos² han sido conocidos por largo tiempo, sin embargo sólo recientemente se han hecho investigaciones donde se han obtenido conocimientos significativos de sus estructuras químicas. Los cloruros de aluminio básicos son mezclas de compuestos complejos de varios grados de polimerización.

Investigaciones espectroscópicas y cinéticas de los cloruros de aluminio básicos y de sus soluciones nos conducen a la conclusión de que el ion complejo $[Al_{13}O_4(OH)_{24}(H_2O)_{12}]^{7+}$ está presente y en equilibrio con sus formas poliméricas (asumiendo que 7 aniones cloruros estarían presentes

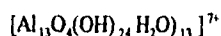
² Ibid. pp. 539

para neutralizar la carga del complejo). La relación Al : Cl de este complejo es 13:12 o aproximadamente igual a la relación 1:1 de la fórmula empírica. La relación OH: Al de este complejo propuesto es 24:13. Sin embargo las técnicas comúnmente usadas para establecer la estequiometría de los compuestos de aluminio indicaría que los 4 oxígenos en el complejo propuesto sean contados como 8 oxhidrilos. Por tanto la relación OH : Al del complejo propuesto aparecería como 32:12 ó aproximadamente 2.5:1 como la fórmula empírica. El excelente ajuste a la estequiometría del complejo $[Al_{13}O_4(OH)_{24}H_2O]_{12}^{7+}$ a la fórmula empírica para el hidroxiclورو de aluminio comercial soporta la hipótesis que este complejo es de hecho la estructura de este compuesto. Las pequeñas diferencias entre la generalmente aceptada fórmula empírica y la postulada estructura puede ser originadas por la presencia de cantidades menores de otras especies de aluminio en el hidroxiclورو de aluminio, y a los relativamente no específicos métodos para establecer la fórmula empírica. Con esta fuerte evidencia se considera que el complejo de aluminio más ampliamente usado y conocido como clorhidróxido de aluminio ó hidroxiclورو de aluminio tiene una estructura consistente de un aluminio central en un arreglo tetraédrico el cual es rodeado por otros 12 átomos en coordinación octaédrica. Usualmente el aluminio tetraédrico es encontrado a valores de pH de 10 o más altos pero el pH de las soluciones de hidroxiclورو de aluminio es aproximadamente 4.5. El método más importante para la preparación de este cloruro de aluminio básico involucra la reacción de 5 moles de aluminio metálico con una mol de cloruro de aluminio. El pH de la reacción comienza cerca de 3 y termina cerca de 4.5. Ya que el pH nunca aumenta arriba de 4.5 en el seno de la solución no se podría obtener el aluminio tetraédrico, sin embargo a nivel de la superficie de la partícula de aluminio metálico, cuando éste sufre una oxidación al ion Al^{3+} y una reducción de protones generando gas hidrógeno, dando lugar a un ambiente de oxhidrilos

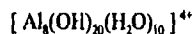
³ Est. D.L. Teargarden. 1982. "Structure and properties of aluminum hydroxichloride", p. 279.

en esta zona lo que provoca la existencia de regiones de alto pH en el seno de soluciones de una solución de bajo pH.

Waters y Henty (*Journal of Chemical Society Dalton Transactions* 3, 1977, páginas 243-245) publicaron una similar estructura de aluminio de núcleo múltiple con una molécula más de agua que la estructura propuesta ya anteriormente.⁴



Por otra parte en una publicación de Zlatev, Trendafelov y Nikolov (*Academia Búlgara de Ciencias, Comunicaciones del Departamento de Química, volumen VIII, número 3, 1975, páginas 433-442*) los autores expresan la opinión de que se hallan ante un complejo tetramérico:



Las variaciones observadas en las propiedades de estas soluciones acuosas tal como viscosidad y pH son causadas por polimerización y despolimerización de este mismo compuesto.

- *Análisis*

Los cloruros de aluminio básicos son tan estables que el aluminio contenido puede ser determinado sólo después de la descomposición del complejo.

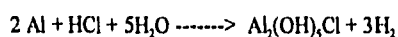
El procedimiento usual es mezclar la solución conteniendo aluminio con ácido sulfúrico al 60 % y etilendiamintetra - acetato de sodio 0.1 M. seguido de una solución de hidróxido de sodio al 20% .El pH es ajustado a 4.7 - 4.9 a 60-70 °C, después la solución es enfriada a cerca de 25 °C y la solución buffer (ácido acético, acetato de amonio) acetona, e indicador (ditizona en etanol) es añadida para que

⁴ "Locron Resumen General". 1985. México. Hoechst .

la solución sea titulada de atrás a adelante con sulfato de zinc. un mililitro de etilendiamintetra-acetato de disodio es equivalente a 2.69 mg. aluminio.

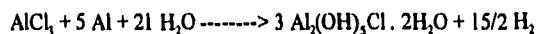
1.3 - Producción (Métodos generales de obtención)

a) Los cloruros de aluminio básicos son preparados por la reacción de un exceso de aluminio metálico con una solución de ácido clorhídrico de 5 al 15 % a una temperatura de 67 - 97 °C.⁵



Un método conocido de obtención siguiendo este principio , es haciendo correr una solución de ácido clorhídrico de 5 al 15 % a través de un lecho formado por partículas de aluminio con una densidad en éste de 0.3 a 0.8 Kg./ litro obteniéndose una solución con un pH de 3 a 4. El tiempo de residencia de el fluido promedio en el paso a través del lecho es de 2 a 8 horas. Es conveniente calentar la parte más baja para mantener la temperatura cerca de 70 a 95 °C para promover la reacción continua.⁶

b) Otro proceso que se ha hecho común en años recientes para la manufactura de este compuesto involucra la adición de aluminio metálico a cloruro de aluminio.⁷



c) También otro método conocido para la obtención del clorhidróxido de aluminio es el colocar electrodos de aluminio a una distancia de 40 mm. en una celda de electrólisis resistente a la corrosión. El ácido clorhídrico de densidad 1.04 g/cm³ es vaciado a la celda a una tasa tal que la temperatura de reacción permanezca a 80°C. Después que todo el ácido ha sido añadido (estequiométricamente) el

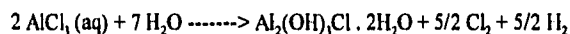
⁵ F. Ullman . op. cit. p. 215.

⁶ Bellan Alfred , Klaus Denek. 1975. "Process for producing basic aluminum chlorides." United States Patent. Pat. 3,891,745 .

⁷ J. Kroschwitz . 1991. Encyclopedia of Chemical Technology. U.S.A. Kirk Othmer. p. 342.

voltaje entre el primer electrodo y el último es establecido tal que se tenga un voltaje promedio de 0.6 V. por par de electrodos y se obtenga una densidad de corriente de 170 A / m². La formación de mezclas de gas explosivo deber ser evitadas diluyendo el hidrógeno formado con aire o nitrógeno . Después de 70 horas la densidad del electrolito se incrementa a cerca de 1.2 a 1.3 g/cm³ y pH de 3.5, en este momento se detiene la reacción.

d) Utilizando mismo proceso de electrólisis pero de una solución de cloruro de aluminio puede ser usado para producir cloruro de polialuminio con 23-24 % de Al como Al₂O₃.



e) Se tiene información de que éstos han sido preparados por la reacción de un equivalente o menos de ácido clorhídrico con hidróxido de aluminio a 117-980 KPa, (17-143 psi).

1.4 Propiedades Físicas y Químicas del cloruro de aluminio básico con fórmula

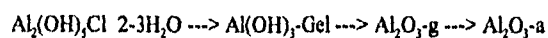
Al₂(OH)₃Cl.2-3 H₂O.

El clorhidróxido de aluminio es soluble en agua hasta un 57% en masa (sic) aproximadamente, y en alcohol etílico absoluto hasta un 20% en peso aproximadamente. , por el contrario es poco soluble en alcoholes superiores . Sin embargo , las soluciones acuosas de clorhidróxido de aluminio son miscibles en agua con etanol en cualquier proporción y limitadamente en alcoholes superiores.

El clorhidróxido de aluminio es estable en medio acuoso ácido , pero encima de pH 5 se precipita el hidróxido de aluminio.

Al calentar, se separan agua y ácido clorhídrico. Bajo temperaturas en aumento se forman geles de hidróxido de aluminio, óxido de aluminio-gamma y finalmente óxido de aluminio-alfa (corindón).

Termogravimetría del clorhidróxido de aluminio sólido :



Las propiedades fisicoquímicas de una solución al 50% de clorhidróxido de aluminio fórmula $\text{Al}_2(\text{OH})_3\text{Cl} \cdot 2\text{-}3 \text{ H}_2\text{O}$ es la siguiente⁴

Densidad	1.335 g/cm ³
Punto de ebullición a 586 mm. Hg	95 °C
Punto de ebullición a 760 mm. Hg	108 °C
Viscosidad	100 cps.
Solubilidad	Total
Peso molecular	219.41

Valores de pH de las soluciones acuosas recién preparadas.

Porcentaje en masa de clorhidróxido de aluminio	Valor pH
57*	3.4
30	4.0
15	4.2
10	4.3
5	4.4
3	4.4

* Concentración máxima alcanzable a 20°C tras un almacenamiento prolongado de las soluciones puede producirse un ligero desplazamiento del pH.

⁴ "Información Técnica del clorhidróxido de aluminio". 1993. México. Patini, S.A. de C.V.

El clorhidróxido de aluminio tiende en solución acuosa menos a la hidrólisis que otras sales de aluminio como, por ejemplo, el cloruro ó el sulfato . Por dicha razón, el pH de las soluciones del clorhidróxido de aluminio sólo alcanza aproximadamente el valor mínimo de la piel humana.

1.5- Características Fisiológicas

El clorhidróxido de aluminio se utiliza desde hace años y en distintas zonas climatológica como ingrediente activo para los productos destinados a la higiene corporal (desodorantes). Por esta razón, se dispone de amplias experiencias sobre su inocuidad en uso prolongado⁹. A parte de ello se ha sometido en numerosas clínicas a investigaciones dermatológicas. En ellas se aplican cantidades notablemente superiores de clorhidróxido de aluminio de las que contienen normalmente los productos antes citados. En dichas investigaciones ninguna de las personas presentó irritaciones en la piel. Se cuenta con información sobre investigaciones toxicológicas de inhalaciones con valoración histológica subsiguiente, dichas investigaciones demuestran que ensayos animales de 90 días de duración en donde fueron expuestos ratas, cuyos, conejos y gatos durante 6 horas diariamente a concentraciones de 170 mg/ml de clorhidróxido de aluminio sólido (polvo), sin que se observaran alteraciones originadas por la sustancia en los animales . Únicamente pudieron observarse reacciones fisiológicas en los pulmones , que también se observan generalmente después de la inhalación de polvos inertes y atóxicos. Incluso por administración oral del clorhidróxido de aluminio , efectuado el ensayo de toxicidad aguda (LD 50 en ratas hembras Winstar S.P.F. 9187 mg/Kg de peso) de acuerdo con la clasificación según W.S. Spector en el "Handbook of Toxicology" resultó ser prácticamente atóxico si la administración oral se efectúa una sola vez.

⁹ "Locron para el tratamiento del agua de albercas". 1985.México. Hoechst

El clorhidróxido de aluminio no presenta toxicidad para los peces (Goldorfen, ensayo de 48 horas) y muestra solamente una débil toxicidad para las bacterias (ensayo del tubito de fermentación). Los ensayos dermatológicos realizados demostraron que este compuesto aplicado en preparados cosméticos no produjo irritaciones en la piel de las personas objeto de los ensayos.

1.6- Campos de la aplicación.

El alcance de aplicaciones para los cloruros de aluminio básicos se han incrementado considerablemente en recientes años. El más importante cloruro de aluminio básico tiene la fórmula empírica $Al_2(OH)_2Cl \cdot 2-3H_2O$. Muy estrictas especificaciones de pureza aplican a esta sustancia. Los niveles máximos permitidos son 100 ppm de Fe, 500 ppm de SO_4 , 20 ppm de Pb, 3 ppm As, esto debido a su uso en la industria cosmética como un efectivo componente de antitranspirantes. Otras áreas de aplicación para el clorhidróxido de aluminio se encuentran en la producción de catalizadores y fibras altamente resistentes a la temperatura basada en Al_2O_3 , como un agente hidrofóbico para la impregnación de textiles de algodón, para el curtido de pieles de cuero, como agente de retención en la producción de papel, como un agente obligado para productos de cerámica resistentes al fuego y como un agente endurecedor para baños de fijado rápido en la industria de la fotografía, como agente desincrustante en equipos de intercambio de calor, para acelerar el endurecimiento e incrementar la fuerza del cemento portland, eficiente el manejo del cemento al obtenerse al mezclarlo con éste un cemento con una composición de libre de agua.

Para la fabricación de jabones de aluminio insolubles a partir de jabones alcalinos para el acabado hidrófugo de textiles, madera, papel y materiales de construcción, en la recuperación de glicerina en el industria del jabón, en la regeneración de grabados hechos al agua fuerte. Sin embargo aun cuando son muchas sus aplicaciones en diferentes industrias como las arriba mencionadas se ha venido usando como

un agente floculante en tratamiento de aguas, uso que se hace cada día más importante por las regulaciones del gobierno en materia de parámetros permitidos en el efluente industrial.

CAPITULO II

ANTECEDENTES DEL ENTONO DE LOS FLOCULANTES INORGÁNICOS

2.1- Tipos de Floculantes inorgánicos para tratamiento de agua.

Debido a la alta tasa del crecimiento de la población, construcciones municipales y desarrollo industrial hay un significativo incremento en la demanda de agua potable. El método más ampliamente usado para la remoción a nivel industrial de material sólido disperso y coloides del agua es el tratamiento por coagulantes inorgánicos¹⁰. En este momento los coagulantes más usados en el mundo son sulfato de aluminio, clorhidróxido de aluminio y cloruro de Fe⁺⁺⁺, menos frecuente son usados sulfato de Fe⁺⁺, sulfato de Fe⁺⁺⁺, mezclado con otros coagulantes (aluminio y sulfato de hierro) y aluminato de sodio. Junto con otros compuestos en pequeñas cantidades tales como compuestos de aluminio, silicato de sodio y sílice activado son usados.

2.2- Características que debe reunir un floculante industrial.

1) Tener una alta eficiencia¹¹, cumplir con las especificaciones sanitarias - higiénicas en el tratamiento de agua potable, tener una alta concentración de el principal componente del coagulante

¹⁰ Est. Zapol'skii. 1984. "Principal developments in the production of inorganic coagulants" p.85

¹¹ Idem.

soluble en agua (aluminio, hierro) . Tener una cantidad mínima de impurezas especialmente si tales impurezas son arsénico, metales pesados, etc.

2) Ser transportable, no formar costra, no ser higroscópico, conveniente para cargar y descargar en cualquier tecnología en el tratamiento de agua.

3) Tener bajo costo.

2.3- Clorhidróxido de aluminio como floculante industrial.

En años recientes en el tratamiento de agua en otros países se ha incrementado el uso de hidroxloruros de aluminio¹² $Al_2(OH)_nCl_m$, donde el más grande interés está en el pentahidroxloruro de aluminio $Al_2(OH)_5Cl$, cual intensifica la floculación y acelera la sedimentación de los sólidos coagulados, especialmente cuando la temperatura de el agua que es tratada es baja, Cuando tratan aguas ligeramente coloreadas con una baja concentración de sales y sólidos suspendidos hay un significativo decremento en la dosis del coagulante. El pH de el agua que es tratada decrece significativamente teniendo una acidez más baja, el $Al_2(OH)_5Cl$ es adecuado para el tratamiento de agua con una baja reserva alcalina. En comparación con el sulfato de aluminio, cuando se usa una cantidad equivalente de $Al_2(OH)_5Cl$ el cambio en la alcalinidad de el agua sobre la reacción con el carbonato de calcio decrece por un factor de 6. Debido a la baja concentración de iones cloruro en el coagulante hay menos incremento en la salinidad de el agua tratada, y hay también un decremento en la cantidad de aluminio residual.

El $Al_2(OH)_5Cl$ contiene cerca de 3 veces más óxido de aluminio soluble en agua que el sulfato de aluminio, con la cual decrece el volumen de la carga necesaria para la floculación y el espacio para almacenarlo. Sus soluciones son caracterizadas por la acidez más baja, son menos corrosivos, y no requiere usar recipientes de acero inoxidable y protección del equipo y pipas contra la corrosión.

¹² Ibidem p.88

El clorhidróxido de aluminio puede ser usado en agua para beber, agua industrial y en tratamiento de aguas residuales industriales, la relación de máxima reducción de la turbiedad alcanza un 99.6 % , la relación general del efecto germicida contra bacilos intestinales alcanza valores superiores del 92 % , el grado de descolorimiento de agua residual en la industria del papel decrece de 7 a 10 veces, la Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.) se reduce en más del 50 % , la contaminación radioactiva se reduce en más del 97 % y la relación de eliminación de cloruro es mayor al 90 %.

Los hidroxilcloruros de aluminio ¹³ son producidos en la forma de soluciones concentradas, pasta y como productos sólidos (gránulos, hojuela, terrones, o escamas irregulares). Usualmente el cristal hidratado $Al_2(OH)_5Cl \cdot 2.5H_2O$ contiene cerca de 44 ,% Al_2O_3 y 20.5 % de cloruro. En las soluciones y pastas el contenido de óxido de aluminio soluble en agua puede variar desde 20 a 35%.

El clorhidróxido de aluminio coagula fuertemente sólidos suspendidos o dispersiones coloidales produciendo un floculado fácilmente sedimentables y filtrantes, las instalaciones requeridas para el tratamiento con éste, son más pequeñas que aquellas que utilizan sulfato de aluminio o bien procesaran mayor cantidad de agua en las ya existentes.

El clorhidróxido de aluminio es fácilmente manejable , almacenable y dosificable , ya que la solución puede soportar mayores diluciones hasta alcanzar las concentraciones deseadas y automatizar así la operación . Los tanques de almacenamiento también reducen su tamaño cuando se utiliza este compuesto en lugar del sulfato de aluminio ya que este cloruro de polialuminio básico tiene mayor cantidad de Al_2O_3 activo. Además con este floculante se utiliza menor cantidad de álcalis como el requerido con otros coagulantes ya que el pH del agua permanece invariable aun en casos de sobredosificación.

¹³ "Klorhigel - Policloruro de aluminio, PAC". 1993. México. Quimosíntesis, S.A.

Es posible eliminar el uso de poli-electrólitos , por que aunque es práctica común adicionar un poli-electrólito con el fin de ayudar la floculación , sólo en casos difíciles donde se recomienda usar bentonita o caolín para mejorar su eficiencia.

Con este floculante se puede trabajar sin perder eficiencia en un rango mayor de pH que el sulfato de aluminio y otros coagulantes , el clorhidróxido de aluminio trabaja perfectamente en un rango de pH de 6 a 9 , pero en algunos casos se ha comprobado que sigue siendo efectivo inclusive en el rango de pH 5 a 10.

El poder floculante del hidroxicloloruro de aluminio no se ve afectado por la temperatura del agua, por lo tanto aun por el descenso de temperatura en los meses de inviernos sigue siendo altamente efectivo. Como tiene una rápida formación del floculado que el sulfato de aluminio se reduce el tiempo de mezclado y el de residencia aumentando la capacidad para tratar mayores volúmenes de efluente.

Tomando en cuenta todos estos puntos, se considera una opción atractiva el uso del clorhidróxido como floculante en vez del sulfato de aluminio su contratipo más usado para esta aplicación en México, aun cuando deben considerarse otros elementos.

2.4 Regulación que debe cumplir la industria en su efluente industrial.

La Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria para los responsables de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores o sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal.

Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-003-ECOL/1993 ¹⁴ que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria de refinación de petróleo y petroquímica (básica y secundaria).

¹⁴ "Diario Oficial". Lunes 18 de Octubre de 1993. México. 2a sección. pp. 10-18.

CONSIDERANDO

"Que las descargas de aguas residuales en las redes colectoras, ríos, cuencas , cauces , vasos , aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en los terrenos , provenientes de la industria de refinación de petróleo y petroquímica, provocan efectos adversos en los ecosistemas , por lo que es necesario fijar los límites máximos permisibles que deberán satisfacer dichas descargas."...

Las descargas de aguas residuales provenientes de la industria de refinación de petróleo crudo, sus derivados , petroquímica básica y secundaria deben cumplir con las especificaciones que se indican en la siguiente tabla.

TABLA I

Límites máximo permisibles que deben cumplir las descargas provenientes de la industria de refinación de petróleo crudo, sus derivados , petroquímica básica y secundaria

PARÁMETROS	PROMEDIO DIARIO	INSTANTÁNEO
pH (unidades de pH)	6 - 9	6 - 9
Grasas y aceites (mg/l)	30	45
Demanda química de oxígeno (mg/l)	100	120
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	60	72
Sulfuros (mg/l)	0.2	0.4
Cromo hexavalente (mg/l)	0.05	0.08

PARÁMETROS	PROMEDIO DIARIO	INSTANTÁNEO
Cromo total (mg/l)	1	1.2
Fenoles (mg/l)	0.5	0.75
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	70	85

Por otra parte debe cumplirse la Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-031-ECOL/1993¹⁵ que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenajes y alcantarillado urbano o municipal.

CONSIDERANDO

"Que las descargas de aguas residuales en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal a las redes colectoras, ríos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en los terrenos provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales, provocan efectos adversos en los ecosistemas, por lo que es necesario fijar los límites máximos permisibles, que deberán satisfacer dichas descargas."...

Donde esta norma debe cumplir con las especificaciones que se indican en la siguiente tabla.

¹⁵ Ibid. pp. 114-117.

TABLA 2

Límites máximo permisibles que deben cumplir las descargas provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales

PARÁMETROS	PROMEDIO DIARIO	INSTANTÁNEO
Temperatura (°C)	-	40 °C (313 °K)
pH (unidades de pH)	6 - 9	6 - 9
Sólidos sedimentables (ml/l)	5	10
Grasas y aceites (mg/l)	60	100
Conductividad eléctrica (micromhos)	5,000	8,000
Aluminio (mg/l)	10	20
Arsénico (mg/l)	0.5	1
Cadmio (mg/l)	0.5	1
Cianuros (mg/l)	1	2
Cobre (mg/l)	5	10
Cromo hexavalente (mg/l)	0.5	1
Cromo total (mg/l)	2.5	5
Fluoruros (mg/l)	3	6
Mercurio (mg/l)	0.01	0.02
Níquel (mg/l)	4	8

PARÁMETROS	PROMEDIO DIARIO	INSTANTÁNEO
Plata (mg/l)	1	2
Plomo (mg/l)	1	2
Zinc (mg/l)	6	12
Fenoles (mg/l)	5	10
Sustancias activas al azul de metileno (mg/l)	30	60

2.5 Características del clorhidróxido de aluminio empleado en la industria de cosméticos.

El clorhidróxido de aluminio cuya estructura química se ha descrito anteriormente es un magnífico floculante sin embargo este compuesto se ha usado como un agente astringente en la fabricación de anti-sudoríficos, en cremas, soluciones o aerosoles, lociones para después de afeitarse y otros por lo que la Norma Oficial Mexicana NOM-K-352-1992 establece las características mínimas de calidad de éste.

Esta norma se complementa con las Normas Oficiales Mexicanas en vigor siguientes:

NOM-K-249- Determinación de cloruros.

NOM-K-249- Determinación de cenizas sulfatadas.

NOM-K-249- Determinación de hierro en ácido nítrico.

NOM-K-249- Determinación de plomo método de ditiona

NOM-K-249- Determinación de arsénico.

Para la aplicación correcta de esta Norma se debe aplicar la Tabla siguiente:

TABLA 3

Características del clorhidróxido de aluminio empleado en la industria de cosméticos.

CARACTERÍSTICAS	MÍNIMO	MÁXIMO
Material activo en por ciento	46	48
Cloruro en por ciento	15.8	16.8
Sulfatos en por ciento		0.5
Metales pesados en p.p.m. (como Pb)		20
Hierro en p.p.m.		100
Arsénico en p.p.m.		2
pH (solución al 15 %)	40	4.11

La producción de un químico de tales características requiere materias primas de alta calidad, lo que representa un encarecimiento en el clorhidróxido de aluminio, sin embargo tomando en cuenta la eventual búsqueda de mejora en la calidad del producto se puede intentar la remoción de impurezas del clorhidróxido industrial con tecnología de patente China¹⁶ con la cual se podría alcanzar los requerimientos inclusive para su uso en cosméticos, catalizadores etc.

¹⁶ Chao-hua . 1986. "Method for removing impurities from Aluminum hydroxychloride obtained by using low purity aluminum". Patent Faming Zhuanli Shenging Gon. Pat. CN 85 100219 A.

CAPITULO III

ENTORNO DEL MERCADO DE LOS FLOCULANTES

3.1 Tamaño, composición y crecimiento del mercado de floculantes.

El mercado de floculantes está dominado por el sulfato de aluminio el cual tiene un mercado cercano a las 140,000 t/mes en México es producido en grandes cantidades por 2 distintos procesos principalmente, el de mayor volumen es el que usa la compañía Vitro, S.A. a partir de caolín, el cual acapara el mercado con un porcentaje de participación del 70%. El segundo método de obtención industrial es aquel en el que se hace reaccionar alúmina hidratada con ácido sulfúrico, obteniendo un sulfato de aluminio con bajo contenido de hierro, comercializado por fabricantes de menor tamaño que la compañía arriba mencionada.

La presencia del sulfato de aluminio en el mercado de floculantes representa aproximadamente casi el 90% de la producción de floculantes inorgánicos, muy superior a la que tiene el clorhidróxido de aluminio lo cual representa una dificultad para posicionarlo y comercializarlo, sin embargo en la actualidad con las regulaciones cada vez más estrictas de la calidad del agua tratada y descargada por las empresas se necesita de un floculante que no añada impurezas o sales (principalmente el sulfato de aluminio producido con caolín), lo que ocasionaría el no cumplimiento de alguna condición particular de descarga, esto ha provocado que se comercialice este producto como parte de paquetes para la

clarifloculación, aconsejando algunas consultoras y firmas de mejoramiento ambiental el uso de estos dos poderosos floculantes para crear una sinergia y obtener mejores resultados.

La compañía Vitro, S.A. al manejar un método de obtención en donde se enfrenta a la problemática de secar su producto, por lo que ha iniciado una campaña para vender su producto en pipa con el argumento de que el producto se deberá usar en solución, obteniendo un relativo éxito por el consiguiente abaratamiento de éste.

3.2 Mercado potencial para el clorhidróxido de aluminio.

El mercado potencial está determinado por las Zonas donde se localiza la mayor concentración fabril en la República Mexicana.

El mercado potencial de este tipo de producto por sus variadas aplicaciones lo forman los siguientes Sectores Industriales :

- 1) Industria Química
- 2) Industria de la Construcción
- 3) Industria del Papel
- 4) Industria de Fibras
- 5) Industria Farmacéutica
- 6) Otros

Así como precisamente el gran mercado del tratamiento de aguas donde actualmente se utiliza sulfato de aluminio como agente floculante¹⁷. Los grandes consumidores de este producto a los cuales se podría atacar con el objetivo de ganar una parte de este consumo cautivo sería :

- PEMEX (6,000 t/mes)
- CUTZAMALA
- D.D.F.
- C.E.A.S.

3.3 Competencia : tipos de productos, canales de distribución, promoción, precio, etc.

El clorhidróxido de aluminio tiene una fuerte competencia en el mercado de floculantes con el sulfato de aluminio como floculante industrial , por lo que analizaremos a productores tanto de policloruros de aluminio y sulfato de aluminio.

Principales productores de clorhidróxido de aluminio.

1) QUÍMICA HOECHST DE MEXICO S.A.

Locron P= Hidroxicloruro de aluminio, polvo fino, envasado en cuñetes de cartón de 40 Kgs. con bolsa interior de polietileno, con una cantidad de 46-48% en masa de óxido de aluminio, libre de arsénico, y una concentración máxima de Hierro de 100 mg/Kg.

Locron L= Hidroxicloruro de aluminio, solución acuosa al 50% aproximadamente , envasada en recipientes de polietileno de 100-150 Kg. con una cantidad de 23.5 +/- 0.5 % en masa de óxido de aluminio, y una concentración máxima de hierro de 50 mg/Kg.

Esta compañía cuenta con toda la infraestructura de promoción, y difusión de su producto con diferentes folletos para sus diferentes usos; clorhidróxido de aluminio para cosméticos, tratamiento de agua en albercas, para aprestos hidrófugos, etc.

¹⁷ Cifra proporcionada por Química Lussak S.A. de C.V. Productor de sulfato de aluminio.

Cuenta con venta para el Locron L hasta por pipa y por la calidad de su producto es ampliamente usado en la cosmética, teniendo una conversión en los últimos años a una creciente demanda de este Hidroxicloruro como floculante.

2) QUIMOSINTESIS S.A. DE C.V.

Marca Klorhigel ("Policloruro de aluminio" PAC)

Klorhigel P, Polvo higroscópico envasado en sacos de 40 Kgs. y tiene un contenido mínimo de 30% de Al_2O_3 , contiene 20 ppm como máximo de arsénico y 0.03% de Hierro.

Klorhigel S, Líquido amarillo pálido envasado en tambores de 250 Kg. de capacidad con un contenido de 10.3 +/- 0.3% de óxido de aluminio y 0.5 ppm de Arsénico, así como 0.06 % de Fe.

3) PATINI S.A. DE C.V.

Clorhidróxido de aluminio en polvo con misma calidad de Química Hoechst de México S.A. envasado en sacos de 25 Kgs.

Clorhidróxido de aluminio Líquido con misma calidad de Química Hoechst de México S.A. excepto que marca 2 ppm de Arsénico en su especificación, lo que equivale a que su producto tiene calidad para industria cosmética.

OTROS PRODUCTORES CLORHIDRÓXIDO DE ALUMINIO

4) Cinética Química S.A. de C.V.

De lo anterior y por información directa con estos proveedores podemos establecer de este producto.

CLASIFICACIÓN

En este producto se clasifica por especialidad ya que es comprado únicamente cuando se requiere.

MARCA

Este tipo de producto se conoce generalmente en el mercado como clorhidróxido de aluminio, hidroxiclorigenato de aluminio, ó "policlorigenato de aluminio" (sic) PAC y no requiere marca o etiqueta para su venta. Sin embargo es importante hacer notar que el clorhidróxido de aluminio de Hoechst conocido como Locron es el que más penetración tiene en México.

Nombres comerciales utilizados en el mundo.

Clorhydrol	(Reheis, E.U.A.)
Wickenol	(Wicken, E.U.A.)
Locron	(Hoechst, Alemania)

ENVASE

El clorhidróxido de aluminio generalmente se vende en porrones de plástico de 80 a 150 Kg. en una solución al 50 %, o en camiones cisterna de 6 a 12 t.. Sin embargo también se puede obtener en su presentación sólidos en sacos de papel de 25 Kg. a 40 Kgs. provistas de bolsa interior de polietileno.

PRECIO

El precio del Hidroxiclorigenato de Aluminio fluctúa desde \$5,200 a \$6,750 por tonelada en Solución al 50 % considerando que esto precios prácticamente se duplican para este compuesto tomando una base seca ó bien en su presentación sólida.

A continuación se muestra tabla resumen donde se muestra capacidades instaladas para plantas productoras de cloruros de polialuminio básicos en solución acuosa¹⁸ (principalmente clorhidróxido de

¹⁸ Capacidades proporcionadas por productores de clorhidróxido de aluminio.1996.

aluminio al 50% con 2 a 3 aguas de hidratación) con sus precios promedios de comercialización y el volumen de ventas anuales, para este producto.

TABLA 4

Capacidades instaladas para plantas productoras de cloruros de aluminio básicos en solución acuosa

Empresa productora	Cap. Instalada Solución (t/año)	Producción B. Húmeda (t/año)	Precio Promedio de venta \$/ Kg	Ventas Anuales miles \$	Ventas Anuales miles USD \$
Química Hoechst	1,560	1,225	6.75	8,268.75	1,117.4
Patini	1,320	972	6.2	6,026.4	814.38
Quimosíntesis	600	580	5.8	3,364	454.6
Cinética Química	180	135	5.7	769.5	103.99
Otros	120	100	5.2	520	70.27
Total / Promedio	3,780	3,012	5.93	17,861.16	2,413.67

Por otro lado con la finalidad de establecer una comparación de este producto con el sulfato de aluminio el cual se comercializa principalmente en su presentación sólida, así como establecer una base comparativa con los precios internacionales de importación y exportación para este producto, los cuales están dados en base seca se presenta la siguiente tabla.

TABLA 5

Capacidades instaladas para plantas productoras de cloruros de aluminio básicos base seca

Empresa productora	Cap. Instalada Sólido (t/año)	Producción B. Seca (t/año)	Ventas Anuales miles USD \$	Precio Promedio pesos \$	Precio Promedio USD \$
Química Hoechst	702	552	1,117.4	14.98	2.02
Patini	660	486	814.38	12.4	1.68
Quimosíntesis	180	174	454.6	19.33	2.61
Cinética Química	90	68	103.99	11.32	1.53
Otros	60	50	70.27	10.4	1.41
Total / Promedio	1,692	1,330	2,413.67	13.43	1.82

* Para base seca no se toma en cuenta el peso correspondiente al agua de la solución y las aguas de hidratación del clorhidróxido de aluminio, además de considerar en la tabla un valor promedio de concentración para cada productor que manejan en las soluciones que comercializan.

Por otra parte debemos considerar el comportamiento de este cloruro de polialuminio en el mercado internacional, por lo que se presenta en las tablas siguientes el volumen importado y exportado, y su precio de transacción¹⁹.

¹⁹ "Importaciones y exportaciones por fracción al mes de diciembre 1995". Base de datos de Comercio Exterior de la Industria Química BACIQ. ANIQ. Fracción 28274901.

TABLA 6

Volumen importado y exportado , y su precio de transacción de cloruros de aluminio básicos

Año	Importación (t.)	Valor (miles USD \$)	Precio Promedio USD \$ / Kg
84	10.17	24.81	2.44
85	31.33	49.04	1.57
86	1	8	8
87	4	9	2.25
88	22.28	50.34	2.26
89	74.82	153.62	2.05
90	44.67	98.06	2.2
91	59.19	200.89	3.39
92	60.86	223.21	3.67
93	43.06	102.83	2.39
94	81.55	183.13	2.25
95	105.86	267.76	2.53
Total / Promedio	538.79	1,370.68	2.54

* Se importa de Canadá, China Popular, Estados Unidos de América.

Por otra parte se presenta la tabla de exportaciones para este producto²⁰.

TABLA 7

Exportaciones de cloruro de aluminio básicos

Año	Exportación (t.)	Valor (miles USD \$)	Precio Promedio USD \$ / Kg
92	126.17	332.15	2.63
93	140.65	230.24	1.64
94	57.62	149.75	2.6
95	65	316.57	4.87
Total / Promedio	389.44	1,028.71	2.64

* Se exporta a Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, Venezuela.

Tomando en cuenta la información anterior se puede obtener la Demanda ó Consumo Nacional Aparente para el año de 1995.

²⁰ Idem

$\text{Demanda} = \text{Producción Nacional} + (\text{Importaciones} - \text{Exportaciones})$

Demanda= a + b

Policloruro de Aluminio	Capacidad Instalada t/año	Producción Nacional t/año	Importación Nacional t/año	Exportación Nacional t/año	Demanda (C.N.A.) t/año
Base seca	1,692	1,330	106	62	1,374

Donde analizando la tendencia del término b , que corresponde al término de importaciones y exportaciones para los últimos cuatro años , tenemos lo siguiente:

TABLA 8

Comportamiento de importaciones y exportaciones de los cloruros de aluminio básicos

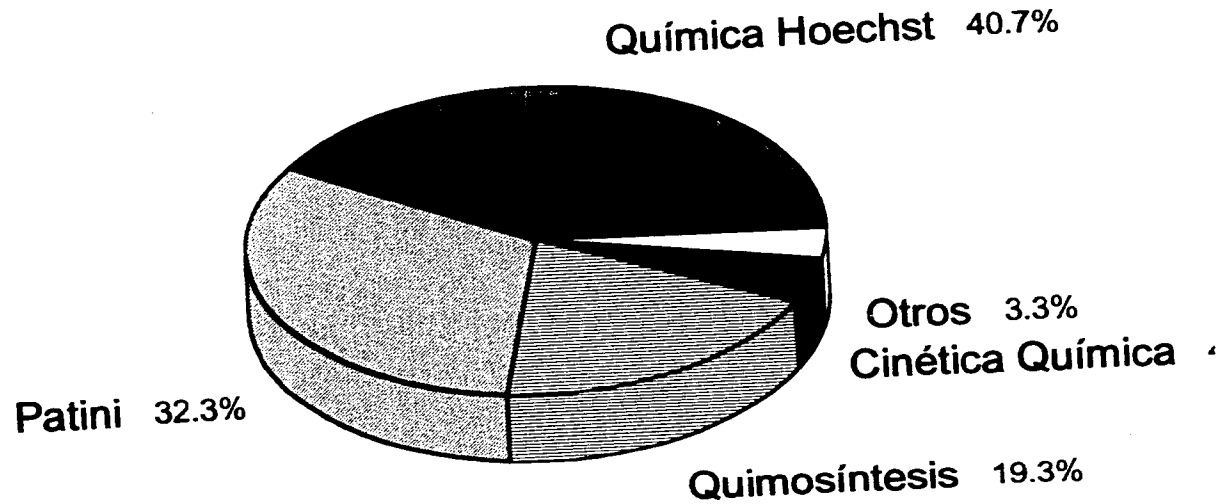
Balanza de Policloruro de Aluminio	Importación Nacional (t/año)	Exportación Nacional (t/año)	Tendencia Demanda - (t/año)
92	61	126	-65
93	43	141	-98
94	81	58	23
95	106	65	41

Otra información de interés es la referente a los Estados Unidos²¹ en donde el uso de este compuesto en tratamiento de aguas se inició en el año de 1983 el cual ha sido vendido como un sustituto del sulfato de aluminio para la clarificación de agua municipal e industrial, teniendo un mercado de 30,000 toneladas métricas en 1989 para esta aplicación sin contar que la especialidad de cloruro de polialuminio para uso cosmético tuvo un mercado de otras 25,000 Toneladas métricas este mismo año.

²¹ J. Kroschwitz . Op. cit. p. 343.

Productores de Hidroxicloruros de Aluminio.

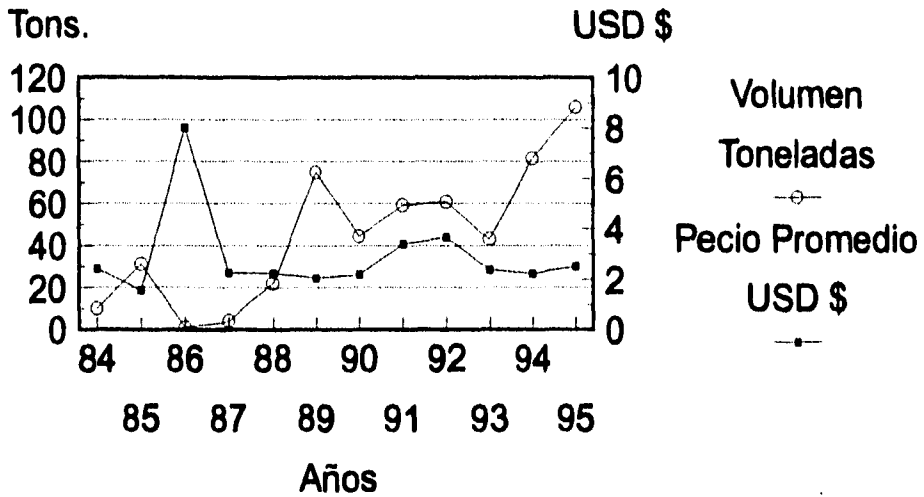
30-a



Base húmeda, 1995

Fuente: Asociación de productores de cloruros de aluminio básicos.

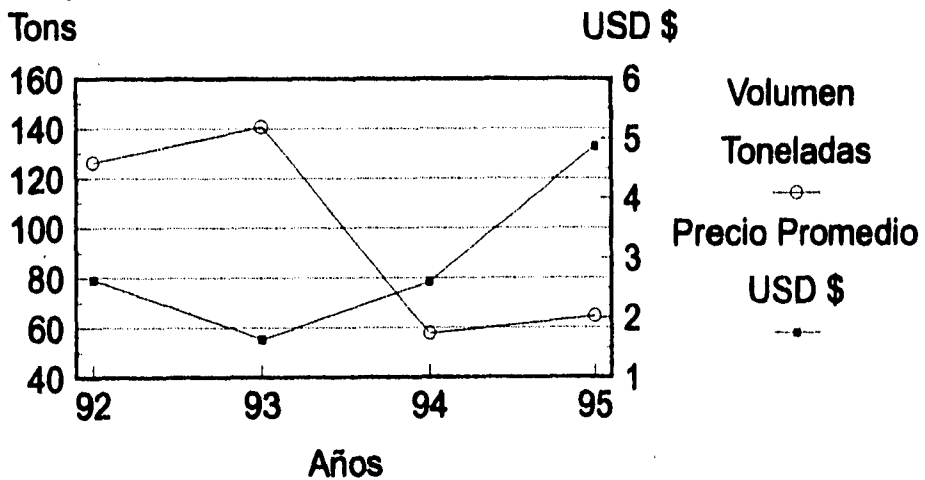
Importación de Hidroxicloruros de Aluminio



Periodo 84-95

Fuente: ANIQ 'BACIQ'

Exportación de Hidroxicloruros de Aluminio



Periodo 92-95

Fuente: ANIQ 'BACIQ'

Tomando en cuenta que se pretende penetrar en el mercado de floculantes donde el más fuerte competidor es el sulfato de aluminio se analizará su estructura.

Principales productores de sulfato de aluminio.

1) VITRO, S.A.

Este productor tiene una fuerte presencia en la producción de sulfato de aluminio con casi un 70% de participación de éste, siendo el único que produce el sulfato de aluminio teniendo como materia prima el Caolín, por lo que su calidad depende de este mineral, obteniendo como producto una solución de sulfato de aluminio de baja pureza, la cual procede a evaporar para comercializar en su presentación en polvo, lo que encarece su producto, iniciando por esta razón una campaña con el fin de evitar esta operación unitaria y beneficiar al cliente con descuentos en éste, vendiendo su producto en carros pipas teniendo una buena aceptación en esta presentación.

2) QUÍMICA LUSSAK

Sulfato de aluminio con bajo contenido de Hierro de 100 ppm envasa en sacos de 40 Kgs. con un contenido de Alumina combinada como Al_2O_3 del 16.2 al 17.1 % y Alumina libre como Al_2O_3 de 0 a 0.2 %. No tiene presentación Líquida.

OTROS PRODUCTORES SULFATO DE ALUMINIO

3) Química Pima S.A.

4) Cosmocel S.A.

5) Fosfonatos Mexicanos.

6) Moliendas Tizayuca

7) Química Pineda

8) Tropiquímicos, S.A.

De lo anterior y por información directa con estos proveedores podemos establecer de este producto.

CLASIFICACIÓN

En este producto se clasifica por especialidad ya que es comprado únicamente cuando se requiere.

MARCA

Este tipo de producto se conoce generalmente en el mercado como sulfato de aluminio y no necesita marca para su venta. Sin embargo debemos considerar que se utilizan diferentes procesos de producción en México, diferenciándose solamente por la cantidad de impurezas que éste presenta.

ENVASE

El sulfato de aluminio generalmente se vende en sacos de 25 ó 40 Kg. y sólo la compañía Vitro, S.A. vende una solución de este compuesto en camiones cisterna de 6 a 12 t.

PRECIO

El precio del sulfato de aluminio fluctúa desde \$1,200 a \$1,800 por tonelada en su presentación sólida.

A continuación se presenta una tabla resumen para el sulfato de aluminio²².

TABLA 9

Capacidades instaladas para las principales plantas productoras de sulfato de aluminio

Empresa productora	Capacidad Instalada (t/año)	Producción Anual (t)	Precio Promedio de venta \$ / Kg	Precio Promedio de venta USD \$ /Kg	Ventas Anuales 1995 miles \$	Ventas Anuales 1995 miles USD \$
Vitro S.A.	115,200	108,000	1.35	0.18	145,800	19,702.7
Química Lussak	7,200	7,200	1.65	0.22	11,880	1,605.41
Química Pima	7,200	7,200	1.55	0.21	11,160	1,508.11
Cosmoceel S.A.	7,500	7,200	1.45	0.2	10,440	1,410.81
Fosfonatos Mexicanos	7,200	7,100	1.5	0.2	10,650	1,439.19
Moliendas Tizayuca	9,800	9,600	1.4	0.19	13,440	1,816.22
Química pineda	2,400	2,400	1.7	0.23	4,080	551.35
Tropiquímicos	14,400	14,000	1.45	0.2	20,300	2,743.24
Total / Promedio	144,300	136,700	1,562,181.3 86.24	0.2	205,904.38	27,824.92

Con el propósito de observar comportamiento del mercado de importaciones y exportaciones se presentan las siguientes tablas ²³.

²² Capacidades proporcionadas por productores de sulfato de aluminio.1996.

TABLA 10

Importaciones realizadas de sulfato de aluminio y su precio.

Año	Importación (t.)	Valor (miles USD \$)	Precio Promedio USD \$ / Kg
83	79.52	317.62	3.99
84	129.84	54.68	0.42
85	297.53	137.56	0.46
86	254	128	0.5
87	170	95	0.56
88	205.28	105.91	0.52
89	26.23	53.4	2.04
90	57.89	36.44	0.63
92	296.61	124.88	0.42
93	122.54	58.73	0.48
94	271.49	117.63	0.43
95	737.57	203.91	0.28
Total	2,648.51	1,433.75	0.54

* Se importa de República de Alemania, China Nacionalista, España, Estados Unidos, Francia, y Japón.

²³ "Importaciones y exportaciones por fracción al mes de diciembre 1995". Base de datos de Comercio Exterior de la Industria Química BACIQ. ANIQ. Fracción 28332201.

TABLA 11

Exportaciones realizadas en los cuatro últimos años y precio al cual fue comercializado

Año	Exportación (t.)	Valor (miles USD \$)	Precio Promedio USD \$ / Kg
92	1,701.92	346.94	0.2
93	2,605.65	545.67	0.21
94	8,296.99	1,985.38	0.24
95	9,295.94	1,548.3	0.17
Total / Promedio	21,900.51	4,426.28	0.2

* Se exporta a República de Alemania, Belice, Chile, Colombia, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, Panamá, Puerto Rico, República Dominicana.

Analizando el Consumo Nacional Aparente para el año de 1995 de la misma forma que para el cloruro de polialuminio básico, se tiene:

Sulfato de Aluminio	Capacidad Instalada /año	Producción Nacional /año	Importación Nacional /año	Exportación Nacional /año	Demanda (C.N.A.) /año
Base seca	144,300	136,700	737	9,296	128,141

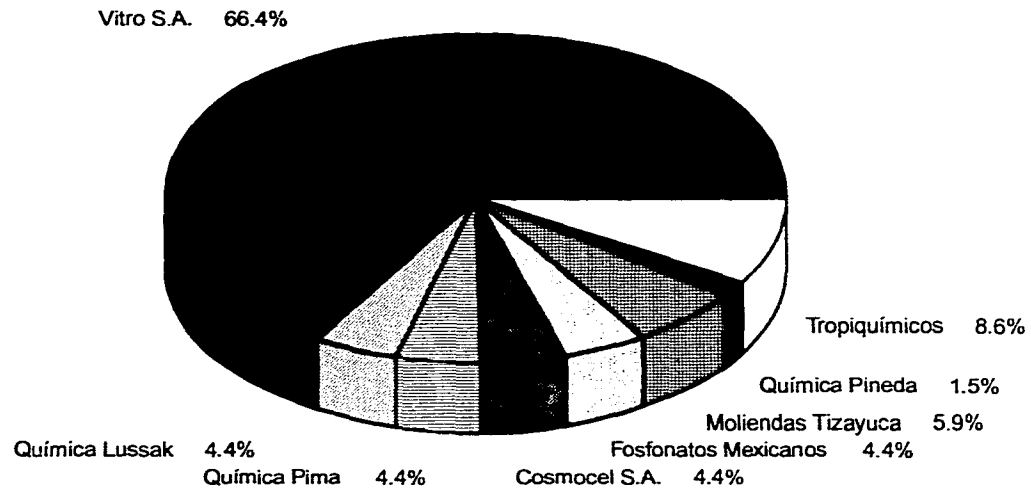
Mientras que el término que corresponde a las importaciones y exportaciones tiene una franca tendencia la baja en los últimos años.

TABLA 12

Comportamiento de importaciones y exportaciones del sulfato de aluminio

Balanza sulfato de aluminio	Importación Nacional (t/año)	Exportación Nacional (t/año)	Tendencia Demanda (t/año)
92	297	1,702	-1,405
93	123	2,606	-2,483
94	271	8,297	-8,026
95	738	9,295	-8,557

Productores de Sulfato de aluminio.

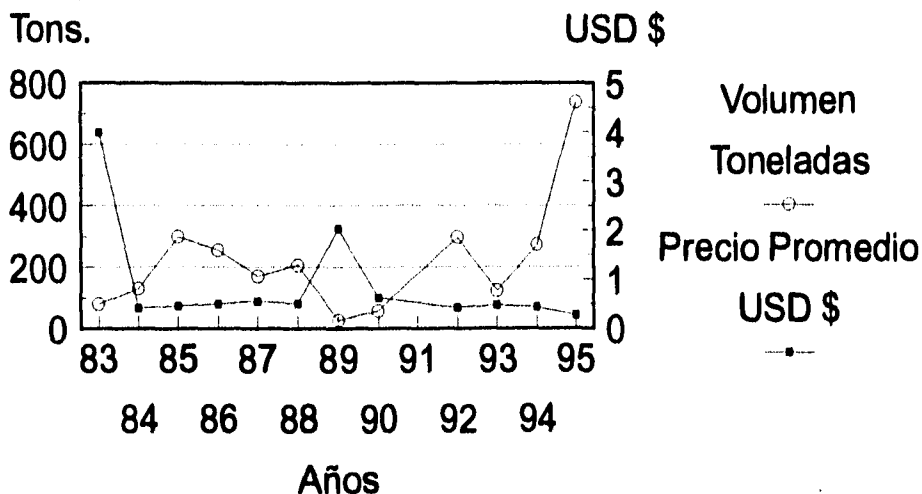


36-a

Base seca , 1995

Fuente:Asociación de productores de sulfato de aluminio.

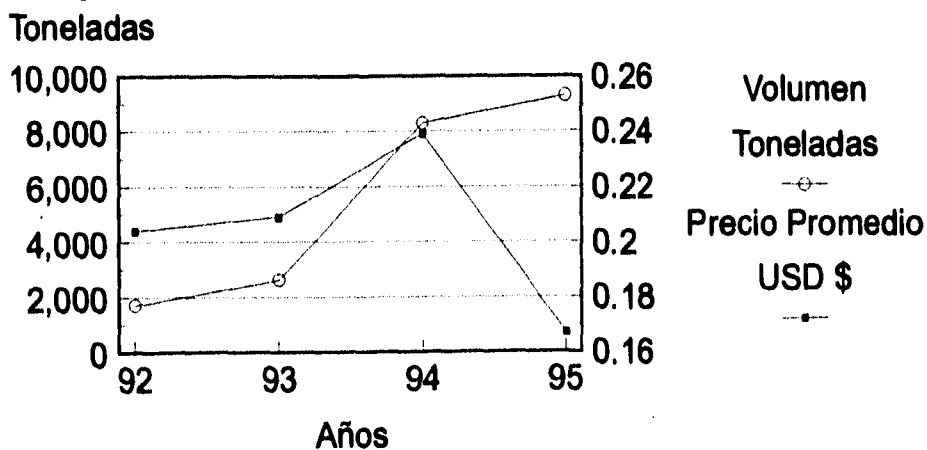
Importación de Sulfato de Aluminio



Periodo 83-95

Fuente: ANIQ 'BACIQ'

Exportación de Sulfato de Aluminio



Periodo 92-95

Fuente: ANIQ 'BACIQ'

TABLA 13

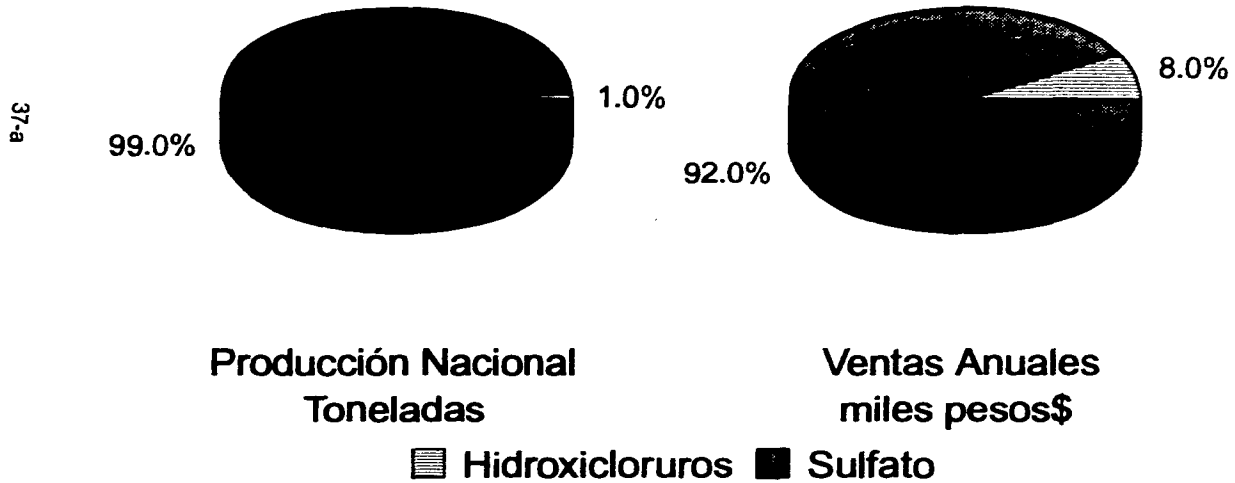
Tabla resumen del hidroxloruro de aluminio y sulfato de aluminio

Compuesto de aluminio/ Concepto	Hidroxloruros de aluminio	Sulfato de aluminio
Consumo Nacional Aparente (t)	1,374	128,141
Capacidad Instalada Nacional (t)	1,692	144,300
Producción Nacional (t)	1,330	136,700
Volumen de Importación (t)	106	737
Volumen de Exportación (t)	65	9,296
Precio promedio Nacional (pesos \$ / Kg.)	13.43	1.51
Precio promedio Nacional (USD \$ / Kg.)	1.82	0.2
Precio promedio de Importación (USD \$ / Kg.)	2.53	0.28
Precio promedio de Exportación (USD \$ / Kg.)	4.87	0.2
Ventas Anuales (miles \$ / año)	17,861.16	205,904.38
Ventas Anuales (miles USD \$ / año)	2,413.67	27,824.92
Valor de Importaciones (t/año)	267.76	203.91
Valor de Exportaciones (t/año)	316.57	1,548.3
Importaciones - Exportaciones (t/año)	41	-8,557

* Todos los datos están referidos a base seca y son para el año de 1995.

Presencia en el Mercado

Sulfato de Aluminio e Hidroxicloruro de Aluminio



Base seca, 1995

Fuente: Asociación de productores de sulfato de aluminio.

CAPITULO IV

ATRACTIVIDAD / COMPETITIVIDAD

4.1 Amenazas y oportunidades

Para considerar las amenazas y oportunidades que se tienen para este producto debemos tomar en cuenta el momento actual de la industria a la cual se le pide cumpla con ciertos requisitos para su efluente, por lo que el uso de floculantes para la eliminación de sólidos suspendidos totales se ha incrementado, siendo el más favorecido el sulfato de aluminio el cual ha tenido un fuerte impulso para su crecimiento, lo que ha provocado la aparición de nuevos productores de este producto, sin embargo Química Hoechst tiene una importante presencia en el mercado con un cloruro de polialuminio para esta aplicación sin representar aún competencia para los productores de sulfato de aluminio. en el mercado de floculantes con este producto

Si consideramos que en el mercado de floculantes el sulfato de aluminio es el más importante y, si se pretende competir con este producto debemos enfocar nuestros esfuerzos en tratar de ganar una porción que está ya cautivo por este floculante a nivel industrial, sin perder de vista la existencia de productores de clorhidróxido de aluminio los cuales no consideran una guerra comercial entre los mismos productores de de este cloruro de polialuminio para su uso como floculante, sino con los grandes productores de sulfato de aluminio.

4.2 Atractividad del mercado.

Podríamos decir que la atractividad de este mercado se soporta en los grandes volúmenes que se manejan, y el crecimiento que éste muestra, dándosele una alternativa más al consumidor que desea un producto de alta eficiencia y pureza, además de que en estos momentos sólo Química Hoechst tiene la posibilidad de darle mayor presencia de este producto pero su producción es limitada.

De lo anterior podemos tomar como puntos a considerar en nuestra matriz de atractividad lo siguiente:

- Tamaño del mercado
- Crecimiento de la demanda.
- Competencia para el clorhidróxido de aluminio.
- Cumplimiento con regulaciones legales.

4.3 Fortalezas y Debilidades

Dentro de las fortalezas que se tienen con este producto, se debe considerar el aspecto Técnico-operativo de lo cual podemos enunciar lo siguiente:

- El uso de soluciones concentradas de clorhidróxido de aluminio, lo que implica que el usuario no tenga que hacer la disolución.
- Floculación tres veces más eficiente por el mayor contenido de Al_2O_3 .
- Mayor pureza en este producto.
- Soluciones de baja acidez y menos corrosivas.
- Reducción de la Demanda Química de Oxígeno del efluente tratado.
- No incrementa la salinidad (conductividad) en el agua tratada.
- Menor cantidad que se debe emplear y por tanto, menores tanques de almacenamiento.

- Efecto germicida y decremento de la cantidad de aluminio residual.
- La presencia de éste como producto para la industria cosmética con altos estándares de calidad.

Mientras que de las debilidades podemos decir lo siguiente:

- Precio más alto.
- Poca difusión de éste como floculante alternativo.
- Materia prima de importación.
- Resistencia al cambio.

4.4 Competitividad del producto , competencia para el nuevo producto.

En este punto debemos considerar precisamente que debemos reforzar las P's de promoción y producto / servicio que se observan en la parte de debilidades de este producto , teniendo en cuenta que debe crearse una campaña de promoción y venta en la que se deben mostrar las ventajas que supone el uso de éste como una alternativa viable.

De lo anterior podemos apuntar que lo que se debe considerar para nuestra matriz / competitividad es:

- Desempeño del producto.
- Calidad
- Servicio Técnico
- Precio

EVALUACIÓN

PORTAFOLIO DE OPORTUNIDADES

Atractividad de Mercado / Competitividad del producto

Promoción / Plaza / Precio / Servicio / Imagen

Mercado / Calificación = p/m, (0-10) Mercado

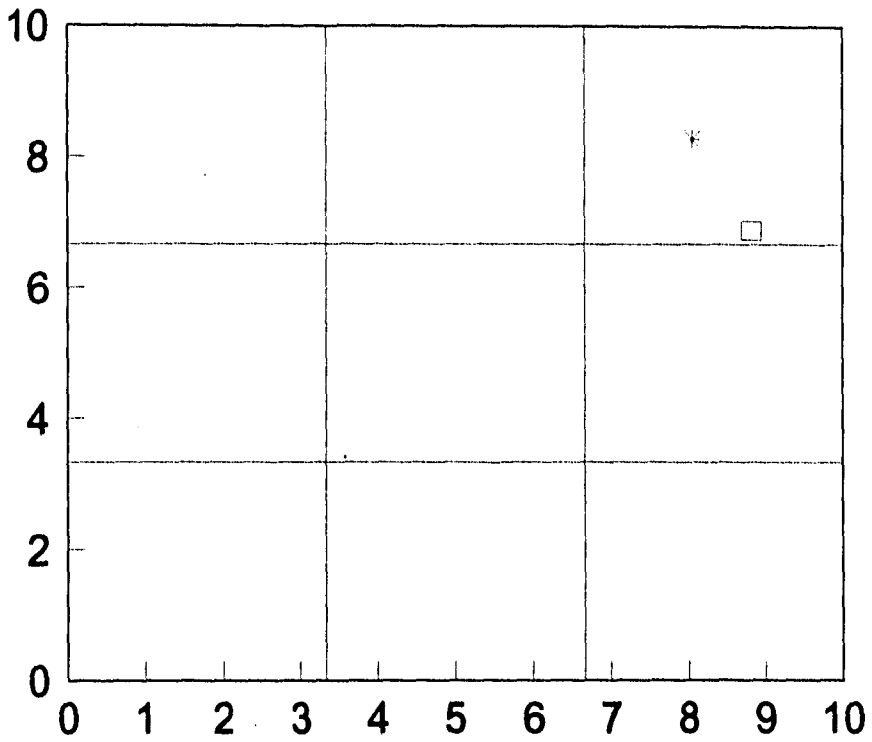
Factor de Atractividad de Mercado	Peso por (0<10)	Industria de Floculante P/M	Industria Cosmética P/M
Tamaño del mercado	0.4	9 3.6	5 2.0
Crecimiento de la demanda	0.3	9 2.7	6 1.8
Competencia para el Clorhidróxido	0.2	6 1.2	5 1.0
Cumplimiento de regulaciones legales	0.1	7 0.7	9 0.9
Total	1	8.2	5.7

Factor de Competitividad del Negocio / producto / Servicio	Peso por (0<10)	Industria de Floculante P/M	Industria Cosmética P/M
Desempeño del producto	0.4	9 3.6	9 3.6
Calidad del producto	0.3	9 2.7	9 2.7
Servicio Técnico	0.2	8 1.6	9 1.8
Precio	0.1	4 0.4	8 0.8
Total	1	8.3	8.9

MATRIZ

Competitividad Negocio / Compañía / Producto

Atractividad



Competitividad

INDUSTRIA FLOCULANTE	INDUSTRIA COSMETICA
—*—	—□—

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MERCADO

5.1 Análisis de datos obtenidos del estudio de mercado.

Analizando información del capítulo anterior se pueden concluir ciertas premisas que resultan concluyentes:

1) En la matriz Atractividad / Competitividad donde se consideró sólo el mercado nacional se observa que el clorhidróxido de aluminio para el segmento de floculantes se localiza en el cuadrante de alta atractividad y alta competitividad, lo que se debe considerar como un producto atractivo para buscar su fabricación y comercialización, ocupando la posición de floculante de alta eficiencia y calidad.

2) La factibilidad de que el mercado de floculantes reciba una alternativa para una floculación más efectiva que no genere otros problemas, va a depender de la promoción de éste tomando en cuenta sus fortalezas técnico-operativas, y la búsqueda de mejorar el precio con el afán de entrar a un mercado donde el floculante más importante es de muy bajo precio.

3) Se observa una atractividad media para que nuestro producto sea canalizado al segmento de cosméticos debido básicamente al tamaño y crecimiento moderado que tiene este mercado, sin embargo es atractivo la producción de éste para el mercado de exportación en donde se tiene precios muy atractivos.

4) Debemos tomar en cuenta la importancia de la competitividad en nuestro producto por el hecho de estar situado en un mercado muy competido, que sin embargo podría significar una oportunidad por las características del mercado, tomando en cuenta el análisis de fortalezas y debilidades debemos considerar que la competitividad de nuestro negocio debe ser sostenida a través de establecimiento de estrategias que nos permita impactar las cuatro P's de la mercadotecnia.

5.2 Plan de acción a seguir partiendo de los datos obtenidos.

Tomando en cuenta la atractividad de el mercado de floculantes y el precio en que se cotiza este producto en el exterior debe considerarse el presente estudio de mercado como la plataforma para un estudio más profundo que nos permita corroborar la necesidad de este producto en este mercado, así como la factibilidad técnica que considere la ingeniería de diseño y detalle para el establecimiento de una planta productora de clorhidróxido de aluminio en México , sin embargo con el objeto de determinar la factibilidad de esta planta de producción se puede hacer un ejercicio que determine su rentabilidad, inversión inicial necesaria y, el tiempo de retorno de ésta.

5.3 Factibilidad económica para el establecimiento de una planta productora de clorhidróxido de aluminio en México.

Se considera la posibilidad de construir una planta productora de Clorhidróxido de Aluminio de 1500 Toneladas anuales de una solución al 50 % de concentración , lo que representa un 45 % del consumo nacional aparente base seca (50 % base húmeda), la cual se considera operará a un 40 % de su capacidad de diseño , lo que representa un 20% de la demanda nacional en el inicio de su operación por lo que ésta se tomará como producción esperada y el equipo inicial será para el 100 % previsto que buscará situar en el mercado nacional ó de exportación.

Tomando en cuenta un proceso de obtención de una solución clorhidróxido de aluminio al 50% con 2 ó 3 aguas de hidratación partiendo de lingote de aluminio y una solución de ácido clorhídrico, se debe determinar el costo de materia prima.

Para el lingote de aluminio el cual debe ser importado se presenta tabla con precios con que se importó este producto en el año 1995 de distintos orígenes ²⁴.

TABLA 14

Precio de importación para aluminio en lingote en el año 1995 .

País de Origen	Volumen (Kg)	Valor (USD \$)	Precio USD \$ / Kg.	Precio pesos \$ / Kg.
Alemania	602	1,999	3.32	24.57
Brasil	413,130	815,300	1.97	14.6
Canadá	400	1,019	2.55	18.85
Estados Unidos	8,897,586	20,879,130	2.35	17.37
Japón	2	17	8.5	62.9
Rusia	1,208,291	2,902,863	2.4	17.78
Venezuela	17,153,436	34,131,860	1.99	14.72
Vietnam	20,085	42,420	2.11	15.63
Total / Promedio	27,693,532	58,774,608	2.12	15.71

²⁴ " Reporte de importaciones a Enero de 1996". Banco de México. Fracción 76011001.

Los mejores precios los presenta Brasil y Venezuela , sin embargo por la cercanía con Estados Unidos , así como su arancel cero para este producto debe considerarse como la opción más atractiva.

Analizando el comportamiento histórico del precio del aluminio en lingote importado de todos los diferentes orígenes²⁵ , se observa un aumento para éste en los tres últimos años sin embargo se observa una baja en el precio para el primer mes de este año.

TABLA 15

Comportamiento histórico del precio del aluminio en lingote importado de distintos orígenes

Periodo	Volumen (Kg)	Valor (USD \$)	Precio USD \$ / Kg.	Precio pesos \$ / Kg.
Ene - Dic. 93	82,540,072	104,193,329	1.26	9.34
Ene - Dic. 94	58,012,814	90,425,245	1.56	11.53
Ene - Dic. 95	27,693,532	58,774,608	2.12	15.71
Enero 96	1,963,798	3,403,575	1.73	12.83
Total / Promedio	170,210,216	256,796,757	1.51	11.16

Para el caso específico de los precios en los últimos tres años para los Estados Unidos como la opción elegida para importar se tiene mismo comportamiento.

²⁵ Idem.

TABLA 16

Comportamiento histórico del precio del aluminio en lingote importado de los Estados Unidos de
America

Periodo	Volumen (Kg)	Valor (USD \$)	Precio USD \$ / Kg.	Precio pesos \$ / Kg.
Ene - Dic. 93	17,133,128	23,942,579	1.4	10.34
Ene - Dic. 94	13,959,036	22,629,779	1.62	12
Ene - Dic. 93	8,897,596	20,879,130	2.35	17.37
Enero 96	851,330	1,339,492	1.57	11.64
Total / Promedio	40,841,090	68,790,980	1.68	12.46

Para efectos de calculo se tomará precio del último periodo anual (1995).

Costo de aluminio en lingote. = \$ 17.365(Kg. de Al) + \$ 0.35(Flete)=17.715

Costo de solución HCl al 30 %=\$ 0.44 (Kg)

Costo de agua uso industrial =\$11.5 m³ = \$ 0.0115 Kg

Siguiendo la estequiometría de la reacción para obtener una solución al 50 por ciento de clorhidróxido de aluminio con 2 a 3 aguas de hidratación.

	2 Al	+	HCl	+	5 H ₂ O	----->	Al ₂ (OH) ₃ Cl . 2.5 H ₂ O	+	3 H ₂ (g)
Inicial	53.963		36.46		85.07		0		0
Añadimos	0		0		224.45				
Reacciona	53.963		36.46		90.05				
Final	0		0		219.47		219.47		6 (g)

Por lo que se tiene que 219.47 Kg de H₂O + 219.47 Kg de Al₂(OH)₃Cl . 2.5 H₂O= 438.94 Kg de una solución al 50 % de este compuesto.

Para obtener el costo por materia prima se tiene:

$$53.963 \text{ Kg de Al} \times \$ 17.715 / \text{Kg Al} = \$ 955.95$$

$$36.46 \text{ Kg de HCl} \times (100 \text{ Kg Sol HCl } 30\% / 30 \text{ Kg HCl}) \times \$ 0.44 / \text{Kg Sol HCl } 30\% = \$ 53.47$$

$$224.45 \text{ Kg de H}_2\text{O} \times \$ 0.0115 / \text{Kg H}_2\text{O} = \$ 2.58$$

Por lo que para obtener 438.94 Kg de clorhidróxido de aluminio al 50 % se gasto por materia prima = \$ 955.95 + \$ 53.47 + \$ 2.58 = \$ 1012

Por lo tanto se tiene un costo por materia prima de \$ 2.30 / Kg de Al₂(OH)₃Cl . 2.5 H₂O al 50%.

Para tomar en cuenta el costo de producción se toma en cuenta el equipo necesario para su producción industrial.

Costo de Equipo	(Cotizado en Febrero de 1996)
Cuerpo del Reactor de 5 Ton de capacidad	\$ 150,000
Condensador	\$ 25,500
Tanque de Almacenamiento de 10 m ³ para HCl al 30 % .	\$ 60,000
Tanque de Almacenamiento de 10 m ³ para Clorhidróxido	\$ 60,000
Tanque para dilución de 1000 l. para solución al 9.3 % .	\$ 10,000
Resistencia eléctrica para calentamiento	<u>\$ 35,000</u>
Costo de Equipo (C.E.)	\$ 340,000
<u>Capital Fijo</u>	
Costo de Equipo	\$ 340,000
Instalación del Equipo (20 % sobre C.E.)	\$ 34,000
Tubería (20 % sobre C.E.)	\$ 34,000
Instalación de Tubería /25 % de su costo)	\$ 8,500
Instrumentación	\$ 100,000
Edificio para proceso	\$ 150,000
Oficinas	\$ 30,000
Equipo de Oficina	\$ 25,000
Terreno (500 m ²)	\$ 100,000
Transporte	\$ 60,000
Servicios (Agua y equipo eléctrico 20 % sobre C.E.)	<u>\$ 17,000</u>
Costo directo	\$ 898,500
Imprevistos (15 % sobre costo directo)	<u>\$ 134,500</u>
Capital Fijo	\$ 1'033,275

Utilidad Anual

De acuerdo con este renglón se calcula la rentabilidad del capital invertido, para un precio de venta del producto de \$ 5.2 / Kg.

Venta Bruta = 300 días / año (5000 Kg. / día x \$ 5.2 / Kg.)

Venta Bruta = \$ 7,800,000

Menos descuentos y bonificaciones 2% = \$156,000

Es decir que se tiene una venta neta de: \$ 7,644,000

Venta neta = \$ 7,644,000

Costo de producción anual

Materia prima	\$ 3,450,000
Agua	\$ 3,000
Agua de enfriamiento	\$ 3,000
Corriente eléctrica	\$ 15,000
Mano de Obra (3 Obreros \$ 1,500 / mes)	\$ 53,000
Supervisión (Ing. Químico \$ 8,000 / mes)	\$ 96,000
Mantenimiento (10 % sobre capital fijo)	\$ 103,328
Depreciación (10 % sobre capital fijo)	\$ 103,328
Seguros (1 % sobre capital fijo)	\$ 10,333
Impuestos de propiedad (2% sobre capital fijo)	\$ 20,666
Empaque	\$ 30,000
Costo de producción = Costo de venta	\$ 3,887,665

Utilidad bruta = Venta neta - Costo de venta

Utilidad bruta = \$ 3,756,345

Gastos generales

Gastos de Administración

Gerente (\$ 12,000 / mes)	\$ 144,000
Secretaria (\$ 2,000 / mes)	\$ 24,000
Gastos de oficina	\$ 7,500
Depreciación del equipo de oficina	\$ <u>2,500</u>
Total	\$ 178,000

Gastos de ventas

Repartidor cobrador (\$ 3,000 / mes)	\$ 36,000
Depreciación Transporte	\$ <u>12,000</u>
Total	\$ 58,000

Gastos generales = Gastos de operación \$ 236,000

Utilidad de operación = Utilidad bruta - Gastos de operación

Utilidad de operación = 3,520,345

Impuesto (34 % sobre utilidad de operación) - I.S.R.- \$ 1,196,917

Reparto de utilidades (10 % a trabajadores) - R.U.T.- \$ 352,035

\$ 1,548,952

Utilidad neta = Utilidad de operación - (I.S.R. + R.U.T.)

Utilidad neta anual = \$1,971,393

Capital del trabajo

Presupuesto del efectivo necesario para iniciar operación

(30 días sobre costo de producción) \$ 323,971

Inventarios (30 días sobre costo de producción) \$ 323,971

Crédito a clientes (30 días sobre venta neta) \$ 637,000

Menos Crédito a proveedores (30 días sobre M. Prima) - \$ 287,500

Capital de Trabajo \$ 997,442

Inversión total = Capital fijo + Capital de trabajo

Inversión total = 1'033,275 + 997,442 = \$ 2,030,717=Capital social

Por lo que estableciendo el balance general proforma para el arranque y a un año de operación , así como también el estado de resultados proforma para el primer año de operación, tomando una producción anual de 1500 t (lo que representa el 40 % de la capacidad instalada) de clorhidróxido de aluminio en solución acuosa al 50% , se tiene:

RESUMEN FINANCIERO
BALANCE GENERAL PROFORMA **Inicio de operación**

ACTIVO		PASIVO	
<u>Activo circulante</u>		<u>Pasivo circulante</u>	
Bancos y efectivo en caja	997,442	Credito proveedores	0
Clientes	0	I.S.R.	0
Inventarios	0	R.U.T.	0
Total activo circulante	997,442	Total pasivo	0
<u>Activo fijo</u>			
Terreno	100,000	CAPITAL	
Edificio para proceso	150,000	Capital social	2,030,717
Equipo y maquinaria	740,775	Utilidad del ejercicio	0
Total activo fijo	990,775	Total capital	2,030,717
<u>Activo diferido</u>			
Gastos de instalación	42,500		
Total activo diferido	42,500		
Suma activo	2,030,717	Suma capital + pasivos	2,030,717

RESUMEN FINANCIERO
BALANCE GENERAL PROFORMA A un año de operación

ACTIVO		PASIVO	
<u>Activo circulante</u>		<u>Pasivo circulante</u>	
Bancos y efectivo en caja	3,848,566	Credito proveedores	287,500
Clientes	637,000	I.S.R.	1,196,917
Inventarios	323,971	R.U.T.	352,035
Total activo circulante	4,809,537	Total pasivo	1,836,452
<u>Activo fijo</u>			
Terreno	100,000	CAPITAL	
Edificio para proceso	150,000	Capital social	2,030,717
Equipo y maquinaria	740,775	Utilidad del ejercicio	1,971,393
Depreciación	113,577.5	Total capital	4,002,110
Total activo fijo	990,775		
<u>Activo diferido</u>			
Gastos de instalación	42,500		
Amortización	4,250		
Total activo diferido	38,250		
Suma activo	5,838,562	Suma capital + pasivos	5,838,562

ESTADO DE RESULTADO PROFORMA**1º año de operación**

Concepto	Miles de pesos
Venta bruta.	7,800
Desc. sobre venta.	156
Venta neta.	7,644
Costo de venta.	3,888
Utilidad bruta.	3,756
Gastos de operación.	236
Utilidad de operación.	3,520
Impuesto sobre utilidad de operación. (I.S.R.)	1,197
Reparto de utilidades. (R.U.T.)	352
Utilidad neta.	1,971

RAZONES DE RENTABILIDAD

(Rendimiento al año de operación)

Rendimiento sobre la inversión

Utilidad neta / Activo total operativo = $1,971,393 / 1,971,746 * 100 = 99.99 \%$

Margen Bruto

Utilidad bruta / Ventas netas = $3,756,345 / 7,644,000 * 100 = 49.14 \%$

Margen de operación

Utilidad de operación / Ventas netas = $3,520,345 / 7,644,000 * 100 = 46.05 \%$

Margen neto

Utilidad neta / Ventas netas = $1,971,393 / 7,644,000 * 100 = 25.79 \%$

Tiempo de recuperación de la inversión

Inversión total / (utilidad neta + depreciación) = $2,030,717 / (1,971,393 + 117,828)$

= 0.97 años; 1 año aproximadamente

Concepto	Resultado
Rendimiento sobre la inversión	99.99 %
Margen Bruto	49.14 %
Margen de operación	46.05 %
Margen neto	25.79 %
Tiempo de recuperación de la inversión	Un año aprox.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1) Los cloruros de aluminio básicos, conocidos también como clorhidróxidos de aluminio tienen una fórmula general $Al_2(OH)_{6-n}Cl_n \cdot X H_2O$ estos se pueden definir individualmente por su basicidad que resulta de $(1 - n/6)$. Aquellos que tiene $n = 1 - 5$ pueden ser aislados y blancos, los compuestos con baja basicidad son inestables, en tanto a valores mayores de 75 % son muy estables lo que los convierten en compuestos con características muy manejables.

2) Los cloruros de aluminio básicos son mezclas de compuestos complejos de varios grados de polimerización, sin embargo se ha aceptado que el complejo $[Al_{12}O_4(OH)_{24}(H_2O)_{12}]^{7+}$ corresponde a la especie que predomina en el clorhidróxido de aluminio comercial, que es del que no ocupamos.

3) Se conocen varios métodos de obtención de este compuesto siendo el más usado el que consiste en hacer reaccionar un exceso de aluminio metálico con una solución de ácido clorhídrico, sin embargo en años recientes se ha optado por seguir una ruta de obtención menos violenta y por tanto más controlable que involucra la adición de aluminio metálico a cloruro de aluminio.

4) El clorhidróxido de aluminio comercial que corresponde a $n=5$ es soluble hasta un 57 % en masa aproximadamente y, tiende en solución acuosa menos a la hidrólisis que otras sales de aluminio como, por ejemplo, el cloruro ó el sulfato. por dicha razón el pH de las soluciones del clorhidróxido de aluminio solo alcanza el valor mínimo de pH de la piel humana.

5) Las características fisiológicas que presentan han sido fuertemente estudiadas por el uso que tiene este compuesto en donde han demostrado ser atóxico habiendo sido sometido a animales hasta una duración de 90 días a concentraciones de 170 mg/m³ considerándolo como atóxico según en Hadbook of Toxicology.

6) El campo de aplicación para los cloruros de aluminio básicos se ha incrementado considerablemente siendo utilizado en la industria textil, del curtido de piel, en la cerámica, como un agente endurecedor, desincrustante, para la fabricación de jabones de aluminio insolubles, a partir de jabones alcalinos, etc. y en donde ha tenido un fuerte impulso principalmente en países industrializados es en el tratamiento de aguas.

7) Los coagulantes más usados en el mundo para el tratamiento de aguas residuales son los siguientes en este orden: sulfato de aluminio, clorhidróxido de aluminio, y cloruro de fierro, siendo menos utilizados el sulfato de fierro II y sulfato de fierro III mezclado con otros coagulantes.

8) Las características que debe cumplir un floculante industrial son :el que una alta eficiencia de coagulación, fácil de transportar y un bajo costo.

9) Con el uso del clorhidróxido de aluminio como floculante industrial se obtiene una menor salinidad en el agua tratada, así como un decremento en la cantidad de aluminio residual, una remoción de la demanda química de oxígeno (D.Q.O.) de hasta el 50%, una eliminación de la contaminación radioactiva en más del 97% , además de presentar la ventaja de que, al contener cerca de tres veces más oxido de aluminio soluble en agua que el sulfato de aluminio, decrece el volumen de carga necesario para la floculación y el espacio para almacenarlo. Sus soluciones son menos corrosivas y no requiere usar recipientes de acero inoxidable, y además tiene un rango de pH operación óptimo de 6 a 9. Todas estas ventajas sobre el sulfato de aluminio lo hacen una alternativa importante que debe considerarse.

11) El establecimiento de los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria petroquímica básica y secundaria por la Norma Oficial Mexicana vuelven urgente el uso de floculantes más eficientes que permitan cumplir dichos requisitos.

12) Las características establecidas por la Norma Oficial Mexicana establece requisitos muy estrictos para este compuesto por su uso en la industria cosmética, requiriendo una materia prima de alta calidad encareciendo este producto con respecto a otros floculantes industriales, sin embargo se han hecho investigaciones en China con el objeto de remover impurezas del clorhidróxido de aluminio obtenido de aluminio de baja pureza.

13) La presencia del sulfato de aluminio en el mercado de los floculantes, representa aproximadamente casi el 90% de la producción de éstos, muy superior a la que tiene el clorhidróxido de aluminio; representando esto una dificultad para posicionarlo y comercializarlo. El 70% de la producción del sulfato de aluminio es producido por la compañía Vitro S.A. a partir de caolín obteniendo un producto de baja pureza, lo que representa la oportunidad para clorhidróxido de aluminio con una pureza superior.

14) El mercado potencial para el clorhidróxido de aluminio por sus variadas aplicaciones se encuentra en ; la industria química, de la construcción de l papel, de fibras, la farmacéutica, así como por supuesto en el gran mercado del tratamiento de aguas donde actualmente se utiliza el sulfato de aluminio como floculante principal.

15) Los principales productores de clorhidróxido de aluminio en México son, Química Hoechst de México, S.A. con una infraestructura de primer nivel en su producción y comercialización, Patini S.A. de C.V., y Quimosíntesis S.A. de C.V., con una infraestructura en ascenso . Este compuesto generalmente se vende en porrones de plástico de 80 a 150 kg. en una solución al 50% ,o en camión cisterna de 6 a 12 t., aún cuando se puede obtener en su presentación sólida en sacos de 25 a 40 kg. El precio de éste

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

producto fluctúa de \$5,200 a \$6,750 por tonelada considerando que estos precios prácticamente se duplican tomando su base seca.

16) Para el año de 1995 el consumo nacional aparente del clorhidróxido de aluminio representa apenas poco más del 1% con respecto al sulfato de aluminio, para este mismo año se tiene una mayor necesidad de importación, mientras que para el sulfato de aluminio se observa una franca tendencia de exportación. El precio promedio de exportación para el clorhidróxido de aluminio es superior en más de 90% del valor de importación para este producto, considerando que el precio promedio de exportación para el sulfato de aluminio es 25% inferior al valor de importación la venta anual del clorhidróxido de aluminio en ganancia representan más del 8.5% de la venta anual por concepto de sulfato de aluminio.

Los principales productores de sulfato de aluminio son, la compañía Vitro, S.A., el cual tiene una participación de casi el 70% de éste mercado teniendo como competidores menores a las compañías: Química Lussak, Química Pima, S.A. Cosmocei, S.A., Fosfonatos Mexicanos, Moliendas Tizayuca etc. vendiéndose este producto en sacos de 25 a 40 Kg., y sólo la compañía Vitro, S.A. vende una solución de este compuesto en camiones cisterna de 6 a 12 t. su precio fluctúa de \$1,200 a \$1,800 por tonelada en su presentación sólida. El precio promedio nacional de clorhidróxido de aluminio en base seca es 8 veces superior al correspondiente del sulfato de aluminio .

17) Tomando en cuenta lo anterior podemos establecer que una competencia por precio no sería conveniente sin embargo las ventajas competitivas de éste se basan en su calidad , esto se puede considerar una oportunidad ya que lo que pretende la industria es el cumplimiento de los límites máximos permisibles de la Norma Oficial Mexicana, lo que significa que enfocarían sus esfuerzos a conseguir un producto que garantice esto aún cuando su precio sea más alto.

18) La atractividad de el mercado se basa principalmente en el tamaño del mercado, crecimiento de la demanda, competencia para el clorhidróxido de aluminio y la necesidad del cumplimiento de las regulaciones legales.

19) Dentro de las fortalezas y debilidades debemos considerar su mayor pureza su desempeño como floculante, sus ventajas operativas, mientras que por debilidades tenemos su precio más alto, su poca difusión, el uso de una materia prima de importación etc.. Tomando en cuenta ésto, se puede considerar en el renglón de competitividad el desempeño del producto, calidad, servicio técnico, y su precio.

20) De la matriz atractividad /competitividad se observa que el clorhidróxido de aluminio tanto para la industria del floculante como para la industria cosmética se encuentra en el cuadrante de alta atractividad y alta competitividad lo que significa un mercado muy peleado pero con grandes oportunidades. La factibilidad de que reciba el mercado de floculantes una alternativa que resulte más cara va a depender de la promoción que se haga de éste , así como no olvidar el fuerte impulso que el clorhidróxido de aluminio ha tenido en el extranjero por lo que debe buscarse la exportación de este para la industria cosmética.

21) De el ejercicio de factibilidad se visualiza la oportunidad de una eventual inversión para la producción y comercialización de este producto atacando el mercado nacional y de exportación tanto de floculantes como de cosméticos.

22) Se debe hacer una fuerte inversión inicial que , sin embargo se recupera rápidamente teniendo en cuenta una operación al 40 % de la capacidad instalada de diseño y con un precio muy competitivo en el mercado de exportación.

23) Los márgenes de utilidad resultan atractivos para el inversionista , tomando en cuenta ademas un crecimiento en su producción basado en un plan de mercadotecnia que se deberá establecer.

24) Se debe plantear la posibilidad de ampliar este estudio con la factibilidad técnica para establecer una planta productora de este compuesto , completando así este estudio de mercado y el ejercicio de factibilidad aquí planteado.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Anderson J., Durston B., Poole M. (eds.)
REDACCION DE TESIS Y TRABAJOS ESCOLARES
Editorial Diana.
México. (1993)

- 2) Kroschwitz Jacqueline, Grant Mary H. (eds.)
ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY
Vol. 2 . Aluminum compounds (Polyaluminums)
Kirk Othmer. "A Wiley Interscience Publication"
United States of America. (1991)

- 3) Ralph G. Harry, P. Alexander (eds.)
HARRY'S COSMETOLOGY
Vol. 1. The principles and practice of modern cosmetics.
Leonard Hill Books.
London, (1973)

- 4) Ullmann Fritz, Wolfgang Gerhartz (eds.)

ULLMANN'S ENCYCLOPEDIA OF INDUSTRIAL CHEMISTRY

Vol. A1 . Aluminum compounds, Inorganic.

VCH Verlagsgesellschaft

Weinheim; Deerfield Beach, Florida (1985).

- 5) D.L. Teargarden ,J.F. kozlowski, J.L. White, J.F. Radavich, S.L. Hem. "Structure and properties of aluminum hidroxichloride". Travaux 2/17/267-281 (1982).
- 6) A. K. Zapol'skii "Principal developments in the production of inorganic coagulants." Soviet Journal of Water Chemistry and Thecnology. (English Translation of Khimiya i Teknologiya Vody.) 6/2/158-162 (1984).
- 7) Bellan Alfred , Klaus Denek "Process for producing basic aluminum chlorides. "United States Patent Pat. 3,891,745 June 24, 1975
- 8) Wu Chao-hua and Yu Pei-Xun. "Method for removing impurities from Aluminum hydroxychloride obtained by using low purity aluminum". Patent Faming Zhuanli Shenging Gon. Pat CN 85 100219 A. July 16, 1986.