



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA PUESTA EN MARCHA DE UNA
PLANTA CENTRIFUGADORA DE LÁTEX NATURAL EN LA REGIÓN DEL VALLE
DEL UXPANAPA

Tesis para obtener el grado en Ingeniería Química

Presenta: Miguel Santiago Hernández

Asesor: Antonio Zamora Plata

Ciudad de México, Junio de 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

AGRADECIMIENTOS

- Ingeniero Químico Mariano Ramos Olmos. UNAM, FESZ. Por su aporte a mi investigación en temas de polímeros.
- Doctor Carlos Guzmán de las Casas. UNAM, Facultad de Química. Por facilitarme información y revistas especializadas en polímeros.
- A mi ex compañera Rosmery Reyes Jarquín. Compañera de equipo en el LTP 5 y quién me ayudó con investigaciones y críticas.
- Ingeniero Químico Luis Villalobos Vázquez. PEMEX REFINACIÓN. Por las críticas al presente trabajo.
- Doctor Fausto Calderas García, UNAM, FESZ. Por las críticas al presente trabajo.
- Profesor Alejandro Rogel Ramírez, UNAM, FESZ. Por las pruebas de viscosidad realizadas.
- Licenciado Gilberto de la Cruz Villalobos. Director del Cecytev No. 8 Plantel La laguna. Por proporcionarme instalaciones dónde se realizaron algunas prácticas.
- Ciudadano Isaías Francisco Santiago. Empresario del rubro. Por proporcionarme instalaciones y equipos.
- Joven Jean Paul López Castro. Productor de Látex. Por proporcionarme muestras de látex.
- A mi hermano Gamaliel y a mi madre. Por su apoyo financiero para la realización del presente trabajo.

Dedicatorias:

A mi padre

A mi amigo Don Noé

A mi hermano Gamaliel

A Ezequiel

RESUMEN

El látex natural contiene en dispersión el polímero de poli isopreno cis, el cual se obtiene casi en su totalidad a partir del árbol del Hevea Brasiliensis, encontrándose en una concentración no aprovechable, razón por la cual se busca la concentración del polímero, destacando la centrifugación por encima de las demás formas.

Este polímero es utilizado en una amplia gama de manufacturas, según su origen será la manufactura, por ejemplo si el polímero se encuentra en dispersión será utilizado para la elaboración de guantes, globos, condones, etcétera, es decir, productos por inmersión; si el polímero se encuentra seco se utiliza para la fabricación de suelas de zapatos, de llantas, cintas transportadoras, etcétera, en este caso se utilizan técnicas de moldeo por extrusión, calandrado, etcétera.

México posee climas y suelos adecuados para el cultivo de Hevea, sin embargo no se aprovechan estas características por lo que los industriales se ven en la necesidad de importar látex de caucho natural de los países del sudeste asiático, mientras que las zonas de cultivo se reducen a escasos municipios de los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas y Oaxaca, entre otros con producciones marginales, siendo Veracruz y el municipio de Uxpanapa los mayores productores en el país.

La región del Uxpanapa carece de la infraestructura necesaria para el aprovechamiento de esta importante materia prima, por lo que en el presente trabajo se estudia la prefactibilidad para la construcción y puesta en marcha de una planta de centrifugación, desde el aspecto tecnológico y económico-financiero.

Desde el punto de vista tecnológico se estudian las principales variables tecnológicas para el proceso de centrifugación de látex de bajo contenido de amoníaco del tipo TMTD/ZnO destacando entre esas pruebas las de densidad, pH, sólidos dispersos y viscosidad, sirviendo estas como un parámetro de referencia para los posteriores balances másicos y dimensionamiento de los equipos ocupados en el proceso.

Desde el aspecto económico financiero se parte de la premisa de que al no haber ninguna planta de procesamiento en la Región y al existir una alta demanda es factible la construcción y puesta en marcha de dicha planta. Para ello se estudian las cotizaciones internacionales para el látex de caucho natural centrifugado, esto con la finalidad de fijar un precio para el látex centrifugado y a partir de él empezar a realizar un estudio proyectado para determinar el monto de la inversión para la construcción.

INTRODUCCIÓN

El poli isopreno cis, es una materia prima utilizada para la fabricación de una amplia gama de artículos. La principal fuente de éste polímero es el árbol del Hevea Brasiliensis, el cual lo ofrece en forma de dispersión como un producto vascular. En el mundo los principales productores de Hevea son países del sudeste asiático. Nuestro país posee las características adecuadas tanto en clima como en edafología para el cultivo del Hevea Brasiliensis, sin embargo, no figura en el contexto internacional como un importante productor de Hevea. Según datos del INIFAP la demanda por parte de las empresas del sector hulero en México es alta.

En nuestro país el principal estado productor de Hevea es el estado de Veracruz, siendo Uxpanapa un importante centro de producción, con cerca del 50% de la producción nacional. La región del Valle del Uxpanapa tiene este cultivo como la segunda actividad económica en importancia, solo después de la ganadería.

La Región presenta un gran atraso cultural, económico, político y social. Se carece de infraestructura para el aprovechamiento de las materias primas producidas en la región, por lo que el cultivo de Hevea queda reducido a la venta de caucho con alto contenido de humedad y la comercialización de látex preservado con amoníaco.

El verdadero aprovechamiento de esta importante materia prima requiere de la concentración del polímero, entre las diferentes formas de concentración destaca la centrifugación la cual elimina cerca de un tercio del agua contenida originalmente en el látex obtenido del Hevea.

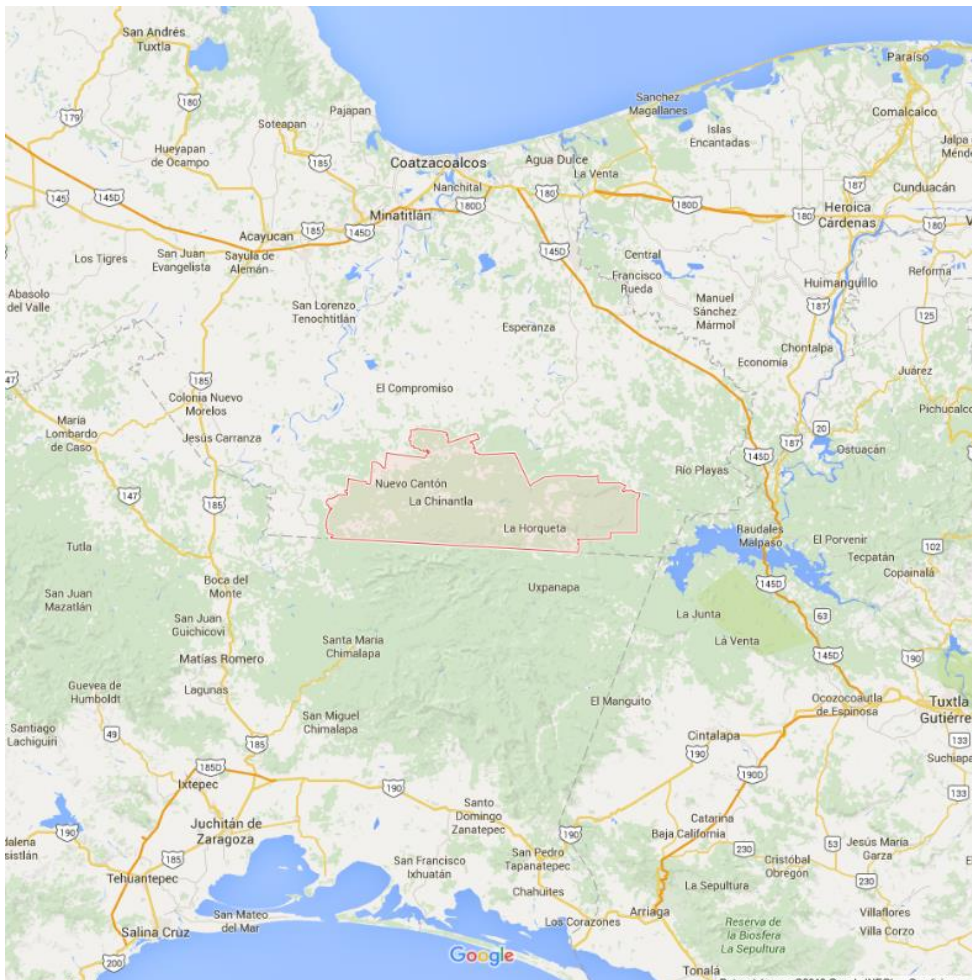
Dado que el presente trabajo estudia la gestión de la tecnología se pretende que tenga cierto apego a la NMX-GT-002-2008, sin serlo del todo dada las limitantes de tiempo del proyecto, de esta manera se abordan las principales variables tecnológicas, y las variables económicas del proceso de centrifugación, tanto nacionales como internacionales, así como los riesgos de inversión para la puesta en marcha de la planta de centrifugación de látex

Para lo anterior se realizan estudios de las variables tecnológicas en los campos de cultivo de Hevea, el análisis del proceso, la selección de los equipos así como un estudio de mercado y Proforma, para demostrar la prefactibilidad de la puesta en marcha de la planta de centrifugación en la Región.

Dentro de los aspectos históricos, geográficos y socioeconómicos Uxpanapa es un municipio del Sureste Veracruzano, su población está compuesta principalmente por dos etnias, la primera que dio origen a dicho municipio la integran los Chinantecos, quienes fueron reubicados de lugares aledaños a la Presa Cerro de Oro, sobre el Río Papaloapan, en el Estado de Oaxaca; la segunda migración de indígenas ocurre tras la erupción del Volcán El Chichonal, en el Estado de Chiapas. Durante varios años la población habló sus lenguas autóctonas y su población mestiza estaba formada por trabajadores de la Comisión

del Papaloapan y de las dependencias gubernamentales, entre las que destacan la SEP, la SEC (extinta), SS, ISSSTE. IMSS Solidaridad, CFE, INI (hoy CDI), etcétera.

La Región antes de convertirse en Municipio estaba conformada por los municipios aledaños de Jesús Carranza, Hidalgotitlán y Minatitlán. Posee un clima húmedo y suelos luvisoles y acrisoles. Para el desarrollo económico de la región La Comisión del Papaloapan y el Instituto Nacional Indigenista (INI), se dieron a la tarea de fomentar diferentes actividades económicas, de ellas tres citadas de mayor a menor impacto económico se encuentran: la ganadería de vacunos, el cultivo de hevea y la citricultura, específicamente de naranja.



Valle del Uxpanapa (en rojo). Fuente Google Maps

Índice	Página
Índice de Abreviaturas.....	9
Índice de Figuras.....	10
Índice de Gráficas.....	11
Índice de Tablas.....	12
CAPÍTULO 1	
1.1 Naturaleza tecnológica del proceso	
1.1.1 Hevea Brasiliensis.....	14
1.1.2 Estructura, composición y características del látex natural.....	16
1.1.3 Látex preservado con amoniaco (Hidróxido de amonio).....	18
1.1.4 Látex concentrado por centrifugación.....	20
1.1.5 Tratamiento de concentrados y residuos en el proceso de centrifugación.....	21
1.2 Naturaleza económica-financiera del proceso	
1.2.1 Entorno mundial del cultivo de Hevea.....	22
1.2.2 Cultivo de Hevea en México.....	24
1.2.3 Cultivo de Hevea en Veracruz y Uxpanapa.....	25
CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 26	
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	
3.1 HIPÓTESIS.....	28
3.2 OBJETIVOS.....	31
CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	
4.1 Objetivos de estudio tecnológico del proceso	
4.1.1 Pruebas de pH, densidad, viscosidad y sólidos dispersos en el LPCA producido en la Región.....	32
4.1.2 Simulación de la corriente 16.....	37
4.1.3 Balance de materia para el proceso con una capacidad de procesamiento de 2600 L de LPCA y 20 días de trabajo mensual.....	38
4.1.4 Determinación de las capacidades de los equipos con base en el proceso propuesto.....	40
4.2 Objetivos de estudio económico-financiero	
5.2.1. Estudio de mercado de los principales indicadores económicos del precio de látex centrifugado.....	48
5.2.3 Análisis financiero proforma	
A. Premisas de cálculo.....	51
B. Inversión total del proyecto.....	51
C. Inversión fija.....	51
D. Gastos preoperativos.....	53
E. Capital de trabajo.....	55

F. Estructura financiera.....	56
G. Presupuesto de flujo de ingresos.....	57
H. Presupuesto de egresos.....	57
I. Estado de resultados.....	58
J. Flujo de efectivo.....	59
K. Índices y parámetros.....	59
L. Costo Real de producción por litro de látex.....	60
CAPÍTULO 5. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS.....	
5.1 RESULTADOS.....	61
5.2 CONCLUSIONES.....	62
5.3 PERSPECTIVAS.....	64
CAPÍTULO 6. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	65
ANEXOS	
A. MEMORIA DE CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA.....	70
B. BALANCE DE CONSUMO DE ELECTRICIDAD.....	73
C. FORMULACIONES PARA MANUFACTURAS DE LÁTEX.....	74
D. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CAUCHO SECO.....	76
E. FOTOGRAFÍAS DE LOS EQUIPOS Y CRITERIOS PARA SU SELECCIÓN.....	78
F. DESGLOSE ANALÍTICO DEL PROYECTO.....	93
G. DIAGRAMA DE GANTT.....	94
H. PRINCIPALES ELASTÓMEROS COMERCIALES.....	98
I. RESISTENCIAS DE LOS EMPAQUES DE CAUCHO NATURAL A DIVERSOS AGENTES QUÍMICOS.....	101
J. GLOSARIO Y ABREVIATURAS.....	105
K. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA PARA EL DISEÑO DE LA METODOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN.....	106

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
Banxico	Banco de México
C.A.	Costo anual
C.M.	Costo Mensual
C.M.H.	Consejo Mexicano del Hule
CONASAMI	Comisión Nacional de Salarios Mínimos
C.P.U.C. usd	Costo por unidad de consumo en dólares
C.P.U.C. MXN	Costo por unidad de consumo en pesos
C.U.V	Costo por unidad vendida
HB	Hevea Brasiliensis
F.E.D.	Flujo de Efectivo Descontado
F.E.D.A.	Flujo de efectivo descontado y acumulado
GCSPLLPCA	Gramos de caucho sólido por litro de látex preservado con amoniaco
I.R.S.G.	International Rubber Study Group
LNS	Látex natural silvestre
LCCAA	Látex concentrado y centrifugado con amoniaco anhidro
MP	Materias primas
NR	Natural rubber
PCFS	Penta cloro fenato de sodio
PPCS	Partes por ciento de caucho seco
SAGARPA	Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
cps	Centipoises
cSt	Centistokes
SDEC	Dietil ditiocarbamato de zinc
SMR L	Standar Malaysian Rubber Latex
TMTD	Tetrametil Tiuram Disulfuro
U.V.A.C.	Unidades vendidas anuales de caucho
U.V.A.L.	Unidades vendidas anuales de látex
U.V.D.	Unidades vendidas diarias
V.A.C.	Ventas anuales de caucho
V.A.L.	Ventas anuales de látex
V.A.T.	Ventas anuales Totales
V.N.F.	Ventas anuales facturadas

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1	Pica del hule	15
2	Depósito de contención	15
3	Látex coagulado	16
4	Tambos de recolección de látex	19
5	Muestra de NH ₄ OH al 26%	33
6	Prueba de densidad	34
7	Pipeta de medición de gramos de caucho sobre litros de LPCA	35

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica	Descripción	Página
1	Producción mundial en miles de toneladas de caucho natural (NR)	23
2	Evolución de las hectáreas sembradas de HB en México de 2003 a 2007	24
3	Evolución de las hectáreas sembradas de HB en Veracruz de 2003 a 2007	25
4	Precio internacional del SMR L en centavos de dólar de 2008 a 2015	49
5	Comportamiento del peso frente al dólar durante 2015	49
6	Cotización en dólares del SMR L en dólares durante 2015	50
7	Cotización del SMR L en MXN durante 2015	50
8	Flujo de efectivo	60
9	Variación de los precios internacionales del petróleo	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Descripción	Página
1	Características físicas del caucho natural	17
2	Látex concentrado por centrifugación después de varios meses de almacenamiento	21
3	Propiedades del Látex tipo TMTD/ZnO	22
4	Producción mundial en miles de toneladas de NR	23
5	Hectáreas sembradas de HB por estado	24
6	Producción en toneladas de NR por estado para 2011	25
7	Diseño de las muestras de látex	33
8	Prueba de viscosidad	34
9	Propiedades técnicas de las muestras del LPCA	36
10	Simulación de la corriente 16	37
11	Tabla General de Balance	38
12	Estadística de consumo de corrientes con interés económico	39
13	Capacidades de los equipos de proceso	40
14	Características de B-02	42
15	Características del tanque con mezclador	43
16	Descripción del equipo de filtración	44
17	Datos técnicos de la carcasa	44
18	Datos técnicos del filtro	44
19	Datos técnicos de P-01	45
20	Datos técnicos de la centrifuga	46
21	Datos técnicos de V-01	47
22	Características del molino de rodillos (Calandra)	47
23	Distribución de la inversión	51
24	Resumen de la inversión fija	52
25	Cotización del equipo de proceso	52
26	Vehículos y tambos	52
27	Equipo de oficina	53
28	Gastos preoperativos	53
29	Coste del proyecto	53
30	Permisos legales	54
31	Contratos preoperativos	54
32	Capital de trabajo	55
33	Requerimientos de materias primas	55
34	Costos de las materias primas	55
35	Personal de trabajo	56
36	Servicios	56
37	Capital social	56
38	Presupuesto de ingresos anuales	57

39	Presupuesto de ingresos proyectados con fecha de inicio al 1 de enero de 2017	57
40	Depreciación	57
41	Presupuesto de egresos	58
42	Desglose del presupuesto de egresos	58
43	Estado de resultados	58
44	Tabla de flujo de efectivo	59
45	Flujo de efectivo acumulado	59
46	Látex producido por la empresa Heveamex ©	62

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

La naturaleza del presente trabajo trata de una tesis con dos núcleos, por lo cual el marco teórico se presenta en:

- 1.1 Naturaleza tecnológica del proceso
- 1.2 Naturaleza económica-financiera del proceso

1.1 Naturaleza tecnológica del proceso

1.1.1 Hevea Brasiliensis

El Hevea Brasiliensis es una planta originaria del Amazonas que se introdujo a los países del sudeste asiático, siendo estos los principales productores a nivel mundial. En nuestro continente los principales productores son Brasil y Guatemala.

Del Hevea Brasiliensis se obtiene como producto vascular el látex natural, que *in situ*, se le denomina, látex natural silvestre (LNS). Después de ser sembrados los árboles de Hevea, el periodo para empezar a ser productivos oscila de los 6-7 a 8 años y el periodo productivo puede alcanzar más de 30 años. El látex natural silvestre posee una dispersión del polímero de poli isopreno cis en una proporción variada oscilando en de los 25 al 45 gramos de caucho sobre cien mililitros de látex.

Para la explotación del Hevea se recomiendan algunos de los siguientes parámetros (INIFAP 2009):

- Precipitación pluvial de 2000 a 4000 milímetros anuales
- Temperatura anual de 23 a 28 °C
- Pendiente de hasta 12 %
- Vientos no mayores a 90 km/h
- Altitud de hasta 400 metros sobre el nivel del mar
- Edáficos: suelos luvisoles y acrisoles
- Muy buen drenaje
- Profundidad de más de 1 metro
- De textura franca
- pH de 4 a 5.9

La técnica de extracción del látex natural suele tener diferentes nombres según la región de explotación: pica, seringueira, y “rayar el hule”, consiste en realizar un corte sobre la corteza del árbol hasta que escurra a un depósito a través de un canal, como se muestra en la Figura 1 y Figura 2



Figura 1. Pica del hule. Fotografía de Miguel Santiago Hernández



Figura 2. Depósito de contención. Fotografía de Miguel Santiago Hernández

Éste fluido vascular contiene el polímero de poli isopreno cis, cuya concentración dentro del látex es multifactorial, al ser una materia prima de origen natural influyen factores como el nivel de precipitación, las características de los suelos, las estaciones, la edad de los árboles, el tipo de clones, la altura y diámetro de los árboles, etcétera. Algunos autores (Compagnon), sitúan la concentración en 250 a 450 gramos de caucho por litro de látex. El

látex natural sale del árbol con un pH típico de 7.2, sin embargo, la acción de las enzimas propias del árbol aunado a la acción bacteriana y las características climatológicas tienden a coagular el látex. Para evitar la coagulación de látex se recomienda el uso de hidróxido de amonio. A continuación en la Figura 3 se presenta látex que se coaguló en el depósito de contención.

Existen dos rutas básicas para el aprovechamiento de éste polímero, en forma líquida y en sólido, cuando el látex se preserva se utiliza para productos manufacturados por inmersión, mientras que si se coagula sigue otra ruta de proceso que se describe en el Anexo D y generalmente se utiliza para procesos de manufactura por extrusión y moldeo.



Figura 3. Látex coagulado. Fotografía de Miguel Santiago Hernández

1.1.2 Estructura, composición y características del látex natural

Si se centrifugara en el sitio de explotación del Hevea, en el LNS se encontrarían hasta once zonas, sin embargo, para estudios prácticos se reduce a tres zonas principales:

- Una fracción ligera constituida por caucho.
- Una fracción acuosa y limpia llamada suero citoplasmático.
- Una fracción pesada y que en su mayoría corresponden a los lutoides (organitos del látex).

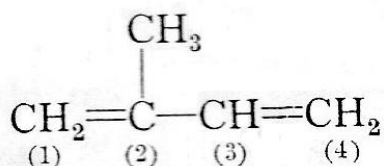
Las partículas de poli isopreno cis dentro del látex se presentan en diferentes formas: esféricas, ovoides y piriformes. En lo referente al tamaño estas partículas varían en diámetros, presentándose desde 0.05 a 3 e incluso cinco micras.

Las partículas de caucho se encuentran rodeadas de una fina capa del tipo fosfolipoproteíca, además, las partículas de caucho presentan sobre su superficie una carga electronegativa que empuja una sobre la otra garantizando de esta forma su estabilidad coloidal.

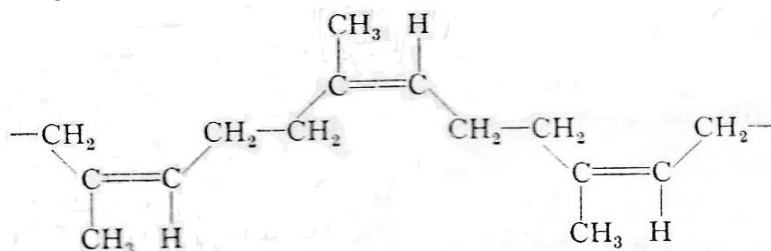
Si bien el principal compuesto en el látex natural es el caucho, en el látex natural por su origen se encuentran en menor proporción los siguientes componentes:

- Proteínas
- Lípidos
- Quebrachitol
- Sales inorgánicas

El 99% de los hidrocarburos presentes en el látex natural corresponden al poli isopreno cis. Partiendo del análisis de los polímeros el caucho cumple con las características estructurales de un elastómero, prácticamente todas las unidades anteriores son la repetición del siguiente monómero:



La unión del monómero se realiza en el carbono 1 y 4 lo que da origen a un arreglo del tipo cabeza cola, es decir, una configuración del tipo cis, este arreglo representa un papel importante en las propiedades químicas, físicas y mecánicas del caucho natural, entre las que destacan resistencia al desgarre, resiliencia y agarre. A continuación se presenta el arreglo del tipo cis:



En la Tabla 1 se muestran las principales características físicas del poli isopreno cis obtenido del árbol del Hevea Brasiliensis, cuando está totalmente seco.

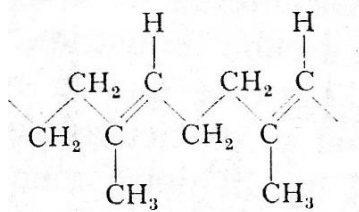
Tabla 1. Características físicas del caucho natural

Densidad	0.9-0.92 g/cm ³
Índice de refracción @ 20 °C	1.52
Coeficiente de expansión cúbica	0.00062 /°C
Densidad de energía cohesiva	63.7 cal/g
Calor de combustión	10700 cal/g
Conductividad térmica	0.00032 cal/s/cm ² /°C
Constante dieléctrica	2.37
Factor de potencia (1000 ciclos)	0.15-0.2*
Resistividad volumétrica	10 ¹⁵ Ohms/c.c.
Resistencia dieléctrica	1000 volts/mil

Fuente: Naunton, W. J. S. (1967).

*El factor de potencia disminuye a 0.0015 y la resistividad aumenta mucho en el caucho sin proteínas

Las variaciones moleculares que destacan consisten en la uniformidad del peso molecular y el número de enlaces entrecruzados dando origen a la configuración trans, dicha fracción es soluble en benceno. Los componentes diferentes al caucho que quedan absorbidos en la superficie activa consisten en proteínas y fosfolípidos, en su mayoría del tipo lectina. A continuación se presenta un arreglo del tipo trans:



Los principales componentes del suero del látex recién extraído son: quebrachitol, sales inorgánicas y proteínas.

El quebrachitol es el éter mono etílico del inositol *l*, el cual es un isómero estructural del hexahidroxiciclohexano, con una concentración relativamente alta, aproximadamente del 1%.

La concentración de sales inorgánicas en el LNS, oscilan en el orden de 0.8%, presentándose como principales cationes el Potasio y Magnesio, con un 0.2% y 0.05% respectivamente; como principal anión el fosfato con un 0.4%. Es importante que las concentraciones de los iones fosfato y magnesio no sean altas.

Otra traza de sales inorgánicas de importancia manufacturera son la de los iones cobre, cuya proporción no debe exceder las 10 ppm, dado que causan el efecto de envejecimiento en el caucho y sus derivados.

1.1.3 Látex preservado con amoniaco (hidróxido de amonio)

Por la acción de enzimas, ácidos orgánicos y bacterias presentes durante la pica, el látex se coagulará, el tiempo de coagulación del látex varía, sin embargo, un factor que influye drásticamente en la coagulación es la temperatura. Con temperaturas mayores a los 30 °C el látex tenderá a coagularse más rápido mientras que a menor temperatura tiende a retardarse, aunque en ambos casos termina por coagularse.

El amoniaco ha demostrado ser un importante agente de conservación del LNS (Johnson BP 467; 1,853, Norris U.S. Patent 9,891; 1853) al retardar la acción bacteriana, la concentración recomendada ronda el 1.75% en la fase acuosa.

El pH típico al que se encuentra el látex natural preservado oscila en 10.2, la presencia de amoniaco acelera naturalmente la hidrolisis de las proteínas, lo que trae consigo un largo tiempo de almacenamiento. El amoniaco es una sustancia volátil pero soluble en agua, por lo que la forma en que se ocupa el amoniaco es en la de hidróxido de amonio.

Realizada la pica, se recomienda que una vez deje de gotear el látex se recolecte. Recolectado el látex pasará a almacenarse en recipientes como los que se muestran a continuación en la Figura 4, en ellos previamente se contiene una solución de hidróxido de amonio.



Figura 4. Tambos de recolección de látex. Fotografía de Miguel Santiago Hernández. Cortesía de Isaías Francisco.

De preferencia al agregar el látex se recomienda una filtración para eliminar grumos que se pudieran haber formado, así como pedazos de madera, hojarasca e insectos, los cuales influyen negativamente en la calidad de manufacturas de látex.

Al agregar amoniaco aparte de la función de preservante y anticoagulante, los estudios demuestran que los fosfolípidos se hidrolizan formando bases libres como la colina o hidroxietilamina, glicerina, glicerofosfato y por saponificación jabones. De estos componentes las bases libres (glicerofosfato y glicerina) pasan al suero, sin embargo, una gran cantidad de jabones quedan absorbidos en el caucho. De semejante manera las proteínas que se hidrolizan al agregar amoniaco pasan a formar parte del suero en forma de aminoácidos y polipéptidos.

Se considera que los materiales absorbidos en el caucho dan lugar a la estabilidad del látex, por ello al agregar amoniaco la estabilidad crecerá, dado que la formación de jabones compensa las pérdidas de fosfolípidos y proteínas. Sin embargo, los jabones de ácido graso no protegen al látex de la acción de ácidos inorgánicos solubles en agua, por lo cual al agregar algunos de estos ácidos la coagulación se realizará con mayor facilidad.

Aunado a lo anterior otra de las ventajas del uso del amoniaco consiste en la precipitación de los iones fosfato y magnesio en forma de fosfato de magnesio durante el proceso de centrifugación.

El amoníaco puede usarse en combinación con otros agentes de preservación, entre ellos destaca el penta cloro fenato de sodio (PCFS). El (PCFS) supera al amoníaco al ser un excelente bactericida, que requiere solo 0.3% en el látex con 0.1% de amoníaco para detener el crecimiento bacteriano. Una de las objeciones del uso del PCFS consiste en que el látex tiende a oscurecerse, lo que implicaría una modificación en la formulación de la manufactura de los productos de látex, además de ser altamente tóxico para el manejo.

1.1.4 Látex concentrado por centrifugación

El látex preservado con amoníaco posee pobres cualidades mecánicas para su aprovechamiento industrial, esto se debe a que la concentración de sólidos (caucho), es baja. En el mercado existen diferentes procesos de concentración de látex, destacando la centrifugación, la electrodonación, evaporación, y desnatado.

El látex concentrado tiene como ventaja que al poseer una mayor concentración de sólidos dispersos tiende a formar películas adherentes, lo cual es de vital importancia en los procesos de fabricación de moldeado por inmersión. Otro de los beneficios es una mayor uniformidad en cuanto a la composición y distribución de los sólidos. La concentración por centrifugación garantiza que las empresas donde se requiere látex y que están lejanas a las zonas de cultivo de Hevea lleven “flete muerto” hasta la planta de manufactura, dado que se concentrará hasta un aproximado de 62 de sólidos dispersos en relación al peso.

La separación por centrifugación es posible debido a las diferencias de gravedad específica de las partículas de caucho respecto al suero. Los valores típicos de gravedad específica para el poli isopreno cis es de 0.91; mientras que para el suero del látex 1.02.

La centrifugación de látex es similar a la de leche, el látex se separa en dos fracciones de aproximadamente el mismo volumen, sin embargo, presenta una corriente que contiene un aproximado del 62.5% de sólidos dispersos y una fracción descremada que contiene un aproximado de 10% de sólidos dispersos.

La centrifugación permite que la mayor parte de las partículas pequeñas de caucho, es decir, las menores a 0.15 micras queden en el producto desnatado. El área superficial aumenta en las partículas pequeñas, siendo éstas las responsables de absorber la mayor cantidad de partículas diferentes al caucho, por lo que los concentrados por centrifugación ofrecen una menor cantidad de partículas diferentes al caucho que si se realizara por otros métodos.

En la Tabla 2 se muestra la composición característica de partículas diferentes al caucho contenidas en el látex concentrado por centrifugación.

Tabla 2. Látex concentrado por centrifugación después de varios meses de almacenamiento.

Componente	Porcentaje en peso del látex
Jabones de ácidos grasos (ejemplo: oleato de amonio)	0.5
Esteroles y ésteres de esteroles	0.5
Proteínas	0.8
Quebrachitol	0.3
Colina	0.1
Glicerofosfato	0.1
Sales de ácidos carboxílicos solubles en agua (acetato, citrato, etc.)	0.3
Aminoácidos y polipéptidos	0.2
Sales inorgánicas (carbonato, fosfato de amonio, potasio, etc.)	0.2

Fuente: Naunton, W. J. S. (1967).

1.1.5 Tratamiento de concentrados y residuos en el proceso de centrifugación

En el mercado existen dos clases de látex concentrados por centrifugación. El primer caso corresponde a los látex concentrados con alto contenido de amoníaco (desde 0.6 a 0.8% de amoníaco anhidro dentro de la crema); el segundo de bajo contenido de amoníaco, y cuya concentración es del orden de 0.2% de amoníaco anhidro y se encuentra asociado a un segundo o tercer preservante.

El amoníaco anhidro se suministra por burbujeo en el fondo de un recipiente a través de cilindros de alta presión, en ambos casos, para determinar la cantidad de amoníaco anhidro suministrado se recomienda el escalamiento, dado que la corriente de concentrados contiene amoníaco disuelto producto de su preservación.

La corriente con el 10% de sólidos en un recipiente abierto se le suministra ácidos solubles en agua a fin de separar por coagulación los sólidos del suero, una vez separados se procede al secado para su posterior venta como caucho de tipo crepé.

Cuando se utiliza PCFS a la crema se recomienda que sea una solución al 20%, la concentración del PCFS en la crema varía desde 0.05% hasta 0.2%.

Aunque los látex de alto contenido de amoníaco eran los más utilizados ceden su lugar a los de bajo contenido de amoníaco, dado que algunas manufacturas requieren de bajo contenido de amoníaco aunado a normatividades que tienden a reducir de manera drástica las concentraciones de amoníaco dentro de los centros de manufactura.

Tres látex de bajo contenido de amoníaco se han establecido comercialmente, cuya concentración es del orden de 0.2% de amoníaco anhidro:

- LAPCP LATEX. Contiene además de amoníaco 0.2% de PCFS.
- LABA LATEX. Una combinación con 0.25 de ácido bórico y 0.05 de PCFS.
- LAZDC LATEX. Combinación con 0.1 de dietil ditiocarbamato de zinc

Para 1976 se introdujeron otros tipos de látex con bajo contenido de amoníaco, de los cuales se citan los siguientes:

- Debajo de 0.05% de tetrametil tiuram disulfuro (TMTD) y 0.02-0.03% de óxido de zinc (ZnO)
- Debajo de 0.05% de dietil ditiocarbamato de zinc (SDEC) y 0.03% de Óxido de Zinc.

La principal ventaja de estos tipos de látex consiste en que ambos TMTD/ZnO y SDEC/ZnO son utilizados en la formulación y manufactura de productos de látex.

Tabla 3. Propiedades del látex tipo TMTD/ZnO.

Propiedad	Característico
Porcentaje de sólidos totales	61.5
Porcentaje de caucho	60
Porcentaje de amoníaco (anhidro)	0.2
Estabilidad mecánica, s	100
Zinc, tiempo de estabilidad (ZST)	500
Hidróxido de potasio	0.5-0.6
Ácidos grasos	0-02-0.03
Dióxido de carbono	0.15
Viscosidad (Brockfield L) a 60 rpm, mPa.s	70
Tensión superficial, mN/m	38
pH	9.7

Fuente: (K.O. Calvert).

1.2 Naturaleza económica del proceso

1.2.1 Entorno mundial del cultivo de Hevea

El International Rubber Study Group (I.R.S.G. 2003) argumenta que América Latina solo contribuyó con el 2.3% de la producción mundial, Asia posee el 92% y África con el 5.7%. Los principales productores a nivel mundial son: Tailandia con un 30.5%, Indonesia con 24.9% y Malasia con el 18.6 por ciento.

Los países de América Latina que figuran en el contexto internacional son: Brasil que para el 2001 contaba con 180000 Hectáreas, seguido de Guatemala con 37500 hectáreas. México es un productor marginal que solo posee 0.2% de la superficie sembrada a nivel mundial de Hevea, según datos del Consejo Mexicano del Hule.

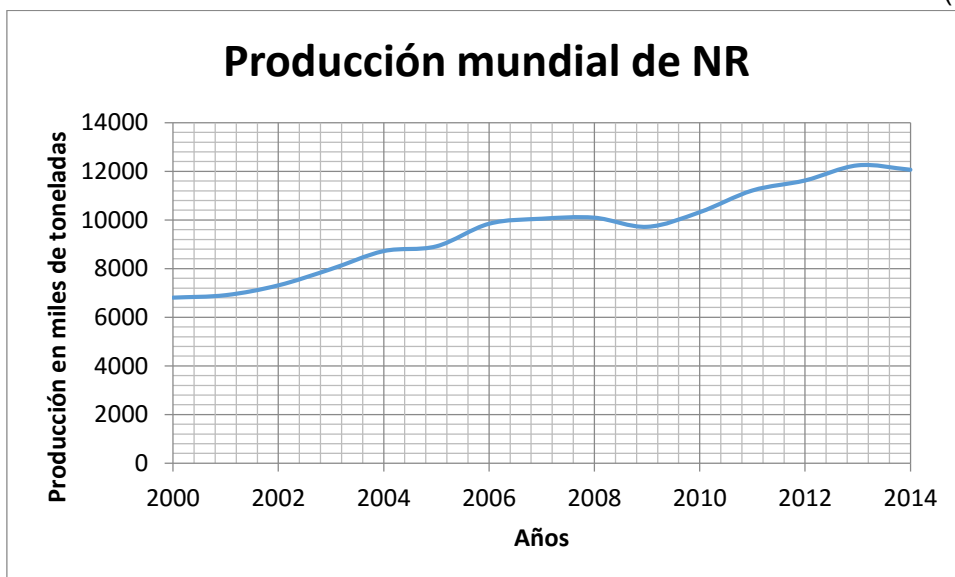
En la actualidad si bien existe una gran cantidad de pequeños y medianos productores grandes trasnacionales se han dado a la tarea de ocupar extensas áreas de cultivo, llegando a ocupar hasta 10000 hectáreas.

Tabla 4. Producción mundial en miles de toneladas de NR.

Año	Producción NR (‘000 toneladas)
2000	6811
2001	6913
2002	7317
2003	7986
2004	8726
2005	8921
2006	9850
2007	10057
2008	10098
2009	9723
2010	10395
2011	11217
2012	11629
2013	12251
2014	12070

Fuente: *Natural Rubber Statics 2015*.

Grafica 1. Producción mundial en miles de toneladas de caucho natural (NR).



Fuente: *Natural Rubber Statics 2015*

Referente al consumo de caucho natural los principales consumidores según datos del CMH (Consejo Mexicano del Hule), queda acaparado por: Estados Unidos con un 18.4%, seguido de la unión Europea (principalmente Alemania) con un 17.8%, China con un 16.6%, Japón 11.6%, India 9.8%; otros países con un consumo importante son Corea del Sur y Malasia; en América Latina los principales consumidores son Brasil y México.

1.2.2 Cultivo de Hevea en México

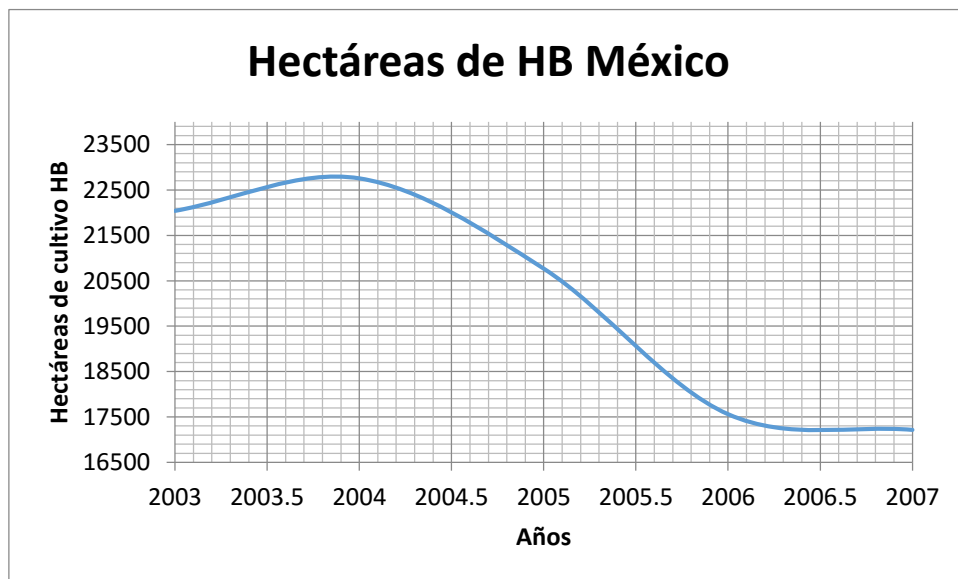
En nuestro país los indicios de un verdadero desarrollo económico comienzan en el Porfiriato, es también en estos años (1882) cuando las compañías holandesas e inglesas establecen las primeras plantaciones de Hevea en Veracruz en el municipio de Tezonapa; en Oaxaca en los municipios de Tuxtepec, Ojitlán y Santa María Chimalapa (éste último municipio colindante con Uxpanapa) y en el Estado de Chiapas en la Hacienda Zajón Seco.

Tabla 5. Hectáreas sembradas de HB por estado.

Estados	2003	2004	2005	2006	2007
Chiapas	5352	5947	2985	3278	3279
Oaxaca	6757	7013	7167	3862	2605
Tabasco	2649	2858	2642	2642	2642
Veracruz	7286	6941	7976	7781	8692
TOTAL	22044	22759	20770	17563	17218

Fuente: SAGARPA 2008 Tomo VIII.

Grafica 2. Evolución de las hectáreas sembradas de HB en México de 2003 a 2007.



Fuente: SAGARPA 2008 Tomo VIII

De la Gráfica 2 se observa que la superficie cultivada disminuye cerca de un 30%; debido a que el estado de Oaxaca disminuyó un 62% su superficie cultivada.

Para el año 2011 en términos de producción, esta quedó integrada por seis estados, como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Producción en toneladas de NR por estado para 2011.

Estado	Toneladas NR	Porcentaje
Veracruz	21685	56.7017048
Tabasco	7545	19.7285849
Chiapas	6068	15.8665412
Oaxaca	2874	7.5149043
Puebla	72	0.18826483
TOTAL	38244	100

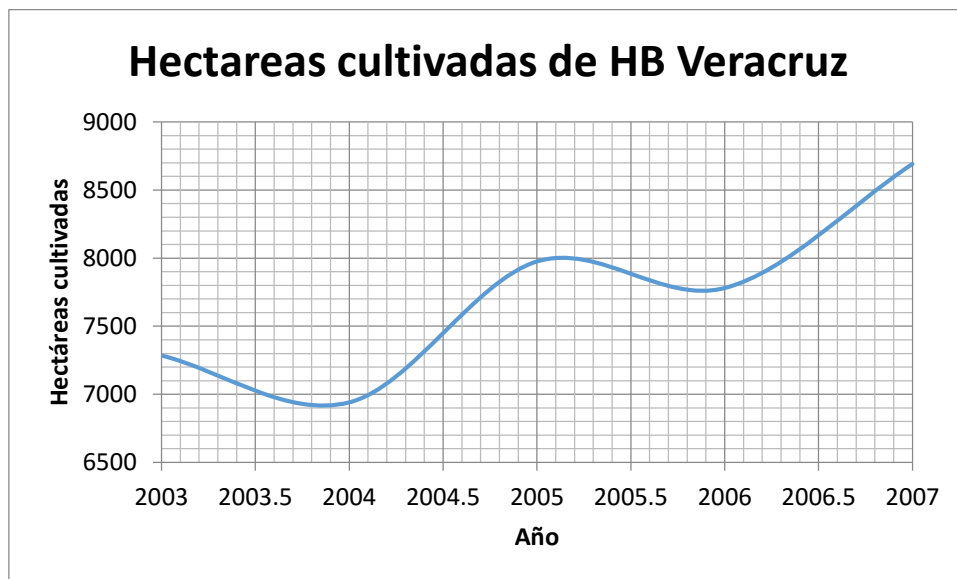
Fuente: SAGARPA (2013).

1.2.3 Cultivo de Hevea en Veracruz y Uxpanapa

Para el año 2002 a nivel nacional se sembraron 17218 hectáreas, acaparando Veracruz más del 50% de ellas (SIAP-SAGARPA, 2008). Los municipios veracruzanos dónde se cultiva Hevea son: Chacaltianguis, Isla, Las Choapas, Jaltipán, Moloacán, Texistepec, Agua Dulce, Hidalgotitlán, Jesús Carranza, Hueyapan de Ocampo, Minatitlán, Tezonapa, San Juan Evangelista y Uxpanapa.

Para el municipio de Uxpanapa según datos de la SAGARPA (2012) a través del SIAP se posee un total de 4082 hectáreas de las cuales 3308 están en explotación y cuya producción oscila en las 9380 toneladas anuales.

Grafica 3. Evolución de las hectáreas sembradas de HB en Veracruz de 2003 a 2007.



Fuente: SAGARPA 2008 Tomo VIII

CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente trabajo pretende dar solución a los problemas particulares de la producción de látex natural en la Región del Valle del Uxpanapa. La Región presenta como principal problema en la producción de látex la falta de un centro de centrifugación.

Se busca la relación entre las variables tecnológicas y económicas para el proceso de centrifugación de látex de bajo contenido de amoníaco del tipo TMTD/ZnO.

Desde el punto de vista tecnológico, el caucho natural es una materia prima de gran importancia, situada a la par de otras sólo después del aire, agua, suelos y petróleo. Su importancia radica en que es utilizada en la elaboración de múltiples manufacturas entre las que destacan: neumáticos, guantes, globos, condones, cintas transportadoras, etc.

Durante más de treinta años de producción de hule y látex natural en la Región, no se posee ningún centro de acondicionamiento de la materia prima, lo cual conlleva al traslado de ésta (MP) a dichos centros para su posterior traslado a los centros de manufactura, los cuales se encuentran en las grandes urbes y zonas industriales del país y que desde luego están lejanas a los campos de producción.

Aunado a la falta de la planta de procesamiento, en la Región hay pocos profesionistas que realicen estudios físicos y químicos a esta materia prima lo que trae consigo una falta de estandarización y pruebas de calidad, necesarias para el proceso de centrifugación y manufactura.

Si bien existen trabajos literarios que ofrecen información acerca de las características físicas y químicas del látex, se pretende estudiar mediante análisis en campo las propiedades físicas y químicas básicas para la tecnología de centrifugación, dado que servirán como parámetro para la tecnología básica del proceso de centrifugación, las cuales consisten en pruebas de: densidad, viscosidad, pH y sólidos dispersos en el látex producido en Uxpanapa, sin que éstas sean el principal objeto de estudio.

La tecnología de centrifugación ofrecería una gran dificultad para el presente trabajo, dado que se requeriría de una planta piloto y escalamiento, por ello se estudian las propiedades al inicio del proceso de centrifugación, es decir, la corriente de entrada a la centrifuga que se muestra en el Diagrama de Flujo de Proceso y con ellas plantear la posible construcción de una planta de centrifugación. Sería imposible saber con exactitud algunos balances másicos, sin embargo, a partir de los datos teóricos seleccionados se plantean los balances másicos y de energía.

En cuanto al contexto económico la Industria Hulera Mexicana tiene una gran demanda de esta materia prima, sin embargo, la oferta nacional no satisface la demanda, aun cuando en nuestro país se poseen las características climáticas y edafológicas para el cultivo de Hevea.

Para satisfacer la demanda los industriales se ven en la necesidad de importar la MP desde los principales centros de producción mundial, la cual cotiza en bolsa y en dólares, aunado a ello se suman gastos aduanales y de transporte lo que eleva el precio de consumo de la MP.

En nuestro país el principal productor de Hevea es el Estado de Veracruz, siendo Uxpanapa un importante centro de producción. Sin embargo, los productores se enfrentan a la falta de centros de acopio de LPCA que sean constantes y confiables.

En la Región no se explota por completo el potencial económico de esta MP dado que su verdadero valor comercial consiste en la centrifugación del látex natural, lo que favorecería a la economía de la región con la estimulación del movimiento de capitales y generación de empleos directos e indirectos; de la misma forma las empresas que manufacturen productos de látex natural eliminarían el transporte inútil del suero de látex (flete muerto), el cual no tiene valor comercial.

Para ello se realiza un estudio del comportamiento de los principales indicadores económicos tanto nacionales como internacionales de la cotización del látex concentrado, cuyo parámetro de referencia es el SMR L.

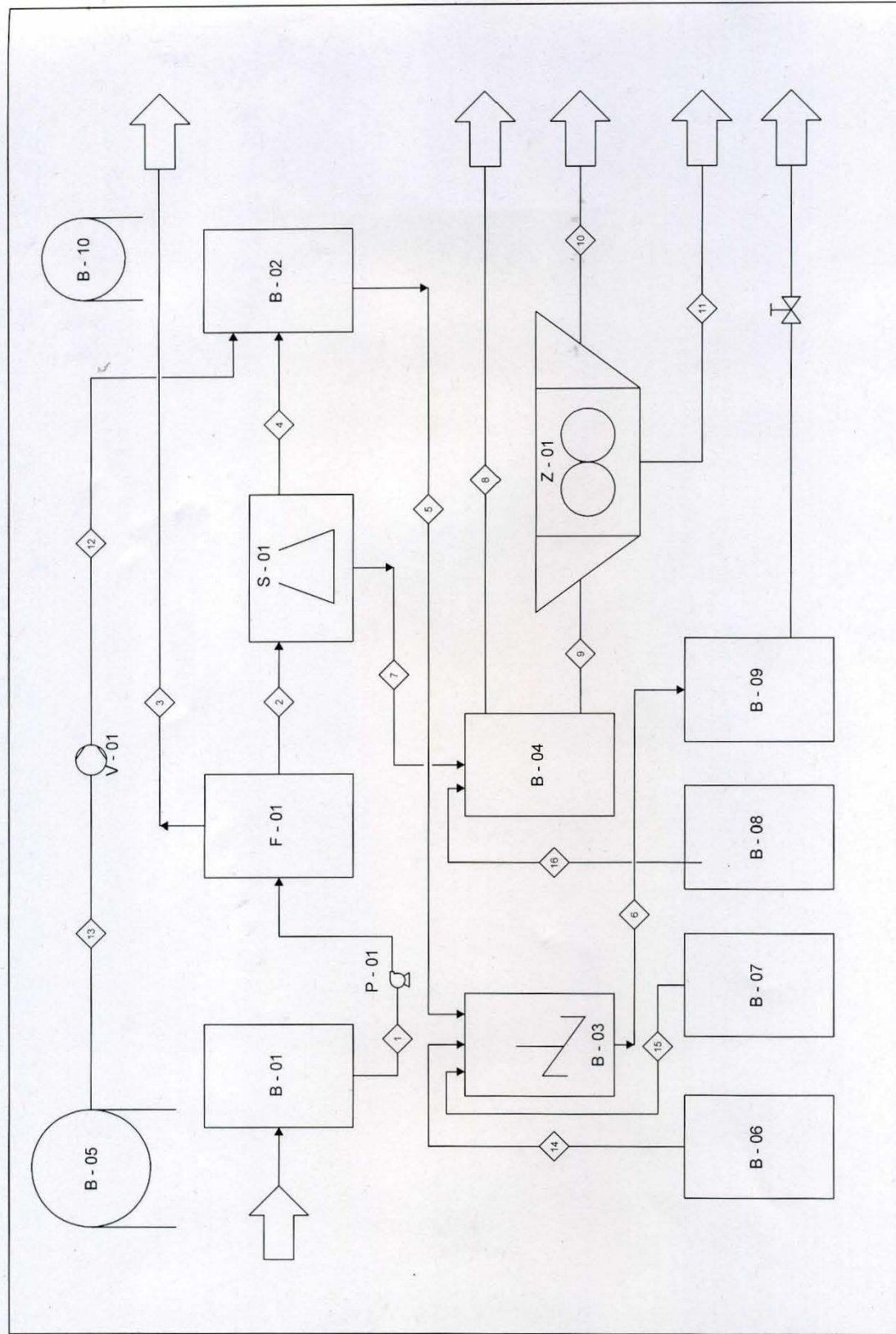
A partir de los estudios de mercado y proyecciones se determinará si es viable o no la puesta en marcha de una planta de centrifugación en la Región.

CAPÍTULO 3 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 HIPÓTESIS

La producción y explotación del cultivo de *Hevea Brasiliensis* en la región del Valle del Uxpanapa sugiere que mediante un estudio tecnológico y económico se determine la posible construcción y puesta en marcha de una planta de centrifugación de látex de caucho natural de bajo contenido de amoniaco del tipo TMTD/ZnO con una capacidad de procesamiento de 2600 L diarios de LPCA, con 20 días de funcionamiento al mes.

El diagrama de flujo propuesto contempla el ciclo del proceso. La Tabla General de Balance aparece en la página 38 y la memoria de cálculo en el Anexo A.



Descripción del proceso:

- Se procede a almacenar látex en el recipiente B-01.
- Se bombea látex con P-01 y se hace pasar por un filtro F-01 a fin de eliminar posibles impurezas.
- La corriente purificada 2 se hace pasar por la centrifuga S-01, la cual dividirá el flujo en dos corrientes, la corriente 4 con un aproximado de 61.5% de sólidos dispersos y la corriente 7 con un aproximado de 10% de sólidos, inmediatamente realizar pruebas de densidad, viscosidad, pH y sólidos totales. En este punto se recomienda el escalamiento.
- Amoníaco anhidro almacenado en B-05 se suministrará a un compresor de alta presión V-01 e inyectará amoníaco anhidro a alta presión por un burbujeador al tanque B-02, verificar la crema hasta que alcance un pH que oscile en un pH de 9.7, lo cual sugiere que la concentración de amoníaco anhidro dentro de la crema del látex es de 0.2% de amoníaco anhidro.
- El látex procedente de B-02 se hace pasar a un tanque de mezclado B-03 donde se agregarán y mezclarán 0.05% de dietil ditiocarbamato de zinc y 0.025 de óxido de zinc.
- A la corriente de salida se volverán a realizar pruebas de densidad, viscosidad, pH, sólidos totales, estabilidad mecánica. Se recomienda escalamiento.
- La corriente 7 corresponde a los lodos de la centrifuga S-01, la concentración de sólidos es de aproximadamente 10%, esta se hace pasar a un tanque abierto a la atmósfera B-04, dónde se le suministrará ácido clorhídrico con la finalidad de separar los sólidos suspendidos en el suero del látex dado que al coagularse flotarán.
- De B-04 se obtiene una corriente de desecho que contiene lodos, agua y sales, así como restos de hidróxido de amonio y ácido clorhídrico. El coagulado que se formó sobre la parte superior del tanque posee aún una alta cantidad de agua.
- Una vez se separaron los sólidos suspendidos estos se cortarían en forma rectangular para hacerlos pasar por los rodillos Z-01 para obtener un caucho con un mayor contenido de sólidos, el cual está listo para su venta para hojas acostilladas sin ahumado.
- B-10 almacena Hidróxido de amonio al 26% el cual sirve como agente preservante del LNS y que será depositado en los tambos, a fin de que el productor de látex sólo vacíe el LNS dentro del tambo.

3.2 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la prefactibilidad de la posible construcción y puesta en marcha de una planta de centrifugación de látex natural de bajo contenido de amoníaco del tipo TMTD/ZnO en la Región del Valle del Uxpanapa para una capacidad de 2600 litros diarios de LPCA, mediante estudios tecnológicos y económicos.

Objetivos de estudio tecnológico del proceso:

- Realizar las pruebas de:
 - a. pH,
 - b. densidad,
 - c. viscosidad y
 - d. sólidos dispersos, al LPCA producido en la Región.
- Realizar la simulación de la corriente 16.
- Realizar el balance de materia para el proceso propuesto para una capacidad diaria de 2600 litros de LPCA.
- Determinar las capacidades de los equipos con base en el proceso y capacidad de producción propuesta.
- Realizar la selección del equipo.

Objetivos de estudio económico-financiero:

- Proponer un precio para el Látex centrifugado mediante la realización de un estudio de mercado de los principales indicadores económicos relacionados con las cotizaciones del látex de caucho natural.
- Realizar el estudio financiero proforma.

CAPÍTULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Generalidades

Los materiales y métodos para la presente investigación se plantean para cada objetivo en particular, a fin de simplificar el trabajo realizado.

Cada apartado contiene los siguientes puntos de manera implícita:

- Materiales y equipos
- Reactivos
- Diseño
- Universo
- Variables
- Técnicas
- Análisis estadístico

Dada la naturaleza del tema se propone la siguiente división:

- 5.1 Naturaleza tecnológica. Ésta incluye las pruebas realizadas al LPCA producido en la Región, así como el balance másico y las características de los equipos ocupados para el proceso de centrifugación de látex.
- 5.2 Naturaleza económica y financiera. Se incluye el estudio de las principales características del mercado de látex natural concentrado y las variables financieras para la inversión de una planta de centrifugación en la Región.

4.1 Objetivos de estudio tecnológico del proceso

4.1.1 Pruebas de densidad, pH, sólidos totales y viscosidad dispersos en el LPCA producido en la Región del Uxpanapa

Materiales

- Potenciómetro
- Densímetro de 0.8 a 1 g/cm³
- Viscosímetros Canon-Fisher
- Medidor de sólidos dispersos especializado para caucho de látex
- Probeta de 500 miligramos

Reactivos

- Látex natural silvestre
- Hidróxido de amonio al 26% de nitrógeno

Diseño

- Realizar la pica a los árboles de hule.
- Recolectar el LNS y mezclarlo a diferentes proporciones con una alcuota de hidróxido de amonio, esto a fin de encontrar concentraciones que rondan un pH de 10.1 a 10.2, las concentraciones se muestran en la Tabla 11

Tabla 7. Diseño de las muestras de látex.

Mililitros de hidróxido de amonio	Mililitros de LNS
50	300
50	400
50	500
50	600
50	700
10	170
50	900

Fuente: Diseño del experimento. Elaboró Miguel Santiago Hernández

Universo

- Se seleccionaron tres lugares para la recolección de muestras:
 - a. Poblado cinco: Muestra 1
 - b. Poblado 11: Muestra 2
 - c. Poblado 14: Muestra 3

Técnicas

Las utilizadas fueron esencialmente volumétricas y características para cada prueba las cuales fueron realizadas en el mes de diciembre de 2015 a una temperatura promedio de 28 °C.



Figura 5. Muestra de NH_4OH al 26%. Fotografía de Miguel Santiago Hernández

En la Figura 6 se muestra la prueba realizada en campo para la densidad



Figura 6. Prueba de densidad. Fotografía de Miguel Santiago Hernández

Para la prueba de pH, ir al Anexo E en la página 91 para observar el equipo utilizado en la prueba.

Las pruebas de viscosidad solo se realizaron al látex en el Poblado Cinco para la concentración de 50/900, cabe resaltar que sólo se realizaron a esta muestra dado que ofrece el pH adecuado para la conservación con hidróxido de amonio. Dicha prueba se realizó con tres viscosímetros a de diferentes constantes.

Dada la viscosidad en centistokes (cSt) y la densidad relativa 0.962 (ver Tabla 9) se obtiene viscosidad en centipoises (cps) con la siguiente ecuación:

$$cps = cSt * densidad$$

Tabla 8. Prueba de viscosidad

Número de viscosímetro	Constante de viscosímetro	Tiempo (segundos)	cSt	Cps
100	0.015	650	9.75	9.3795
200	0.1	105	10.5	10.101
300	0.25	46	11.5	11.063
			Promedio	10.181

Fuente: Cortesía del profesor Alejandro Rogel Ramírez. Unam FESZ

En la Figura 7 se muestra la pipeta de medición de gramos de caucho sobre litros de solución:



Figura 7. Pipeta de medición de gramos de caucho sobre litros de LPCA. Fotografía de Miguel Santiago Hernández

Análisis estadístico: Para las mediciones en campo se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 9. Propiedades técnicas de las muestras del LPCA.

50/300	Densidad	pH	GCSPLLPCA	Viscosidad cps
Muestra 1	0.961	11.2	43	
Muestra 2	0.96	11.2	42	
Muestra 3	0.96	11.2	42	
Promedios	0.96033333	11.2	42.3333	
50/400				
Muestra 1	0.96	11	42	
Muestra 2	0.958	11.1	42	
Muestra 3	0.96	11	41	
Promedios	0.95933333	11.0333333	41.6666	
50/500				
Muestra 1	0.96	10.9	42	
Muestra 2	0.95	11	42	
Muestra 3	0.96	10.9	42	
Promedios	0.95666667	10.9333333	42	
50/600				
Muestra 1	0.961	10.7	43	
Muestra 2	0.96	10.7	43	
Muestra 3	0.96	10.6	42	
Promedios	0.96033333	10.6666667	42.666	
50/700				
Muestra 1	0.961	10.5	43	
Muestra 2	0.962	10.5	42	
Muestra 3	0.961	10.4	42	
Promedios	0.96133333	10.4666667	42,3333	
10/170				
Muestra 1	0.962	10.3	43	
Muestra 2	0.962	10.2	42	
Muestra 3	0.962	10.2	41	
Promedios	0.962	10.2333333	42	
50/900				
Muestra 1	0.962	10.1	43	10.181
Muestra 2	0.962	10.1	42	
Muestra 3	0.961	10.2	41	
Promedios	0.96166667	10.1333333	42	

Fuente: Diseño del experimento. Elaboró Miguel Santiago Hernández

4.1.2 Simulación de la corriente 16

Del DFP propuesto se desconocería por completo la cantidad suministrada de ácidos solubles en agua necesarios para que el caucho contenido en ella sea capaz de separarse y flotar sobre la superficie gracias a las diferencias de densidad con respecto al suero y agua. Razón por la cual se llevó al laboratorio para realizar una simulación utilizando la Muestra 2 del Látex 50/900.

Materiales

- Probeta de 100 mililitros
- Bureta de 50 mililitros
- Vaso de precipitado de 100 mililitros
- Pinzas de doble presión

Reactivos

- Muestra 2 del tipo 50/900
- Ácido muriático

Diseño

- Se tomaron 5 muestras de 50 mililitros de la Muestra 2 del látex 50/900
- Se vaciaron a un vaso de precipitados
- En una bureta de 50 mililitros se puso el ácido muriático el cual goteaba sobre el vaso de precipitados que contenía el látex hasta observar la formación de coágulos.

Universo

- Alícuotas de látex del tipo 50/900 recolectado en el poblado 11

Técnicas:

- Volumétricas

Análisis estadístico

Tabla 10. Simulación de la corriente 16.

Alícuota	Volumen utilizado de ácido muriático
1	4.2
2	3.8
3	4
4	3.8
5	4.2
Promedio	4

Fuente: Diseño del experimento. Elaboró Miguel Santiago Hernández

4.1.3 Balance de materia para el proceso con una capacidad de procesamiento de 2600 L de LPCA, y 20 días de trabajo mensual.

Este estudio es teórico-práctico, dado que utiliza datos recolectados en campo y en laboratorio así como teóricos para la realización del balance de materia

A continuación se presenta la Tabla General de Balance y su consecuente explicación se dará en Anexo A:

Tabla 11. Tabla General de Balance.

Corriente	gr/cm ³	pH	cps	PPCS	Litros	Kg	Descripción
1	0.9616	10.13	10.181	35	2600	2500.16	Látex preservado
2	0.9816	10.13	10.181	35	2600	2500.16	Látex preservado
3	---	---	---	---	Despreciable	Despreciable	Impurezas. Se desconoce
4	0.95235	---	---	61.5	1274.40	1213.6823	Látex centrifugado
5	0.95235	---	---	61.5	1276.95	1216.1096	Látex + 0.2% NH ₃
6	0.95235	---	70	61.5	1277.9142	1217.0216	Látex TMTD/ZnO
7	1.009	---	---	10	1274.9394	1286.4139	Desnatado
8	---	---	---	---	---	---	Purga. Se desconoce
9	---	---	---	---	---	---	Se desconoce
10	---	---	---	---	---	---	Purga. Se desconoce
11	0.921	---	---	0.9	155.19	142.934	Caucho seco
12	---	---	---	---	---	2.4273	NH ₃ Alta presión
13	0.684	---	---	---	---	2.4273	NH ₃ Anhidro
14						0.6080	TMTD
15						0.3040	ZnO
16	1.17	1	---	---	101.92	119.223	Ácido muriático
NH ₄ OH	0.895	13.5	--	--	144.44	129.27	NH ₄ OH al 26%

Fuente: Diseño del proceso. Elaboró Miguel Santiago Hernández

Estadística de consumo

Las corrientes con interés económico, muestran el consumo diario, mensual y anual, considerando un total de veinte días de trabajo al mes durante doce meses de trabajo.

Tabla 12. Estadística de consumo de corrientes con interés económico

Corriente	Día	Mes	Año
1	2600 L	52000 L	624000 L
2	2600 L	52000 L	624000 L
3	---	---	---
4	---	---	---
5	---	---	---
6	1277.9142 L	25558.28 L	306699.4 L
7	---	---	---
8	---	---	---
9	---	---	---
10	----	----	---
11	142.934 Kg	2858.68 Kg	34304.16 Kg
12	----	---	---
13	3.5487 L	70.974 L	851.688 L
14	0.6080 Kg	12.16 Kg	243.2 Kg
15	0.3040 Kg	6.08 Kg	72.96 Kg
16	101.92 L	2038.4 L	24460.8 L
NH ₄ OH (26 %)	144.4444 L	2888.88 L	34665.66 L

Fuente: Diseño del proceso. Elaboró: Miguel Santiago Hernández

4.1.4 Determinación de las capacidades de los equipos con base en el proceso propuesto

El equipo utilizado en el presente trabajo se muestra a continuación

Tabla 13. Capacidades de los equipos de proceso

Equipo	Capacidad	Tipo de almacenamiento (diario o mensual)
B-01	66000 L	Mensual
B-02	500 L	Uso diario. Mezclador tipo batch. Aproximado 1 hora lote
B-03	500 L	Uso diario. Mezclador tipo batch. Aproximado 1 hora lote
B-04	1600 L	Almacenamiento diario
B-05	500 L	Anual
B-06	Sin especificar	Sin especificar
B-07	Sin especificar	Sin especificar
B-08	2500 L	Mensual
B-09	33000 L	Mensual
B-10	3750 L	Mensual
F-01	400 L/h	Continuo (diario)
P-01	1/6 HP	Continuo
S-01	400 a 600 L/h	Continuo (diario)
V-01	28 L	Uso diario
Z-01	18-35 Kg/h	Uso diario

Fuente: Diseño del proceso. Elaboró: Miguel Santiago Hernández

4.1.5 Selección del equipo con base en el proceso propuesto

Para la selección del equipo de proceso se seleccionó de acuerdo a la Tabla 15 y 16. La mayor parte de ellos fueron cotizados en internet, si bien se muestran las principales características de los equipos no se llega a la elaboración de una Hoja de datos Técnicos dadas las limitantes de tiempo y dinero por parte del tesista. Sin embargo, se consideran los parámetros que son proporcionados por las empresas en las que se solicitó la cotización, las cuales incluyen las principales características físicas y mecánicas de los equipos.

Selección de: B-01, B-05, B-09, B-10

Se consultó en internet tanques que cumplieran las características necesarias para el almacenamiento de productos que contuvieran amoniaco, tanto anhidro como en forma de hidróxido de amonio o bien disueltos, y los seleccionados fueron los siguientes:

- Marca: Cytsa
- Diseñados de acuerdo a la NOM vigente y ASME Sección VIII, Div. 1
- Presión de diseño 17.58 kg/cm^2 (250 psi)
- Acabado en pintura primaria
- Estampa ASME
- Radiografiados 100%
- Conexiones NPT y entradas bridadas adicionales
- Válvulas de seguridad de entrada y salida de fluido, indicador de nivel y protector de válvulas de control
- Placa de conexión a tierra
- Silletas
- Preparación para sistemas contra incendios
- Garantía del tanque contra defectos de fabricación 10 años.
- Espesor de capa N/D

Para obtener un panorama más amplio ir a la página 78

Selección de: B-02

Tabla 16. Características de B-02.

Tanque con cigarro para suministro de amoniaco	
Uso: suministro de amoniaco anhidro al látex preservado con amoniaco procedente de la centrifuga S-01.	
Capacidad en litros: 500 L	Fluido: Látex preservado con hidróxido de amonio
Concentración original de amoniaco: 1.5% en fase acuosa	Fluido suministrado: Amoniaco anhidro al 0.2% en peso de látex
Parámetros de operación	
Presión: 8 Bars Temperatura: 25 a 35 °C	Temperatura mínima: 14 °C
Temperatura máxima: 35 a 40 °C	Viscosidad: 70 cps
Densidad 0.95 gr/cm ³	pH: 9.7
Porcentaje de sólidos dispersos: 61.5%	Diámetro de poro de cigarro: NE
Presión de diseño: 250 psi	Diámetro: 0.6 m
Altura: 0.54 m	Material de construcción: acero inoxidable
Espesor de pared: N/E	Constructor: Falco Latinoamerica ®
Factor de servicio: 0.1645 (6 h día por 20 días al mes)	

Fuente: Fuente: los datos técnicos fueron tomados de Falco Latinoamerica®, mientras que los datos de operación son propios del diseño del proceso.

Para obtener un panorama más amplio ir a la página 79

Selección de: B-03

Tabla 15. Características del tanque con mezclador.

Tanque agitado	
Uso: Tanque de mezclado de látex concentrado con amoniaco anhidro procedente de B-02	
Capacidad en litros: 500 L	Fluido: Látex preservado con hidróxido de amonio anhidro
Concentración original de sólidos : 61.6%	Fluido suministrado: TMTD 0.05 en peso y 0.025% en peso de ZnO
Parámetros de operación	
Presión: ambiente	Temperatura mínima: 14 °C
Temperatura máxima: 35 a 40 °C	Viscosidad: 70 cps
Densidad 0.95 gr/cm ³	pH: 9.7
Porcentaje de sólidos dispersos: 61.5%	Tipo de mezclador: seis alabes
Motor del mezclador: 3 HP	Numero de Baffles: 0
Presión de diseño: 250 psi	Diámetro: 0.6 m
Altura: 0.54 m	Material de construcción: acero inoxidable
Espesor de pared: N/E	Constructor: Falco Latinoamerica ®
Factor de servicio: 0.1645 (6 h día por 20 días al mes)	

Fuente: los datos técnicos fueron tomados de Falco Latinoamerica®, mientras que los datos de operación son propios del diseño del proceso.

Para obtener un panorama más amplio ir a la página 80

Selección de: F-01

Las consideraciones para la selección de este filtro corresponden a:

- Flujo: 400 l/h
- Densidad variable: 0.93-0.98 g/cm³
- Diámetro: mayor al correspondiente a la partícula

Equipo seleccionado: filtros tipo bolsa de la marca Donaldson ®

Tabla 16. Descripción del equipo de filtración

Numero de parte	Descripción
1CO73136-63	Carcasa de acero inoxidable 315 L Triclamp, sanitaria, modelo PF-G0025
1C235052-93	GSLN 10/3, conexión P7, retención 250 micras

A continuación se muestran los datos técnicos de la carcasa:

Tabla 17. Datos técnicos de la carcasa

Presión máxima de operación en líquidos	10 bar operando a -25/+150 C
Presión máxima de operación en vapor saturado	3.7 bar +150 C
Presión de diseño	14.3 bar
Material de carcasa	1.4404
Material adjunto	1.4301
Superficie	Gravado, pasivado
Clasificación a 97/23/EC	Fluidos del grupo 2 Art. 3 par. 3

Tabla 18. Datos técnicos del filtro

Superficie de filtración	0.22 m ² por 250 mm 10"
Rango de temperatura	-50 a 200 C
Presión máxima diferencial	75 psid
Material de construcción	Acero inoxidable 315 l
Finales y capas	Acero inoxidable
Diámetro del poro	0.25 milímetros

Para obtener un panorama más amplio ir a la página 81

Selección de: P-01

Tabla 19. Datos técnicos de P-01

Aplicación	Agua y fluidos de baja viscosidad
Amperaje total de carga	3.2
GPM de agua @ 1 pie de elevación	20
GPM de agua @ 10 pies de elevación	17
Altura	7-3/4"
HP	1/6
Ancho	4-5/16"
Longitud	7"
Servicio	Continuo
Material del impulsor	Nylon
Tipo de entrada	1" NPT (H)
Material de malla	Polipropileno
Material de sello	Viton
Material de voluta	Nylon
Material de carcasa	Cubierta de aluminio Epoxy
Condiciones de operación	
Fluido de alimentación: LPCA y Latex concentrado	Viscosidades: 10.181 y 70 cps, respectivamente
Porcentaje de sólidos: 35 y 61.5% respectivamente	Temperatura de operación: 14-40 °C

Fuente: <http://graiger.com.mx/>

Para un panorama más amplio ir a la página 83

Selección de: S-01

Se plantea una centrifuga que opere en un ritmo de los 400 a 600 litros por hora de látex. Para lo cual se seleccionó una de la marca Kingreat ® modelo Pdsla 400/600.

Las especificaciones técnicas se muestran a continuación:

Tabla 20. Datos técnicos de la centrifuga.

Capacidad nominal	L/h	400/600
Potencia de motor	Kw	11
Velocidad de rotación	Rpm	7280
Diámetro inferior del recipiente	Mm	400
Fuerza centrifuga		11000
Material		Moc: 2cr13
		Campana: ss304
		Otros: Cs + pating
Peso neto	Kg	1100
Peso bruto		1550
Dimensión l.w.h	mm	1260, 930, 1700
Fluido de alimentación: LPCA		Concentración inicial de sólidos: 25 a 45 %
Densidad inicial: 0.9616 g/cm ³		Densidad final: 0.95 g/cm ³
pH: 10.2		Viscosidad inicial 10.181 cps
Viscosidad final: 70 cps		Temperatura de operación: 14 a 45 °C

Fuente: Ir a la página: 87

Para un panorama más amplio ir a la página 86

Selección de: V-01

Tabla 21. Datos técnicos de V-01

Constructor	ABAC ®
Depósito	24 litros (aire)
Aspirado (lts/min)	220
Caballaje	1.5 HP
Potencia	1.1 kw
Velocidad de giro cabezal (rpm)	2850
Presión	8 Bar
Nivel sonoro	97 dB
Largo mm	600
Ancho mm	255
Alto mm	590
Fluido suministrado	NH ₃
Densidad	0.684 g/cm ³
Viscosidad	N/D
Temperatura de operación	Ambiente

Fuente: <http://www.agroterra.com>

Para un panorama más amplio ir a la página 89

Selección de Z-01

Tabla 22. Características del molino de rodillos (calandra).

Marca	Rubber Machine ®
Modelo	XK-400 A
Diámetro de trabajo de los rodillos, mm	400
Longitud de trabajo de los rodillos, mm	1000
Relación de fricción del rodillo frontal y posterior	18.65
Relación de fricción del rodillo delantero y trasero	1/1.27
Potencia del motor de accionamiento Kw	37
Capacidad por hora (Kg)	18-35
Largo mm	4350
Ancho mm	1850
Alto mm	1780
Peso Kg	7860

Fuente: <http://bizmachine.en.made-in-china.com/>

Para un panorama más amplio ir a la página 90

4.2 Objetivos de estudio económico-financiero

3.2.1 Estudio de mercado de los principales indicadores económicos del precio del látex centrifugado

Variables y procedimiento

Para el presente estudio se tomaron en cuenta las siguientes variables:

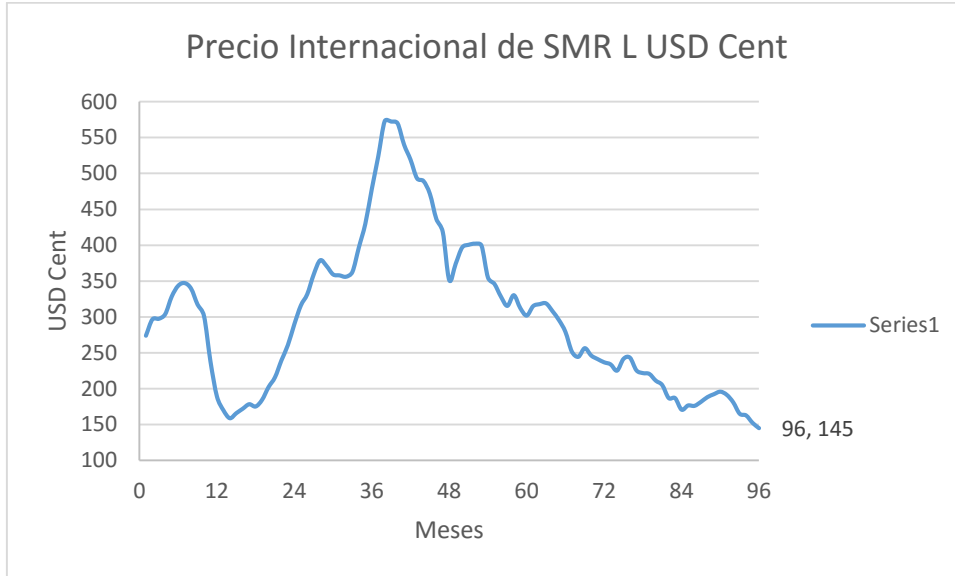
- *Cotización del SMR L (Standar Malaysian Rubber Latex), el cual es el parámetro de referencia para los Látex Centrifugados.* Consultándose la página <http://www3.lgm.gov.my/mre/MonthlyPrices.aspx> :
 - a. Se consultaron los máximos y mínimos mensuales del SMR L para el periodo comprendido de 2008 a 2015 en centavos de dólar.
 - b. Se redujo el problema a la cotización del SMR L en dólares para el año 2015 de los días de actividad en la Bolsa de Valores de Malasia, las cuales aparecen en la página antes mencionada.
 - c. Se consultó el desempeño del peso frente al dólar para el periodo de enero a diciembre de 2015.
- Para proponer un precio del SMR L se desarrolló siguiente metodología:
 1. Se obtuvo un promedio de la cotización en dólares para el SMR L correspondiente al año 2015, el cual corresponde a un valor de 1.7104 dólares.
 2. Se considera el pico histórico de 19.175 pesos frente al dólar del 11 de febrero de 2016.
 3. Se propone un valor de riesgo del 10%, al valor de la cotización del 11 de febrero de 2016 que contempla lo siguiente:
 - i. La Gráfica 6 muestra un dólar a la alza
 - ii. Alzas de las tasas de interés por parte de la FED
 - iii. Caída de los precios internacionales del petróleo
 - iv. Desaceleración de la economía China
 - v. Las posibles alzas a las Tasas de interés por parte del Banco de México.
 - vi. Costo de transporte de Malasia a México
 - vii. Aranceles a la importación
 4. Por lo anterior se multiplicará el pico histórico por el valor de 1.10 dando como resultado 21.0925 pesos frente al dólar
 5. Multiplicando el valor de riesgo, por la cotización histórica por el promedio de la cotización del SMR L se obtuvo: $21.0925 \times 1.7194 = 36.2664$ Pesos/Kg.
 6. **El precio en litros para el presente trabajo cotiza en 35.02 mxn** y queda expresado dada la siguiente relación con la densidad obtenida en campo:

$$L \text{ de Látex TMTD/ZnO} = \left(36.2664 \frac{\text{mxn}}{\text{Kg}} \right) \left(0.9523 \frac{\text{Kg}}{\text{Litro}} \right) = 34.5365 \text{ mxn/L}$$

Estadística y gráficos

En la gráfica 4 se muestra el desempeño en centavos de dólar para el SMR L de 2008 a 2015. Dicho periodo cubre un total de 96 meses. Siendo cero enero de 2008.

Gráfica 4. Precio internacional del SMR L en Centavos de dólar de 2008 a 2015.



Fuente: <http://www3.lgm.gov.my/mre/MonthlyPrices.aspx>

La grafica 5 reduce el problema para el año 2015, y se observa una tendencia alcista del peso frente al dólar:

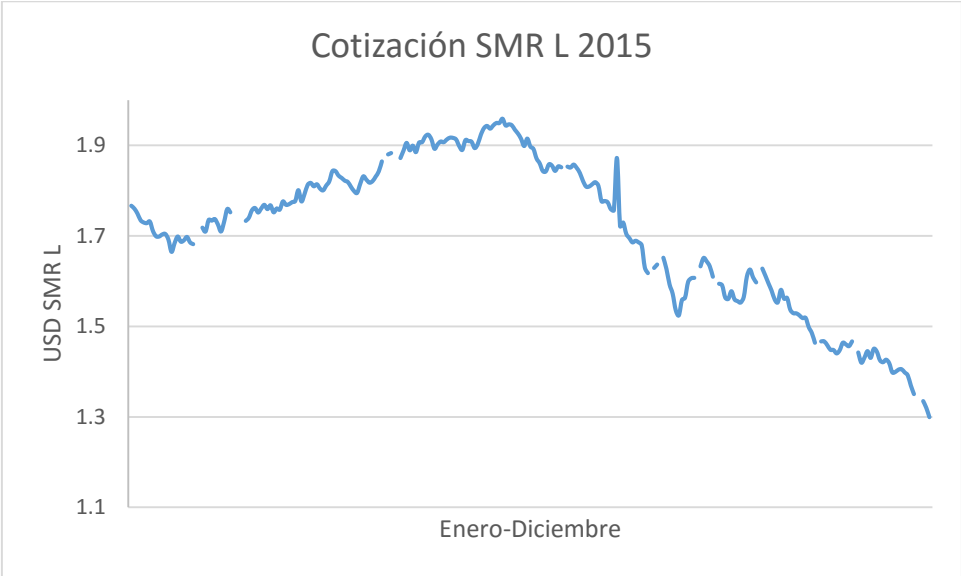
Gráfica 5. Comportamiento del peso frente al dólar durante 2015.



Fuente: <http://www.banxico.org.mx/>

Para obtener un antecedente próximo de la cotización internacional del SMR L, la gráfica 6 muestra el comportamiento en dólares del precio del SMR L durante 2015.

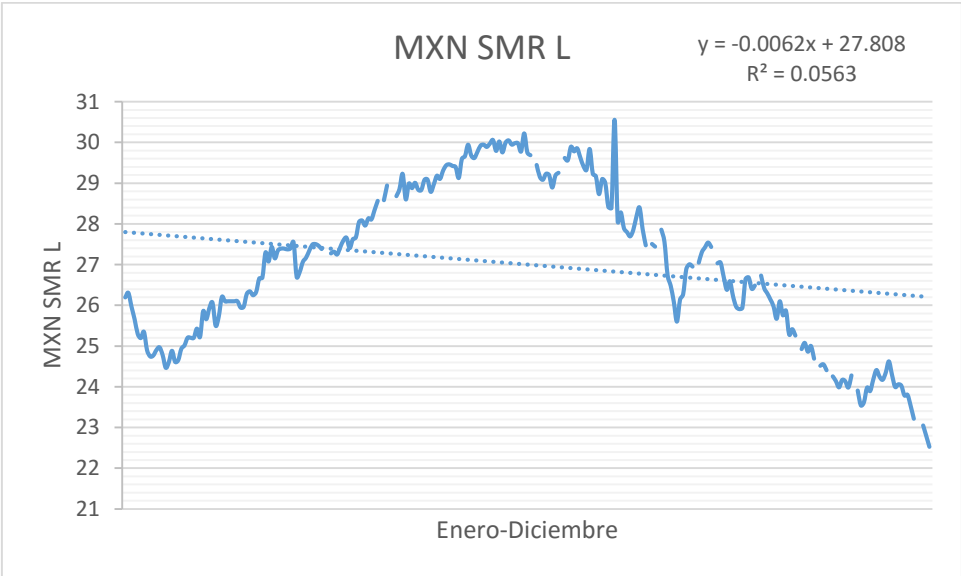
Gráfica 6. Cotización en dólares del SMR L durante 2015.



Fuente: <http://www3.lgm.gov.my/mre/MonthlyPrices.aspx>

A continuación se muestra la multiplicación de la cotización del SMR L en dólares para 2015, por el valor del peso frente al dólar, para los días en los que hubo actividades en común entre ambas bolsas de valores (México y Malasia).

Gráfica 7. Cotización del SMR L en MXN durante 2015



Fuente: Elaboró Miguel Santiago Hernández

4.2.3 Análisis financiero proforma

A. Premisas de cálculo

Para el presente estudio financiero se plantea la puesta en marcha para el primero de enero de 2017, los cálculos serán realizados en moneda nacional y para equipos cotizados en dólares se propondrá el valor de 21.392 pesos frente al dólar, mismo que se utilizó para el precio del SMR L.

Dado lo lucrativo del proyecto (no se existe ninguna planta de procesamiento en la Región) se propone un tiempo corto de proyección, en el supuesto de obtener una alta TIR.

El flujo de efectivo descontado, será del siete por ciento, el cual es un valor por arriba de la inflación en los últimos diez años, según datos del Banco de México.

Dada la inversión a corto tiempo (5 años) no se plantea la sustitución de equipos de proceso.

La materia prima comprada para poner en marcha el proyecto contempla dos meses. Y para garantizar el suministro de ella se ofrecerá un precio más alto al productor que el que se paga en la Región

B. Inversión total del proyecto

El monto de inversión total asciende a: 4,488,411.2 mxn distribuido de la siguiente manera:

Tabla 23. Distribución de la inversión.

Tipo de inversión	Monto	Porcentaje
Activos fijos	3372875.19	75.1463056
Gastos preoperativos	88673.7	1.97561475
Capital de trabajo	1026862.29	22.8780796
Total	4488411.19	100

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

En la Tabla 25 sólo se contemplan los costos de dos meses de capital de trabajo, dado que sería casi imposible almacenar la materia prima de un año.

C. Inversión fija

Para la inversión fija se consideran los siguientes requerimientos:

Tabla 24. Resumen de la inversión fija

Concepto	Monto
Equipo de proceso	2652001.17
Vehículos y tambos	673100
Oficina	47774.02
Total	3372875.19

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

Las siguientes tres tablas muestran el desglose de la inversión fija

Tabla 25. Cotización de equipo de proceso.

Equipo	USD	MXN	IVA	Total
B-01	31000	653867.5	104618.8	758486.3
B-02	1400	29529.5	4724.72	34254.22
B-03	3200	67496	10799.36	78295.36
B-04		15000	2400	17400
B-05	1200	25311	4049.76	29360.76
B-08		3900	624	4524
B-09	8500	179286.25	28685.8	207972.05
B-10	6000	126555	20248.8	146803.8
F-01	1733.24	36558.3647	5849.33835	42407.7031
P-01		3200	512	3712
S-01	32000	674960	107993.6	782953.6
V-01		3029.03	484.6448	3513.6748
Z-01	22000	464035	74245.6	538280.6
Balanza	165	3480.2625	556.842	4037.1045
TOTAL			365793.265	2652001.17

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

Tabla 26. Vehículos y tambos.

Concepto	Unidades	C.P.U mxn	Total
Ford 450 KTP 6.7 L DIESEL TA	1	613100	613100
Tambos 180 L	200	300	60000
Total			673100

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

Tabla 27. Equipo de oficina.

Concepto	Unidades	C.P.U. mxn	Costo	Costo + IVA
ESCRITORIO CROME	1	3999	3999	4638.84
SILLA VISITAS BOSTON	5	1849	9245	10724.2
LAPTOP DELL 15-5559	1	18499	18499	21458.84
MULTIFUNCIONAL LASER CAN D1320	1	6999	6999	8118.84
CAJA PAPEL DUPLICADOR CARTA 5000 HOJAS	1	611.15	611.15	708.934
BOLIGRAFO BIC PUNTO FINO CAJA C/12	2	40.9	81.8	94.888
CALCULADORA FINANCIERA HP 17BII	1	1749.55	1749.55	2029.478
Total			41184.5	47774.02

Fuente: Elaboración propia. Los precios cotizados corresponden al 27 de marzo de 2016.

D. Gastos preoperativos

Tabla 28. Gastos preoperativos

Concepto	Monto
Costos del proyecto	42600
Permisos legales	11009.08
Contratos	35064.62
Total	88673.71

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

Desglose de los gastos preoperativos.

El costo del proyecto ha sido asumido por el presente tesista y contempla los siguientes gastos personales durante la realización del proyecto de tesis y de los combustibles utilizados para el transporte, así como equipos utilizados para la realización de algunas pruebas, obteniéndose un aproximado del coste:

Tabla 29. Coste del proyecto

Concepto	Costo
Hospedaje	15000
Viáticos	23000
Gasolina	2000
Densímetro	600
Utensilios de laboratorio	800
Impresiones	1200
Total	42600

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

Tabla 30. Permisos legales.

Concepto	Costo	Costo + IVA
Autorización de uso de denominación o razón social	0	0
Inscripción en el RFC de personas físicas	0	0
Inscripción en el RFC de personas morales en las oficinas del SAT	0	0
Alta patronal e inscripción en el seguro de riesgos de trabajo	0	0
Afiliación de contratos de trabajo al INFONAVIT	0	0
Solicitud de registro de aviso comercial	666.09	772.6644
Solicitud de registro de marca colectiva ante el IMPI	2457.74	2850.9784
Inscripción de licencia de uso de franquicia	331.7	384.772
Transmisión de derechos sobre la marca	331.7	384.772
Declaración administrativa de infracción en materia de propiedad industrial	1348.51	1564.2716
Publicación de nombre comercial	548.55	636.318
Declaración administrativa para proteger derechos exclusivos	1348.51	1564.2716
Declaración de notoriedad de fama o de la marca	0	0
Autorización para construir una sociedad de Responsabilidad Limitada de interés público de capital variable	0	0
Aviso de denominación o razón social	0	0
Aviso de liberación de la denominación o razón social	0	0
Solicitud de registro de marca ante el IMPI	2457.79	2851.0364
Total	9490.59	11009.0844

Fuente: <http://www.gob.mx/tramites/economia/tu-empresa>

Tabla 31. Contratos preoperativos

Concepto	Monto
Agua	4000
Luz	1800
Teléfono	2325.1968
Internet	20000
Radio	6939.4325
Total	35064.6293

Fuente: Elaboró: Miguel Santiago Hernández . Los contratos de Internet corresponden al costo de internet satelital por parte de la empresa Sysred. Los de radio a los sistemas de radio comunicación Kenwood.

E. Capital de trabajo

Tabla 32. Capital de trabajo.

Concepto	C.M.	C.A
Materias primas	448199.142	5378389.71
Personal	24480	402480
Servicios	40752.0014	489024.017
Total	513431.144	6269893.73

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

Desglose del capital de trabajo:

Materias primas

Tabla 33. Requerimientos de materias primas.

Materias primas	Unidad de consumo	Consumo diario	Consumo semanal	Consumo mensual	Consumo anual
LPCA	L	2600	13000	52000	624000
NH ₄ OH	L	144.444	722.22	2888.88	34666.56
NH ₃	Kg	2.4273	12.1365	48.546	582.552
TMTD	Kg	0.608	3.04	12.16	145.92
ZnO	Kg	0.304	1.52	6.08	72.96
Ac. Muriático	Kg	101.92	509.6	2038.4	24460.8

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

Tabla 34. Costos de materias primas.

Materias primas	C.P.U.C. usd	C.P.U.C mxn	Costo diario	Costo diario + IVA	costo mensual	Costo anual
LPCA	0	7	18200	18200	364000	4368000
NH ₄ OH	0	7.344	1060.79	1230.52	24610.48	295325.8
NH ₃ anhidro	0	10.8	26.21484	30.40	608.18	7298.21146
TMTD	6	126.555	76.94544	89.2567104	1785.13421	21421.6105
ZnO	3	63.2775	19.23636	22.3141776	446.283552	5355.40262
Ácido Muriático	2	24	2446.08	2837.4528	56749.056	680988.672
Total				22409.95	448199.14	5378389.7

Elaboró: Miguel Santiago Hernández. Los costos del TMTD y ZnO fueron cotizados el 30 de marzo en la empresa Ameripol Chemical.

El precio del LPCA para el 20 de marzo de 2016 cotizaba en 5 pesos el litro, sin embargo, para minimizar el riesgo de inversión y garantizar el suministro de la materia prima se toma una cotización más alta, dado que los precios varían durante el año.

El costo por tonelada para la segunda quincena del mes de marzo, consultado a través de la Secretaria de Economía cotizaba en 10800 pesos por tonelada para el amoniaco.

Densidad del amoniaco Marca INFRA 0.680 Kg/L.

Tabla 35. Personal de trabajo.

Concepto	Unidades	Pago mensual	Pago anual
Gerente	1	12000	156000
Secretaria	1	6000	78000
Obrero/chofer	2	6480	168480
Total		24480	402480

Fuente: Elaboró: Miguel Santiago Hernández. Para el personal de trabajo, se considera un mes de aguinaldo, para los obreros/choferes, se consideran dos días de salario mínimo, con un mes de 30 días laborales. El salario mínimo de acuerdo a la CONASAMI, para el pago diario por ocho horas de trabajo es de 108 mxn.

Tabla 36. Servicios.

Concepto	Costo mensual mxn	Costo anual mxn
Agua	100	1200
Luz	11239.5909	134875.091
Teléfono	216.978	2603.736
Internet	1100	13200
Radio	6939.4325	83273.19
Combustibles	17556	210672
Publicidad en radio	3600	43200
Total	40752.0014	489024.017

Fuente: Elaboró: Miguel Santiago Hernández.

F. Estructura financiera

Se plantea invertir sin financiamiento, con capitales puestos por los socios:

Tabla 37. Capital social.

Socio	Monto	Porcentaje
Miguel Santiago Hernández	1795364.48	40%
Patricia Hernández León	2693046.72	60%

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

El porcentaje de *utilidades repartidas* corresponde a un **60 %** de las utilidades netas.

G. Presupuesto de flujo de ingresos

Del balance de masa se plantea vender 1274.94 litros de látex y 142.93 kilogramos de caucho.

Tabla 38. Presupuesto de ingresos anuales.

Concepto	C.P.U.V.	U.V.D	Ventas diarias	Ventas mensuales	Ventas anuales
Látex	34.5365	1274.94	44031.9653	880639.306	10567671.7
Caucho	7	142.93	1000.51	20010.2	240122.4
Total				900649.506	10807794.1

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

La fecha de inicio corresponde al 1 de enero de 2017, la proyección a cinco años queda registrada en la siguiente tabla:

Tabla 39. Presupuesto de ingresos proyectados con fecha de inicio al 1 de enero de 2017.

Año	U.V.A.L.	U.V.A.C	V.A.L.	V.A.C.	V.T.A.
2017	305985.6	34303.2	10567671.7	240122.4	10807794.1
2018	305985.6	34303.2	10567671.7	240122.4	10807794.1
2019	305985.6	34303.2	10567671.7	240122.4	10807794.1
2020	305985.6	34303.2	10567671.7	240122.4	10807794.1
2021	305985.6	34303.2	10567671.7	240122.4	10807794.1

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

H. Presupuesto de egresos

Tabla 40. Depreciación

Concepto	Costo	Tiempo de vida media	Depreciación
Equipo de proceso	2652001.17	5	530400.23
Transporte	613100	5	122620
Oficina	46970.19	5	9394.03
Total			662414.27

Fuente: Elaboró: Miguel Santiago Hernández. Se propone que los equipos de trabajo y transporte duran un aproximado de 5 años, con una depreciación anual del 20%. Los equipos de oficina se incluyen a excepción de los gastos fijos que contemplan hojas y plumas

Tabla 41. Presupuesto de egresos

Concepto	Monto mxn
Costos fijos	771296.037
Costos variables	6486049.6
Gastos operativos	42600
Total	7,299,945.6

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

Tabla 42. Desglose del presupuesto de egresos

Costos Fijos		Costos variables		Gastos de operación	
Mantenimiento preventivo	108077.941	Materias primas	5378389.71	Publicidad	42600
Depreciación	662414.27	Servicios	489024.017		
Oficina	803.882	Mano de obra	402480		
		Mantenimiento correctivo	216155.881		
Total	771296.037		6486049.6		42600

Elaboró: Miguel Santiago Hernández. Se consideró para el mantenimiento preventivo el 1% de las ventas anuales, los costos de oficina contemplan papelería. Para el mantenimiento correctivo se consideró un 2% de las ventas anuales, los gastos operacionales corresponden a los gastos de publicidad en la radio difusora de la región.

I. Estado de resultados

Tabla 43. Estado de resultados

Año	2017	2018	2019	2020	2021
Periodo	1	2	3	4	5
Ventas netas facturadas	10807794.	10807794	10807794	10807794	10807794
Costos fijos	771296.03	771296.03	771296.03	771296.03	771296.03
Costos variables	6486049.6	6486049.60	6486049.6	6486049.6	6486049.6
Utilidad bruta	3550448.4	3550448.43	3550448.4	3550448.4	3550448.4
Gastos de operación	42600	42600	42600	42600	42600
Utilidad de operación	3507848.4	3507848.4	3507848.4	3507848.4	3507848.4
ISR 34%	1192668.4	1192668.46	1192668.4	1192668.4	1192668.4
Utilidad neta	2315179.96	2315179.96	2315179.96	2315179.96	2315179.96
Utilidad repartidas	926071.98	926071.98	926071.98	926071.98	926071.98
Utilidades no repartidas	1389107.9	1389107.97	1389107.9	1389107.9	1389107.9

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

J. Flujo de efectivo

Tabla 44. Tabla de flujo de efectivo.

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Periodo	Preoperativo	1	2	3	4	5
Entradas	0					
Financiamientos	0					
V.N.F.	0	10807794.07	10807794.1	10807794.1	10807794.1	10807794.1
Depreciación	0	662414.27	662414.274	662414.27	662414.274	662414.274
Total	0	11470208.35	11470208.3	11470208.3	11470208.3	11470208.3
Salidas						
Inversiones	4488411.19					
Costos fijos	0	771296.03	771296.037	771296.03	771296.03	771296.03
Costos variables	0	6486049.60	6486049.61	6486049.61	6486049.61	6486049.61
Gastos de operación	0	42600	42600	42600	42600	42600
Total	4488411.19	7299945.64	7299945.64	7299945.64	7299945.64	7299945.64
Balance	-4488411.19	4170262.70	4170262.7	4170262.7	4170262.7	4170262.7
Impuestos	0	1417889.32	1417889.32	1417889.32	1417889.32	1417889.32
Flujo de efectivo	-4488411.19	2752373.38	2752373.39	2752373.39	2752373.39	2752373.39

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

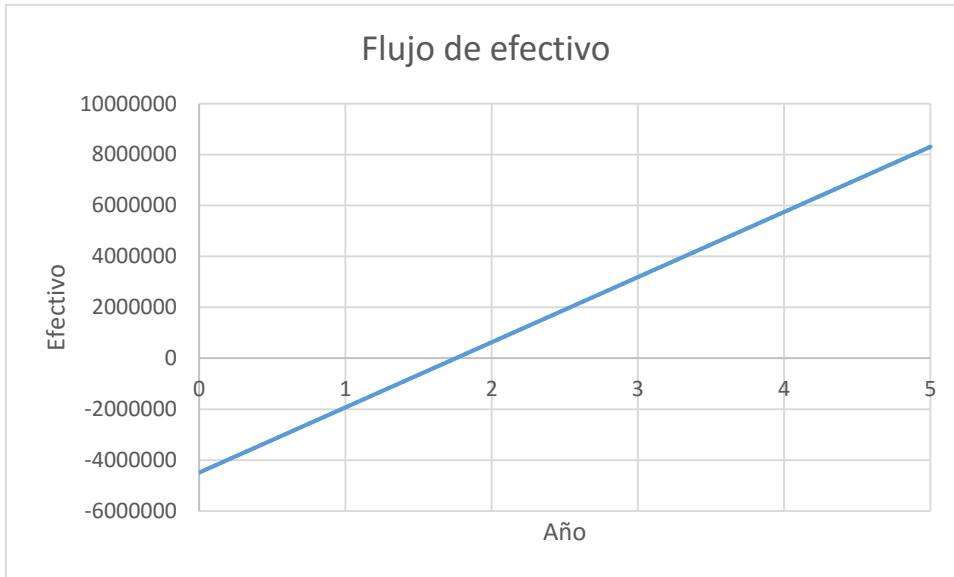
K. Índices y parámetros

Tabla 45. Flujo de efectivo acumulado.

Periodo	Año	Flujo de efectivo	F.E.D. 7%	F.E.D.A
Preoperativo	2016	-4488411.19	-	-
			4488411.19	4488411.19
1	2017	2752373.385	2559707.25	-
				1928703.95
2	2018	2752373.385	2559707.25	631003.303
3	2019	2752373.385	2559707.25	3190710.55
4	2020	2752373.385	2559707.25	5750417.8
5	2021	2752373.385	2559707.25	8310125.05

Elaboró: Miguel Santiago Hernández

Grafica 8. Flujo de efectivo.



Fuente: Elaboración propia

Calculo del tiempo de recuperación:

La ecuación característica del flujo de capital está dada por:

$$y = 2559707.25 - 4488411.19x$$

Siendo y el flujo de capital y x , los años, cuando el valor de la ordenada tiende a cero, corresponde a un aproximado de 1.75 años, es decir un año y nueve meses después de la puesta en marcha del proyecto.

La tasa interna de retorno tiene a un aproximado de 54.31% obtenida a partir del estado de flujo de efectivo.

L. Costo real de producción por litro de látex

Para el costo real se sumaron las erogaciones de dinero anuales y que incluyen:

- Costos fijos anuales
- Costos Variables anuales
- Gastos de operación anuales
- Impuestos anuales

La sumatoria de estas erogaciones dan un resultado de 8,717,834.9 mxn

Las unidades vendidas en litros anuales de látex del tipo TMTD/ZnO corresponden a un aproximado de 305985.6 litros. Por lo tanto el costo de producción por litro de látex da un aproximado de: 28.29 mxn. Dando como resultado una ganancia por litro de látex de aproximadamente 6 mxn.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

5.1 RESULTADOS

Los resultados mostrados en el Análisis Financiero Proforma muestran un estimado de inversión original de aproximadamente: 4,488,411 mxn. Con un tiempo de recuperación de capital aproximado de 1.75 años y una tasa interna de retorno de: 54.31%. En cuanto a los resultados particulares del LPCA, simulaciones y balances se muestran en el Capítulo 5, Tabla 10.

Los resultados técnicos obtenidos al LPCA producido en la Región son similares a los que se proponen en la literatura, sin embargo, no se toman como ideales dado que la Región de producción ofrece diferentes condiciones de precipitación pluvial a lo largo del año, de la misma manera las precipitaciones cambian en las microrregiones que componen el municipio, es así como también se presentan diferencias en las características de suelos, por lo que los parámetros de pH, densidad, viscosidad y sólidos totales pueden cambiar.

Los valores de concentración de sólidos en el presente trabajo muestran concentraciones de 42 gramos de caucho por cada cien mililitros de látex, sin embargo, se toma el característico de 35 gramos por cien mililitros de caucho, dadas las consideraciones anteriores, algunos autores proponen valores que oscilan de los 25 a 45 gramos, la pipeta de medición de caucho demuestra que lo propuesto por dichos autores (Compagnon), es cierta.

En cuanto al análisis económico y financiero los resultados tratan de aproximarse a la realidad económica mundial, partiendo de que en una economía de libre mercado como la nuestra está influenciada por elementos externos al país.

Para el análisis financiero se trató de simular bajo un riesgo de Flujo de Efectivo Descontado del siete por ciento dado que las cotizaciones en el mercado varían a lo largo del año, como se muestra en las gráficas del estudio de mercado.

La tasa interna de retorno (54.31%) es mucho mayor que el promedio anual de la inflación de 1997 a 2015, lo cual garantiza que el proyecto ofrece una buena dosis de lucro a los inversionistas.

5.2 CONCLUSIONES

El monto de inversión está dentro de los parámetros de la mediana empresa, por lo que es factible suponer la inversión exclusiva de privados sin la participación bancaria ni de organizaciones a cargo del Estado Mexicano, dado que los Costos Anuales Totales en las instituciones bancarias oscilan en un 40 por ciento.

La tasa de Retorno tiende a ser alta por lo que el proyecto ofrece una alta dosis de lucro, los tiempos de retorno son cortos, por lo que es factible invertir en el proyecto, y ver rápidamente el beneficio de la inversión, razón por la cual el horizonte de proyección se realizó a cinco años.

El tiempo de recuperación del capital tiende a ser corto, por lo que de invertir en el proyecto se verían las ganancias en un periodo que ofrecería a los inversionistas volver a reinvertir las ganancias en proyectos de siembra de Hevea, certificaciones internacionales, disminuyendo así el pago de impuestos y aumentando los activos de la empresa.

Aun cuando en el proyecto se asumen riesgos como el de las relaciones peso dólar y un costo más elevado de la materia prima, esto con el fin de garantizar el suministro de LPCA, este sigue siendo muy lucrativo.

En la Región se posee de una casi ilimitada fuente de materia prima, y de la misma manera no existe ninguna planta de procesamiento en la Región, lo que garantizaría un abastecimiento de la materia prima, una de las plantas de centrifugación más cercana y posible competidora se encuentra en el Municipio de las Choapas por parte de la empresa Heveamex y ofrece un látex de las siguientes características:

Tabla 47. Látex producido por la empresa Heveamex.

Látex centrifugado	Característica
Sólidos totales	Mínimo 61.5%
Contenido de hule seco	Mínimo 60 %
pH	10.2-10.6
Alcalinidad (% NH ₃)	Mínimo 0.6%
Porcentaje de KOH	Máximo 0.8%
Ácidos grasos volátiles VPA	Máximo 0.030%
Color	Blanco
Olor	Característico
Estabilidad mecánica	800-1200

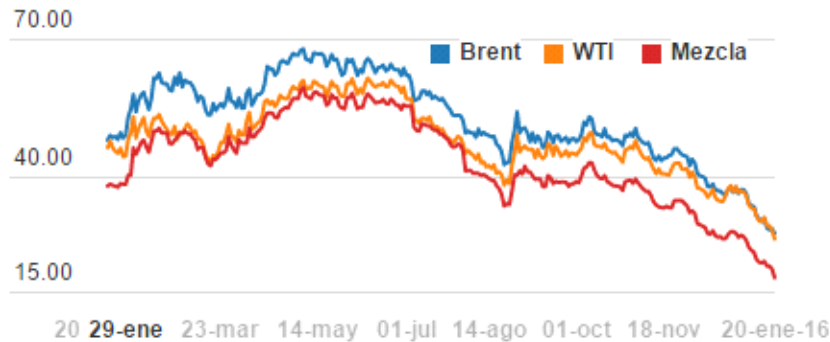
Fuente: <http://induagro.com.mx/>

Los precios del látex centrifugado varían a lo largo del año a razón de la oferta y la demanda, sin embargo, la principal fuente de variación es el precio internacional del petróleo, si se contrastase la Grafica 10 que corresponde al precio internacional del petróleo con la Grafica 7 que corresponde al precio internacional del SMR L durante 2015 se observa que al subir

el precio del petróleo la tendencia de los derivados de caucho natural también van a la alza, y viceversa, esto se debe a que los principales elastómeros comerciales que son sustitutos del poli isopreno se obtienen del petróleo, entre ellos está el elastómero de mayor consumo, el SBR.

Gráfica 10. Variación de los precios internacionales del petróleo.

Cierre diario, dólares por barril



Source: Reuters y Pemex

Fuente: Source y Pemex

Durante la realización de la tesis el estudio de mercado se terminó a finales de enero y el día 17 de febrero se alzaron las tasas de Interés por parte del Banco de México, por lo que las predicciones hechas por el tesista no fueron del todo ilógicas.

Se considera que si bien existe turbulencia a nivel internacional la política monetaria por parte del Banco de México es generadora de estabilidad macro económica.

En cuanto a factores que interfieren negativamente en el proyecto de inversión de capital, se considera que aun cuando el petróleo ha ido a la baja no así el costo de los energéticos, lo cual implica la reducción de ganancias a las empresas y tiende a afectar a la productividad, por lo que se requeriría ampliar la oferta de empresas privadas que exploten y refinen petróleo, gas y sus derivados, así como la ampliación de ofertantes para la generación de energía eléctrica. Se requeriría de una tasa preferencial al precio de los energéticos a las empresas productivas dado que ellas son generadoras de bienestar para las familias mexicanas al generar fuentes de trabajo.

Los impuestos a las empresas disminuyen la productividad, desaniman a inversionistas a invertir capitales, razón por la cual un gran número de empresas medianas y pequeñas incurren en la informalidad.

5.3 PERSPECTIVAS

Por la naturaleza del tema de tesis, se proponen diferentes perspectivas de estudio del mismo, desde diferentes puntos de vista que incluyen a disciplinas como la ingeniería química, ingeniería en manufacturas, ingeniería agrónoma, genética, econometría, etcétera.

A continuación se presentan las tres perspectivas generales para abordar el tema:

- Puramente tecnológica
- Puramente económica
- Estudios técnicos y económicos.

Para la parte tecnológica se podría relacionar con:

- El estudio de suelos en la Región y su impacto en las características físicas, químicas y de tecnología del Caucho.
- Estudios de caracterización de látex de la Región.
- Capacitación a productores de látex en la Región.
- Relación entre las precipitaciones pluviales y la concentración de gramos de caucho por litro de látex producido en la Región.
- Estudio de modificaciones genéticas al Hevea Brasiliensis y su rendimiento de gramos de caucho por litro de látex.
- Diversos procesos de centrifugación que incluyan hidróxido de potasio.
- Diseño de equipo para centrifugación.
- Diseño de procesos.
- Procesos de manufactura de productos de látex natural.
- Estudios de elastómeros y técnicas de vulcanización.

Para la parte económica se proponen perspectivas que incluyen:

- Relación del precio Internacional del petróleo y la cotización del caucho natural.
- Relación de oferta y demanda internacional del caucho natural.
- Relación de oferta y demanda nacional del caucho natural.
- Impacto en la economía de las familias productoras de Hevea en la Región.

Las propuestas a futuro consisten en que el árbol del Hevea provee un impacto positivo en las zonas de desertificación, coadyuva en la recuperación de ecosistemas de trópico húmedo y previene la erosión de suelos. A futuro cuando las reservas de crudo vayan a la baja el poli isopreno cis obtenido del Hevea, se convertirá en el elastómero de mayor demanda comercial a nivel mundial.

CAPÍTULO 6. FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliografía

- A.S., Foust (1980). *"Principios de Operaciones unitarias"*. Mexico D.F.: CECSA.
- Arthur, J. C. (1984). *"Polimers for Fibers and Elastomers, Rubber Processing Thourg Rheology"*. U.S.A: American Chemical Society.
- Baca Urbina, G. (2002). *Evaluación de proyectos: análisis y administración del riesgo*. México: McGraw-Hill.
- Blank, L. y Tarquin, A. (1992). *Ingeniería económica*. 3a ed. México: McGraw-Hill.
- Blackley D.C., (1966). *High Polymer Latexes, Vols 1 and 2*. Applied Science Publishers Ltd. London UK.
- Brownich, A. (1980). *"Effect of Curing Temperatures and Curing Sytem on Network Structure and Technical Propierties of Polibutabutadiene and Styrene-butadiene Rubber"*. J. Appl. Polym. Sci.
- Brownick, A. Y. (1981). *"Dithiodimorpholine-based Accelerator Sstem in Tire Tread Compounds for High Temperature Vulcanization"*. Rubber Chem an Tech.
- *Breon Latexes Technical Manual No. 5* (1969). BP Chemical (UK) Ltd.
- Byron, B. R. (2006). *"Fenomenos de Transporte"* (2 da. ed.). Mexico D.F.: Limusa Wiley.
- Camargo, A.P. (1958). *Regioes climáticas favoraveis a seringueira no Brasil. In: cultura de seringueira. (Primer curso para engenheiros agrónomos do DFA.PDV)*. Secretaria de Agricultura. Sao Paulo, Brasil.
- Compagnon, P. (1988). *El caucho Natural. Biología-Cultivo-Producción*. Consejo Mexicano del Hule –CIRAD. México D.F.
- Datta, N. M. (1984). *"Thermal an Age-Resistance Properties of NR Gum Vulcanization of an Accurate Model"*. Rubber Chem an Tech.
- David, H. M. (1977). *"Principios y Cálculos de la Ingeniería Química"*. Mexico D.F.: Prentice Hall.
- Dunn, J. H. (1979). *"NBR Vulcanizates Resistant to High Temperature and Sour Gasoline"*. Ruber Chem an Tech.
- Eugene, M. F. (1997). *"Manual de Recipientes a Presion"*. Mexico D.F.: Limusa.
- Harry, M. D. (1987). *"Materiales y Procesos de Fabricacion"*. Mexico D.F.: Llmusa.
- Naunton, W. J. S. (1967). *Ciencia y tecnología del caucho*. CECSA. México
- Newman. D.G. (1988). *Analisis de ingeniería económica*. México. McGraw-Hill.
- Koch, S. (1970), *Bayer Manual for the Rubber Industry*. Germany.
- Picón R. L, Cervantes O. E., Y Hernández C. J. M. (1977) *Manual para el cultivo del hule Hevea Brasiliensis Muell Arg*. Folleto Técnico No. 18 INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo-Centro. Campo Experimental El Palmar. Veracruz México.
- Samuelson, P. (1985). *Economía*. México. McGraw-Hill.
- *Vanderbilt Latex Handbook*, (1954).

Revistas y folletos informativos

- Chan, H. Y and Pushparajah, E., (1973). *Productivity Potentials of Hevea on West Malaysian Soil. A Preliminary Assessment*. Proc. Rubber Research Institute of Malaysia. Planters Conference. Kuala Lumpur.
- FAO (Food Agriculture Organization of the United Nations), (1978). *Agroecological zones Project*. World Soil Resources. Report Num. 48 Vol 1. África
- FAO (Food Agriculture Organization of the United Nations), (1977). *Zonificación Agro-econológica*. Boletín de suelo de la FAO 73
- INIFAP (2001). *Paquete tecnológico del hule (Hevea Brasiliensis Muell Arg) Establecimiento y Mantenimiento Preoperativo*. Gobierno Federal. Tezonapa, Veracruz.
- *Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo de hule (Hevea Brasiliensis Muell Arg.) en el Estado de Tabasco*. SAGARPA 2008 Tomo VIII.
- Usos y precios del amoníaco en el mercado nacional. PEMEX PETROQUÍMICA. México, Septiembre de 2012
- *Natural Rubber Statics 2015*. Publicado por: Lembaga Getah Malaysia y Malaysian Rubber Board. No. Telefónico 03-92062078
- SAGARPA (2013). *Sistema producto hule*.
- *Vanderbilt Products* (1982). Catálogo de productos registrados en United States Patent Office. United States.

Artículos

- Bratby D.M., (1982). *Latex Dipping*. LRC Products Ltd. London U.K.
- Calvert K.O., (1982) *Natural Rubber Latexes*. Dunlop Ltd. Birmingham, U.K.
- Wohler L.A. (1982) *Natural Rubber Latex*. Firestone Tire and Rubber Company., Akron Ohio. USA.

Patentes

- British Patent Number 368,295. *Improvements Relating to a Method of and Apparatus for Making Dipped Rubber Articles*, accepted 1932.
- British Patent Number 380,174. *Improvements in or Relating to a Method of and Apparatus for Moulding Hollow Articles of Rubber Latex or Like Siccative Liquid by Dipping*, accepted 1932.
- British Patent Number 614,358, *Improvements in or Relating to the Production of Hollow Articles by Dipping*, accepted 1947.
- United States Patent Number 2,649,960. *Apparatus for Testing and Sorting Thin Rubber Articles*, accepted 1949.
- United States Patent Number 2,649,619. *Apparatus for Manufacturing Dipped Rubber Articles*, accepted 1950.
- British Patent Number 1,097,458. *Dip Coating Apparatus*, accepted 1968.

Sitios web

- <http://amoniaco.com.mx/> Febrero de 2016
- <http://www.macroquimica.com.mx/productos.html> Febrero de 2016
- <http://www.economia-sniim.gob.mx> Febrero de 2018
- <http://www3.lgm.gov.my/mre/MonthlyPrices.aspx> Febrero de 2016
- <http://www.banxico.org.mx/politica-monetaria-e-inflacion/estadisticas/graficas-de-coyuntura/mercado-cambiario/tipos-cambio.html> Enero de 2016
- <http://www.banxico.org.mx/> Enero de 2016
- <http://www.ingusa.com.mx/tanques-amoniaco.php> Febrero de 2016
- <http://www.pepeytono.com.mx/> Febrero de 2016
- <https://www.officedepot.com.mx> Marzo de 2016
- <http://www.ford.mx/> Marzo de 2016
- <http://induagro.com.mx/HOMEHV/ProcProductHV/ProcProductHV.html> Febrero de 2016
- ameripolchemical.com.mx Abril de 2016
- <http://www.bancomundial.org/> Abril de 2016
- <http://therubbercompany.com/> Abril de 2016
- <http://radios-kenwood.com.mx> Abril de 2016
- www.sysred.com Abril de 2016
- <http://www.cfe.gob.mx> Marzo de 2016
- <http://www.telmex.com/> Marzo de 2016
- <http://www.gob.mx/tramites/economia/tu-empresa> Febrero de 2016
- <http://falcolatino.com/> Abril de 2016
- <https://www.inadem.gob.mx/> Abril de 2016
- <http://cefp.gob.mx/> Abril de 2016
- <http://www.ipc.com.mx/> Marzo de 2016
- <https://www.grainger.com.mx/> Abril de 2016
- <http://www.agroterra.com/> Abril de 2016
- <http://bizmachine.en.made-in-china.com/> Abril de 2016

Artículos de diarios especializados en Finanzas y Economía

- Álvaro Montero. *Mezcla Mexicana rompe barrera de los 20 dólares... y más allá.* Publicado por el Financiero. 20-01-2016.
- Esteban Rojas. *Peso se “descalabra”: dólar llega a \$18.90 en bancos.* Publicado por el Financiero. 20-01-2016.
- BBC. *¿Quién gana y quién pierde con el alza del dólar en América Latina?* 18-08-2015
- Meza Orozco Nayeli. *¿Quién gana con el petróleo barato?* Publicado por Forbes. 07-02-2015.
- Elías García Navas. *¿Quién gana y quién pierde con la mayor caída del precio del petróleo en seis años?* Publicado por la BBC. 8-12-2015.

Normatividad

- NMX-GT-002-INNTEX-2008. Gestión de la Tecnología-Proyectos tecnológicos-Requisitos.
- NMX-GT-001-IMNC-2007, Sistemas de gestión de la tecnología-Terminología.
- Código ASME Sección VII, División 1.

ANEXOS

ANEXO A. MEMORIA DE CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA

Corriente 1

Se suministra un total de 2600 litros de látex preservado con hidróxido de amonio diario.

Corriente 2

Esta corriente entra a la centrifuga previa filtración (para fines prácticos la corriente 3, es despreciable). El suministro corresponde a 2600 litros de látex diario. Para el cálculo de la masa presente en esta corriente se utiliza el valor promedio obtenido en campo:

$$Kg \text{ de látex} = 2600L \left(0.9616 \frac{Kg}{L} \right) = 2500.16 \text{ Kg de látex}$$

Balance en la centrifuga. Corriente 4 y 7

Se plantea que el porcentaje de sólidos disueltos en un litro de látex corresponda a 35 por ciento, si bien, los datos obtenidos en campo muestran concentraciones mayores, la experiencia dicta que el promedio ronda el 35%. Además se considera que:

- La concentración de sólidos en 4 ronda los 61.5%
- La concentración de sólidos en 7 ronda el 10%.

Para ello se plante la siguiente tabla de balance:

Tabla de Requerimientos de centrifugación.

	Corriente 4	Corriente 7	Corriente 2
Sólido	0.615	0.1	2500.16*0.35
Líquido	0.385	0.9	2500.16*0.65

Fuente: Elaboración propia

Planteando como un sistema de ecuaciones se obtiene:

Sistema de ecuaciones.

Corriente 4	Corriente 7	Corriente 2
0.615	0.1	875.056
0.385	0.9	1625.104

Fuente: Elaboración propia

Resolviendo el sistema se obtiene:

- Corriente 4 contiene 1213.6823 kg de látex concentrado
- Corriente 7 con un aproximado de 1286.4139 kg de desnatado.

Para obtener el valor en litros de la corriente 4, se obtiene una media ponderada para el valor de la densidad, utilizando las concentraciones. Densidad del látex 0.91 y densidad del suero 1.02

$$\text{Densidad de látex concentrado} = (0.91 * 0.615 + 1.02 * 0.385) \frac{Kg}{L} = 0.9523 \text{ Kg/L}$$

NOTA: Se hace el supuesto de que de la misma manera la corriente 5 y 6 poseen la misma densidad: 0.9523 Kg/L.

Balance corriente 5 y 12.

Si bien en este paso se requiere de una planta piloto, de datos teóricos se propone un 0.2% de amoníaco anhidro, de la masa original del látex concentrado y que procede de la corriente 4

$$kg \text{ NH}_3 \text{ anhidro} = \frac{1213.6823 \text{ Kg} * 0.2\%}{100\%} = 2.4273 \text{ Kg}$$

Sin embargo, la unidad de medida del amoníaco corresponde a litros, la marca Infra ® en su amoníaco anhidro propone un valor de 0.684 kg/L:

$$\text{Litros NH}_3 \text{ anhidro} = \frac{2.4273 \text{ Kg}}{0.684 \text{ Kg/L}} = 3.5487 \text{ L}$$

Corriente 5= Corriente 4 + corriente 5

Corriente 5= 1213.6823 Kg + 2.4273 Kg= 1216.1096 Kg

Balance corriente 6, 14 y 15

De la misma manera se propondría una simulación para determinar la masa de estas corrientes, sin embargo, de datos teóricos se sabe que el por ciento en masa de TMTD y de ZnO, es de 0.025% y 0.05%.

$$\text{Kg de TMTD} = \frac{1216.1096 \text{ Kg} * 0.025\%}{100\%} = 0.6080 \text{ Kg}$$

$$\text{kg de ZnO} = \frac{1216.1096 \text{ Kg} * 0.05\%}{100\%} = 0.3040 \text{ Kg}$$

Corriente 6= Corriente 5 + Corriente 14 + Corriente 15

Corriente 6= (1216.1096+0.3040+0.6080) Kg= 1217.0216 Kg

Con el supuesto de la densidad, **los litros a los que equivale la corriente 6** se calculan a continuación:

$$\text{Lts del latex} \frac{\text{TMTD}}{\text{ZnO}} = \frac{1217.0216 \text{ Kg}}{0.9523 \frac{\text{Kg}}{\text{L}}} = 1277.9142 \text{ L}$$

El volumen producido en un día de trabajo equivale a 1277.9142 L de látex del tipo TMTD/ZnO.

Balance corriente 7

El valor de la densidad para la corriente 7, se obtiene mediante datos teóricos realizando una media ponderada:

$$\text{Densidad corriente 7} = (0.91 * 0.1 + 1.02 * 0.9) \frac{\text{Kg}}{\text{L}} = 1.009 \text{ Kg/L}$$

Corriente 16

Del escalamiento se obtuvieron los siguientes datos:

La relación volumen de látex y ácido acético es de 50 mililitros de látex por 5 mililitros de ácido muriático.

De la corriente 7 el volumen correspondiente equivale a:

$$L \text{ de desnatado} = \frac{1286.4139Kg}{1.009Kg} = 1274 L \text{ de desnatado}$$

El volumen suministrado al tanque B-04 por la corriente 16 equivale a:

$$L \text{ de Acido acético} = 1274 L \left(\frac{4 \text{ mililitros de acido clorhídrico}}{50 \text{ Militros de clorhídrico}} \right) = 101.92 L$$

Expresado en kilogramos, utilizando la densidad del ácido clorhídrico @ 20 °C:

$$101.92L \left(1.17 \frac{Kg}{L} \right) = 119.223 L \text{ de ac. clorhídrico}$$

Balance corriente 11

Se sabe mediante datos teóricos que la corriente 7 contiene un 10% de sólidos. En el supuesto de que el caucho saldrá a una concentración del 90% se determina los kilogramos de salida, así como el volumen del mismo:

$$Kg \text{ de sólidos} = 1286.4139kg * 0.1 = 128.6413 Kg$$

$$Densidad corriente 11 = (0.91 * 0.9 + 1.02 * 0.1) = 0.921 Kg/L$$

$$Kg \text{ de caucho al } 90\% = \frac{128.6413kg * 100\%}{90\%} = 142.934 Kg$$

$$Litros \text{ de caucho al } 90\% = \frac{142.934Kg}{0.921Kg/L} = 155.194 Litros$$

NH₄OH al 26%

Esta materia prima es utilizada para preservar el látex obtenido en campo, la relación utilizada corresponde al tipo 50/900, que se multiplicará por los 2600 litros diarios de látex preservado con amoníaco, esto con el fin de determinar la cantidad en litros a suministrar de NH₄OH.

$$Litros \text{ de } NH_4OH = 2600Litros \left(\frac{50}{900} \right) = 144.4444$$

ANEXO B. BALANCE DE CONSUMO DE ELECTRICIDAD

Del sitio web de la Comisión Federal de Electricidad, se investigó el costo por kilowatt hora, para una tarifa de Tensión Media para diciembre de 2016, el cual cotiza en 3.742 \$/Kwh

Concepto	Voltaje	Amperaje	Watts	Kw	hora/dia
Centrifuga			0	11	6.5
Bomba	127	3.2	406.4	0.4064	6.5
10 focos			1000	1	16
Compresor			0	1.1	6
Calandra			0	10	4
Motor de mezclador			0	2.24	6
			0	0	

Energía diaria	Energía mes	\$/Kwh	Costo mes	Costo año
71.5	1430	3.742	5351.06	64212.72
2.6416	52.832	3.742	197.697344	2372.36813
16	320	3.742	1197.44	14369.28
6.6	132	3.742	493.944	5927.328
40	800	3.742	2993.6	35923.2
13.44	268.8	3.742	1005.8496	12070.1952
0	0	3.742	0	0
		Total	11239.5909	134875.091

ANEXO C. FORMULACIONES PARA MANUFACTURAS DE LÁTEX

Las formulaciones presentadas en éste anexo fueron tomadas del artículo de Bratby D.M., *Latex Dipping*. LRC Products Ltd. London U.K. E incluyen formulaciones típicas de la industria de látex para guantes de limpieza, guantes de cirujano, condones y globos. Es común que en la industria del caucho que las formulaciones queden expresadas en ppc (partes por ciento) en peso, sin importar si se es en seco o en húmedo.

Formulación para guantes de limpieza

Artículos para el hogar (guantes)		
Compuesto	ppc seco	ppc húmedo
Látex natural al 60%	100	167
Solución al 10% de hidróxido de potasio	0.5	5.0
Solución al 10% de oleato de potasio	0.25	2.5
Dispersión al 50% de azufre	1.5	3.0
Dispersión al 50% de TMTD	1.0	2.0
Dispersión al 50% de dibutil ditio carbamato de zinc	---	---
Dispersión de bis(4-metil 6-tert-butilfenol) 2,2 metileno	1.0	2.0
Dispersión al 50% de óxido de zinc	1.0	2.0

Formulación para guantes de cirujano

Guantes quirúrgicos		
Compuesto	ppc seco	ppc húmedo
Látex natural al 60%	100	167
Solución al 10% de hidróxido de potasio	0.5	5.0
Solución al 10% de oleato de potasio	0.25	2.5
Dispersión al 50% de azufre	0.75	1.5
Dispersión al 50% de TMTD	1.0	2.0
Dispersión al 50% de dibutil ditio carbamato de zinc	---	---
Dispersión de bis(4-metil 6-tert-butilfenol) 2,2 metileno	1.0	2.0
Dispersión al 50% de óxido de zinc	1.0	2.0

Formulaciones para condones (profilácticos)

Profilácticos (condones)		
Compuesto	ppc seco	ppc húmedo
Látex natural al 60%	100	167
Solución al 10% de hidróxido de potasio	0.5	5.0
Solución al 10% de oleato de potasio	0.25	2.5
Dispersión al 50% de azufre	1.0	2.0
Dispersión al 50% de TMTD	--	
Dispersión al 50% de dibutil ditio carbamato de zinc	0.75	1.5
Dispersión de bis(4-metil 6-tert-butilfenol) 2,2 metileno	1.0	2.0
Dispersión al 50% de óxido de zinc	1.0	2.0

Formulaciones para globos

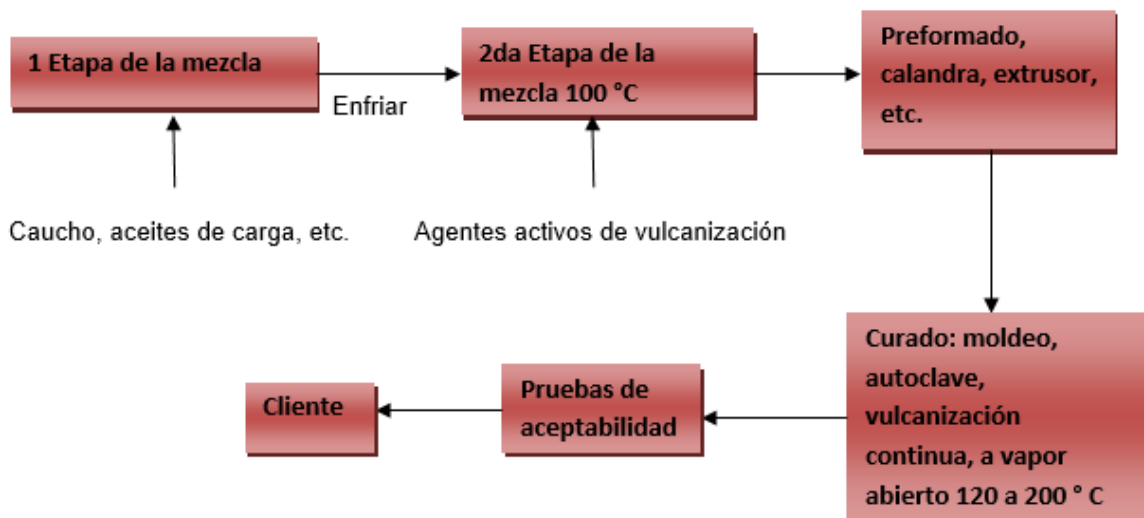
Globos		
Compuesto	ppc seco	ppc húmedo
Látex natural al 60%	100	167
Solución al 10% de hidróxido de potasio	0.5	5.0
Solución al 10% de oleato de potasio	0.25	2.5
Dispersión al 50% de azufre	0.5	1.0
Dispersión al 50% de TMTD	--	--
Dispersión al 50% de dibutil ditio carbamato de zinc	0.75	1.5
Dispersión de bis(4-metil 6-tert-butilfenol) 2,2 metileno	1.0	2.0
Dispersión al 50% de óxido de zinc	1.0	2.0

ANEXO D. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CAUCHO SECO

La Figura 3 muestra látex de caucho natural que se coaguló de manera natural, existen otras formas de obtener caucho seco entre ellas destaca las hojas ahumadas acostilladas, en los cuales el ácido utilizado para la coagulación es el fórmico. En esta ruta de proceso se obtienen productos por moldeo y extrusión que incluyen: suelas de zapatos, tapetes de gimnasio, bandas transportadoras, cables, mangueras, etcétera. Tomada del Libro de Morton-Jones

Descripción del proceso para caucho seco:

1. Obtenido el caucho seco, éste pasa a un proceso de trituración hasta formar pequeños pellets.
2. Obtenidos los pellets se ponen en contacto con abundante agua a fin de que floten debido a su densidad, esto con la finalidad de eliminar rastros de tierra y otros materiales propios de su origen.
3. Se procede a un secado para la eliminación del agua.
4. Se comprime en pacas y se envía a las plantas de formulación de productos de caucho.
5. Una vez estando en las plantas de procesamiento se procede a la obtención de productos de caucho mediante el proceso de vulcanización. Cabe señalar que dado que el caucho produce altos esfuerzos cortantes se utilizan mezcladores especializados entre ellos destaca el tipo Banbury, cuando el caucho llega al mezclador Banbury se cortarán y triturarán las pacas dentro del mezclador a fin de que queden listas para pasar al proceso de moldeo, el cual puede ser por extrusión y calandrado casi de manera general. El proceso se realiza en dos etapas que siguen el siguiente esquema



Esquema del proceso para la elaboración de manufacturas de caucho seco.

6. En la 1ra Etapa de mezclado se siguen los subsecuentes pasos en relación con el tiempo y la temperatura:

Primera etapa de mezclado		
Tiempo (min)	T ° C	Pasos
0	70	Adición del caucho (pequeños polvos) ZnO y ácido esteárico
2	90	Se añade el caucho se adiciona y se le añade la mitad del negro de carbono
4	150	Se añade el resto de negro de carbono
6	150	Se descarga el caucho y se enfría de manera natural

7. En la 2da Etapa de mezclado el caucho pasará al proceso de moldeo y/o extrusión y se le añadirá el agente vulcanizante (azufre)

Tiempo (min)	T ° C	Pasos
0	60	Se añade la mezcla de la primera etapa
2	90	Se añade el azufre y los aceleradores (MTBS, TMTD)
3	100	Se descarga la mezcla

Para este tipo de proceso se ofrece la siguiente formulación de caucho, la cual puede servir para tapetes, bandas transportadoras, suelas, etc. Tomado de Morton-Jones.

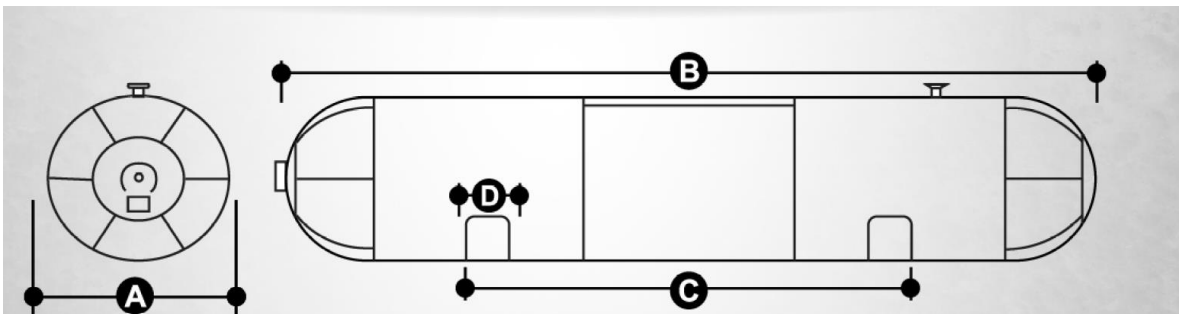
Compuesto	Partes por ciento de caucho
NR (caucho natural)	100
ZnO	5
Ácido esteárico	2
Negro de carbono de alta abrasión	35
MBTS	1.25
TMTD	0.15
Azufre	2.5

ANEXO E. FOTOGRAFÍAS DE LOS EQUIPOS Y CRITERIOS PARA SU SELECCIÓN

B-01, B-05, B-09, B-10 Tanques de almacenamiento

Para el diseño de los Tanques de almacenamiento, se consultó la norma ASME correspondiente y a partir de ella, se seleccionó equipo que cumpliera con los requerimientos técnicos. Se consultó en internet empresas que fabricaran tanques con las características y requerimientos necesarios.

A continuación se muestran los modelos de tanques estacionarios a ocupar en el proceso:

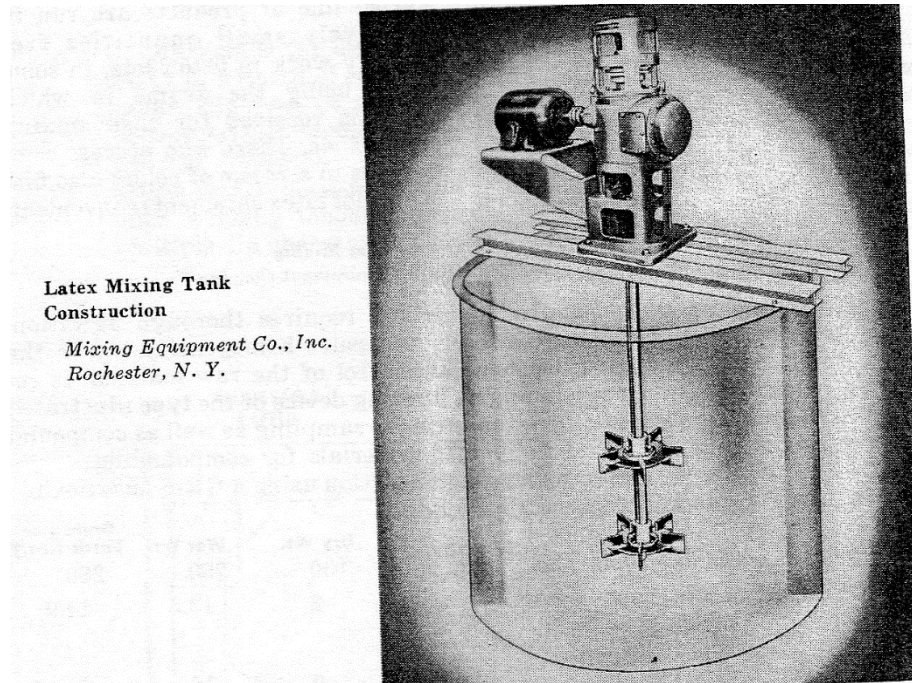


Fuente: <http://www.ingusa.com.mx/tanques-amoniaco.php>

Capacidad nominal agua	A diámetro	B longitud	C Distancia entre bases	D Ancho de bases	Peso
Litros	m	m	m	m	Kg
32700	2.36	8.45	3.9	0.6	6174
60000	3.38	8.63	3.4	0.6	11890

B-02, B-03 Tanques de mezclado

Los tanques de mezclado de látex son semejantes al que se muestra en la siguiente figura:



Tomada de: <http://www.noxfam.com.mx/productos-1/>

B-08 Tanque para ácido clorhídrico

La selección de éste tanque se basó en las características del material, dado que el poliuretano de alta densidad es inerte a este ácido clorhídrico en la presentación comercial de ácido muriático, cuya concentración industrial ronda el 12 a 14% de HCl. Las presiones de vapor no son altas, esto se puede constatar en que la forma común en que se vende ésta disolución (ácido muriático) es en envases de plástico.

El tanque utilizado corresponde a un tanque de la marca Rotoplas®, cómo el que se muestra en la siguiente figura:



Tomada de: www.rotoplas.com.mx Rotoplas®

Filtro F-01

El criterio de selección es dado por el tamaño de la partícula de caucho, considerando la más grande cómo cinco micras, tampoco se propuso un filtro con orificios pequeños dado que aumentarían las perdidas por fricción. Por ello el diámetro propuesto fue de 0.4 milímetros de diámetro

A continuación se presentan las partes que integran la carcasa del filtro tomados de sus fichas técnicas consultadas en la página web de la empresa Dolnaldson®.:

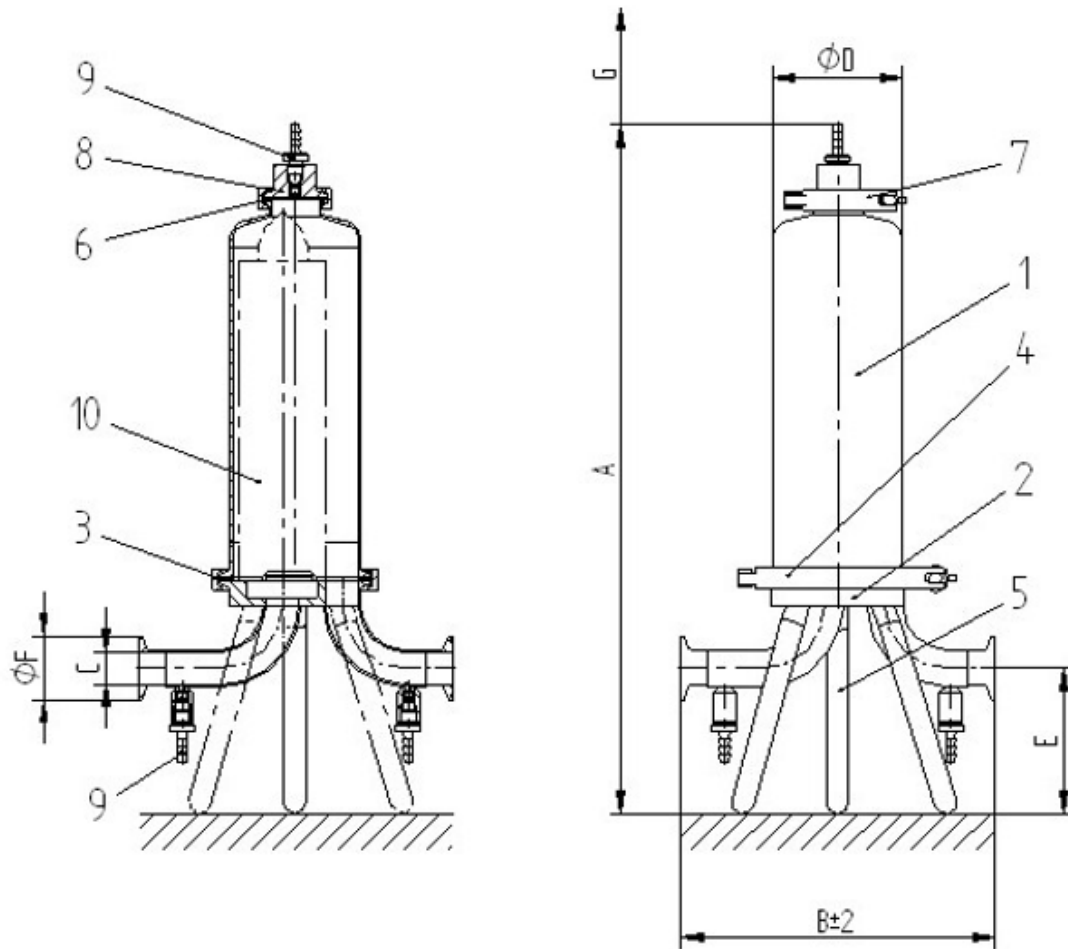
Partes que integran la carcasa del filtro

Posición	Parte
1	Carcasa superior
2	Carcasa inferior
3	Empaquetadora
4	Pinza de cierre
5	Piernas
6	Empaquetadora
7	Pinza de cierre
8	Adaptador de pinza
9	Tornillo de cierre
10	Filtro

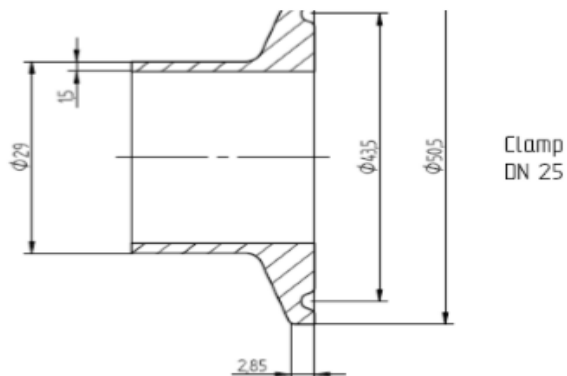
Dimensiones de la carcasa del modelo PF-EG-0025

Vol. (L)	Kg	A mm	B ± 2 mm	C	Ø D mm	E mm	Ø F mm	G mm	Element
2.5	5.1	541	250	DN 25	104	116	50.5	370	10/3 P7

A continuación se muestran desde diferentes ángulos vistas de la carcasa del filtro:



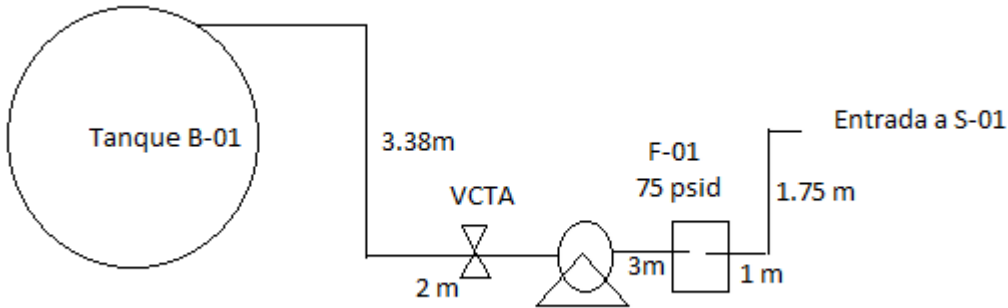
El tipo de entrada DN 25 se muestra a continuación:



El diámetro de la entrada de flujo a la carcasa es igual a 29 milímetros el grosor es 1.5 milímetros, por lo que el claro restante es de 26 milímetros lo que corresponde a un diámetro nominal DN 25, equivalente a una pulgada 25.4 milímetros.

P-01 Bomba

Se considera el siguiente esquema:



Del diagrama anterior, se interpreta como: un fluido con una viscosidad de 70 mPas (0.07 kg/m*s) que fluye a través de una tubería cedula cuarenta de acero inoxidable, dónde se presenta una válvula de control totalmente abierta y un filtro que presenta una pérdida de 75 psid. La altura del tanque es de 3.38 (considerándolo totalmente lleno), sin embargo, se considera una altura de $\frac{1}{4}$ de la misma, es decir, 0.845 m, alimenta a una centrifuga cuya altura es de 1.75 metros (ver fotografías de la centrifuga donde la entrada equivale a 1750 mm), la tasa de alimentación corresponde a 500 L/h, las entradas y salidas corresponden a tubería de 1 pulgada cedula cuarenta.

Para el cálculo de la bomba se realizó la siguiente metodología:

Ecuación de Bernoulli para fluidos isotérmicos para el cálculo de potencias:

$$-w_f = \Delta z \frac{g}{g_c} + \frac{\Delta u}{2g_c} + \frac{\Delta P}{\rho} + H_{fs}$$

Dónde:

$$g = 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$g_c = 9.81 \frac{Kg * m}{Kg_f * s^2}$$

Para la diferencial de altura se considera:

$$z_2 - z_1 = (1.75 - 0.845)m = 0.905 \frac{Kg_f * m}{Kg}$$

Para el cálculo del flujo de alimentación a la centrifuga:

$$Q = \left(500 \frac{L}{h}\right) \left(\frac{1 m^3}{1000 L}\right) \left(\frac{1 h}{3600 s}\right) = 0.0001388 m^3/s$$

Para determinar el área interna de la tubería:

Diámetro interno CED 40= 0.0266 m

$$Area = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{\pi * (0.0266 \text{ m})^2}{4} = 0.000557 \text{ m}^2$$

Cálculo de la velocidad:

$$u = \frac{Q}{u} = \frac{0.0001388 \text{ m}^3/\text{s}}{0.000557 \text{ m}^2} = 0.249 \text{ m/s}$$

$$\frac{\Delta u}{2g_c} = \frac{0.249}{2 * 9.81} = 0.0126 \frac{Kg_f * m}{Kg}$$

Cálculo de las pérdidas por la acción del filtro:

$$\Delta P = 75 \text{ psid} = 5.27 \frac{Kg_f}{\text{cm}^2} = \left(5.27 \frac{Kg_f}{\text{cm}^2}\right) \left(\frac{10000 \text{ cm}^2}{1 \text{ m}^2}\right) = 52700 \frac{Kg_f}{\text{m}^2}$$

$$\frac{\Delta P}{\rho} = \frac{52700 \frac{Kg_f}{\text{m}^2}}{961.6 \frac{Kg}{\text{m}^3}} = 54.8044 \frac{Kg_f * m}{Kg}$$

Cálculo del número de Reynolds:

$$N_{Re} = \frac{u\rho D}{\mu} = \frac{0.2872 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 961.6 \frac{Kg}{\text{m}^3} * 0.0266 \text{ m}}{0.07 \frac{Kg}{\text{m} * \text{s}}} = 104.94$$

Corresponde a un flujo laminar, por lo cual el factor de fricción se calculará con la siguiente ecuación:

$$f = \frac{64}{N_{Re}} = \frac{64}{104.94} = 0.6098$$

Calculo de H_{fs} para los accesorios (tubería de una pulgada)

Para los accesorios se usará el método de las k:

Accesorio	Unidades	L/D	K	K_T
VCTA	1	13	0.2	0.2
Entrada	1	0	0.78	0.78
Codos 90°	3	30	0.51	1.53
Salida	1	0	1	1
Total				3.51

$$H_{fs} = \frac{k_T u^2}{2g_c} = \frac{3.51 * (0.2872)^2}{2 * 9.81} = 0.01475 \frac{Kg_f * m}{kg}$$

Calculo de H_{fs} para la tubería:

$$H_{fs} = \frac{fLu^2}{D2g_c} = \frac{0.6098 * 6.75 * (0.2872)^2}{2 * 9.81} = 0.6505 \frac{Kg_f * m}{Kg}$$

$$H_{fs} = 0.66525 \frac{Kg_f * m}{Kg}$$

Cálculo de $-w_f$:

$$-w_f = (0.905 + 0.0126 + 54.8044 + 0.6652) \frac{Kg_f * m}{Kg} = 56.3872 \frac{Kg_f * m}{Kg}$$

Calculo de la potencia hidráulica:

$$P_H = w_f * \rho * Q$$
$$P_H = 56.3872 \frac{Kg_f * m}{Kg} * 961.6 \frac{Kg}{m^3} * 0.00016 \frac{m^3}{s} = 8.67 \frac{Kg_f * m}{s}$$

Convirtiendo a HP:

$$8.67 \frac{Kg_f * m}{s} * \frac{1 HP}{76.04 \frac{Kg_f * m}{s}} = 0.116 HP$$

Lo cual da como resultado una bomba 1/6 HP, cómo se muestra en la siguiente imagen:



Tomada de: http://www.catalogodebombasdeagua.com/productos-bombas_utilitarias_1250gph_566409.html

S-01 Centrífuga de discos

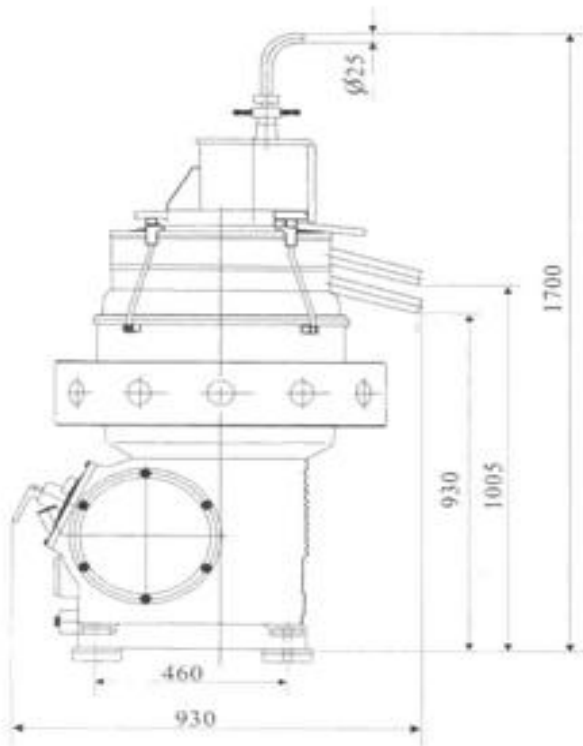
Para la centrifuga se consultó equipos que cumplieran con los requerimientos básicos para procesar 2600 Litros al día de LPCA. Encontrándose centrifugas especializadas para la centrifugación de látex.

A continuación se muestra la centrifuga utilizada en el proceso:

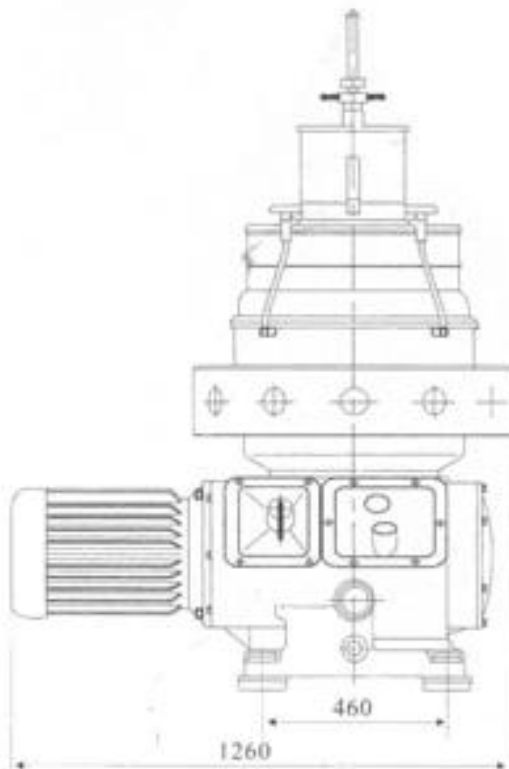


Kingreat®

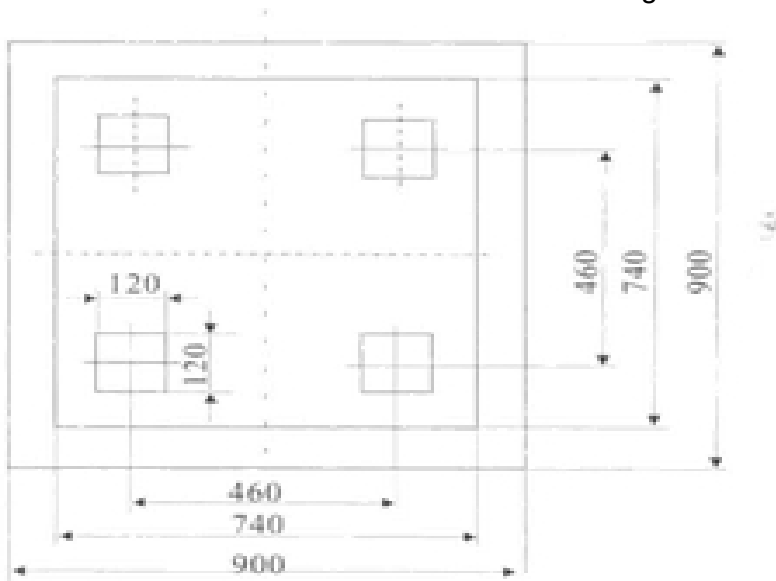
A continuación se presenta una vista frontal de la centrifuga:



A continuación se muestra una vista lateral de la centrifuga:



A continuación se muestra una vista aérea de la centrifuga:



Las Fotografías y datos técnicos tomados de:

<http://spanish.alibaba.com/img/rpm-de-alta-pila-de-disco-tipo-de-concentrado-de-l%C3%A1tex-de-caucho-centr%C3%ADfuga-de-china-300005099064.html>

<http://spanish.alibaba.com/p-detail/Modelo-pdsla-400-600-centr%C3%ADfuga-de-l%C3%A1tex-de-extracci%C3%B3n-magn%C3%A9ticos-de-centr%C3%ADfuga-300004412534.html>

V-01 Compresor

A continuación se presenta el compresor utilizado en el proceso:



Fotografía tomada de <http://www.agroterra.com>

Los criterios de selección fueron:

- Condiciones de succión: las que son características del amoníaco gas, las condiciones de salida corresponden a 8 Bar.
- Los cambios de temperatura son despreciables.
- Fluido corrosivo (razón por la cual el equipo es de acero inoxidable).

Este equipo cotizó en euros, utilizándose un tipo de cambio de 19.8925, correspondiente a la cotización peso-euro del 15 de marzo de 2016. El costo oscila en los 152.27 euros, dando como resultado 3029.03.

Z-01 Calandra



Fotografía tomada de: <http://bizmachine.en.made-in-china.com/>

Este equipo tiene la función de aplastar para eliminar el agua del caucho que se separó por coagulación y que flota gracias a las diferencias de densidad. Además puede ser rentado.

Una de las ventajas de usar este equipo se debe a que si se envían las aguas de la corriente siete al drenaje, el caucho se coagulará y tapaná las cañerías.

Equipo de pesaje

El equipo seleccionado para el pesaje del TMTD y ZnO es el siguiente:

Modelo: WDB-6K-1

Capacidad Máxima de carga: 6000 gramos

Legibilidad: 0.1 gramos

Tamaño de charola: 167*167 mm

Pantalla: LCD (luz fondo blanca)

Voltaje: 110-120 V

Dimensiones: 32*24 cm



Fotografía Tomada de la ficha técnica proporcionada por la empresa IPC

Equipo de medición de pH

El equipo usado para la medición de pH es el siguiente:

Marca: HANNA instrument ®

Modelo: HI 98107

Especificaciones

Rango: 0 a 14

Resolución: 0,1 pH

Calibración: Manual de dos puntos



Fotografía tomada de la ficha técnica proporcionada por la empresa

ANEXO F. DESGLOSE ANALÍTICO DEL PROYECTO

Nivel	Actividad
0	Obtención del título en ingeniería química por tesis tradicional
1	Selección del tema de tesis
2	Investigación y selección de fuentes de información
3	Asignación de asesor de tesis
4	Delimitación del problema
5	Planteamiento del problema
6	Desarrollo del marco teórico
7	Planteamiento de la hipótesis
8	Planteamiento de los objetivos
9	Solicitud de registro de tesis
10	Compra de potenciómetro, densímetro, pipetas, buretas y soluciones de laboratorio
11	Realización de pruebas de densidad, pH, viscosidad, y sólidos totales en los campos de producción
12	Realización del balance de masa
13	Determinación de las capacidades de los equipos
14	Cotización de equipos y materias primas
15	Realización del estudio proyectado
16	Agrupación de la información
17	Revisión final de tesis
18	Asignación de jurado
19	Examen profesional

Fuente: Elaboración propia

ANEXO G. DIÁGRAMA DE GANT

Nota: la semana de inicio corresponde a la que parte del 4 de octubre y termina el 10 de octubre de 2015, de esta manera quedan agrupadas las semanas, llegando a la semana que corresponde a la asignación de jurado.

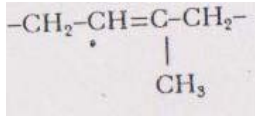
Actividad	Semana							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	04/10/15	11/10/15	18/10/15	25/10/15	01/11/15	08/11/15	15/11/15	22/11/15
1	■	■						
2	■	■						
3	■							
4		■						
5		■						
6		■						
7			■					
8			■					
9				■				
10					■			
11						■	■	■
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								

Fuente: Elaboración propia

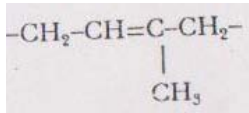
ANEXO H. PRINCIPALES ELASTÓMEROS COMERCIALES

Tomados del libro del Dr. Luis Francisco Ramón del Valle. "Vulcanización y formulación de hules".

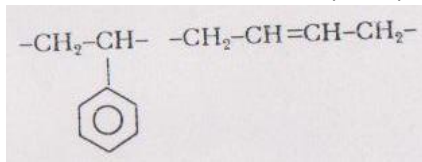
Caucho Natural (NR)



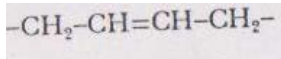
Hule isopreno (IR)



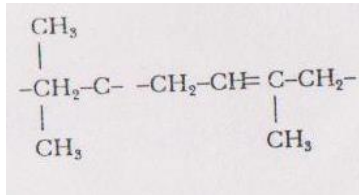
Hule estireno-butadieno (SBR)



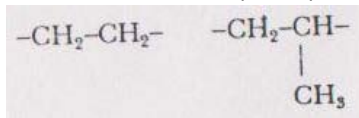
Hule butadieno (BR)



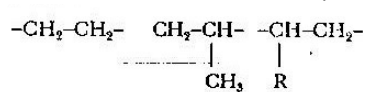
Hule isopreno-isobutileno (IIR)



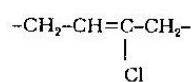
Etileno-propileno (EPM)



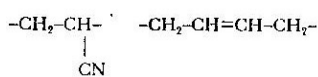
Etileno-propileno-dieno (EPDM)



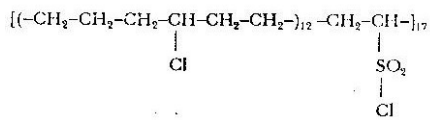
Hule cloroprenico (CR)



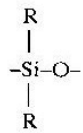
Hule acrilonitrilo-butadieno (NBR)



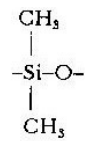
Clorosulfonato (CSM PE)



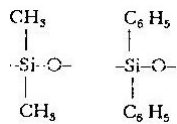
Poli di R siloxano (SI)



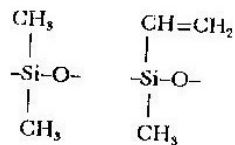
Poli di metil siloxano (MQ)



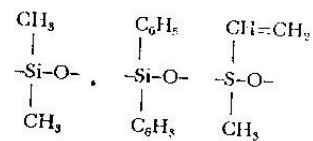
Copolimero de poli dimetil siloxano-polidifenilsiloxano (PMQ)



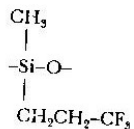
Copolimero de poli dimetil siloxano-polimetil vinil siloxano (VMQ)



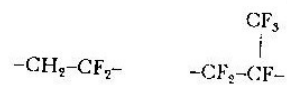
Terpolimero de polidimetil/siloxano-polifenilsiloxano-polimetil vinil siloxano (PVMQ)



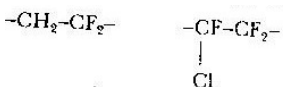
Polifluoropropil metil siloxano (FMQ)



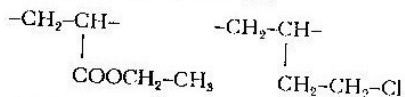
Copolimero de fluoruro de vinilideno-hexa-fluoropropileno (FKM)



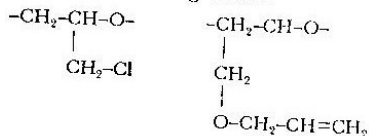
Copolimero de fluoruro de vinilideno-clorotri-fluoruro etileno (CFM)



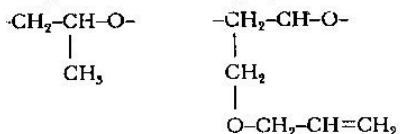
Copolímero de epiclorhidrina-óxido de etileno (ECO)



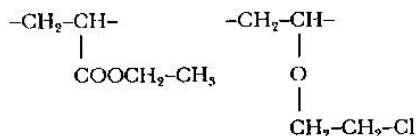
Copolímero de epiclorhidrina-éter alilglicídico (GCO)



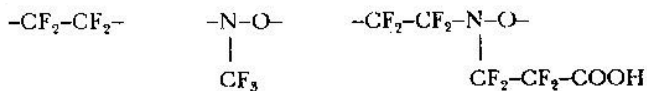
Copolímero de éter alilglicídico (GPO)



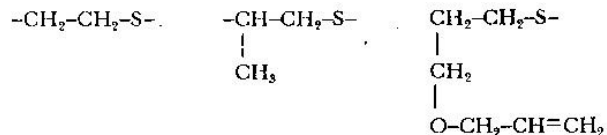
Copolímero de etilato-cloroetilvinileter (ACM)



Terpolímero de tetrafluoroetileno-trifluoronitrosometano-nitrosoperfluoro ácido butírico (AFMI)



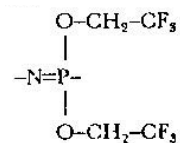
Terpolímero de sulfuro de etileno-sulfuro de propileno-éter tialquilglicídico (ASR)



Copolímero de etilenopolisulfuro (TM)



Polifluoroalcoxi fosfeno (PNF)



Copolímero de etileno metil acrilato



ANEXO I. RESISTENCIAS DE EMPAQUES DE CAUCHO NATURAL A DIVERSOS AGENTES QUÍMICOS

Dependiendo de la formulación de las manufacturas de productos de caucho se marcan muchas de sus propiedades, sin embargo, el caucho natural ofrece diferentes resistencias químicas a diversos. Las resistencias fueron tomadas de las páginas 195, 197, 199 y 201 (respectivamente) del libro de Megyesy F. Eugene "Manual de Recipientes a Presión. Diseño y cálculo"

Notación: A = bueno; F=regular; C = precaución depende de las condiciones; X = no se recomienda

Sustancia	Resistencia
Nitrato de sodio	C
Peróxido de sodio	C
Sulfato de sodio	A
Sulfuro de sodio	A
Tiosulfato de sodio "hipo"	A
Acido esteárico	C
Azufre	F
Anhídrido sulfuroso seco	C
Anhídrido sulfuroso húmedo	-
Ácido sulfúrico, < 10%, frio	A
Ácido sulfúrico, < 10% caliente	A
10-75% frio	C
10-75% caliente	C
75-95% frio	C
75-95% caliente	X
Fumante	X
Acido sulfuroso	A
Acido tartárico	A
Tolueno	X
Tricloroetileno seco	X
Tricloroetileno húmedo	-
Trementina	C
Agua potable del grifo	A
Agua de alimentación de calderas	
Agua de mar	A
Whisky y vinos	A
Cloruro de zinc	C
Sulfato de zinc	A

Continuación

Ácido acético crudo	C
Puro	C
Vapores	C
150 lb/in ² a 400 °F	X
Anhídrido acético	-
Acetona	F
Acetileno	A
Cloruro de aluminio	A
Sulfato de aluminio	A
Alumbres	A
Gas amoniaco, seco	A
Húmedo	C
Cloruro de amonio	A
Hidróxido de amonio	C
Nitrato de amonio	A
Fosfato de amonio	A
Sulfato de amonio	A
Anilina, aceite de anilina	X
Colorantes de anilina	F
Cloruro de bario	A
Hidróxido de bario	A
Sulfuro de bario	A
Cerveza	A
Licores de azúcar de remolacha	A
Benceno, benzol	x
Bencina, éter de petróleo, nafta	X
Licor negro de sulfato	A
Ácido bórico	A
Bromo	X

Continuación

Butano	X
Alcohol butílico, butanol	A
Cloruro de calcio	A
Hipoclorito de calcio	C
Acido carbónico, fenol	X
Bióxido de carbono, seco	A
Húmedo	A
Tetracloruro de carbono	X
Cloro seco	A
Húmedo	F
Acido crómico	X
Ácido cítrico	A
Esteres	C
Etilenglicol	A
Cloruro férrico	A
Sulfato férrico	A
Formaldehido	A
Acido fórmico	A
Freón, seco	X
Furfural	X
Gasolina agria	X
Refinada	X
Glicerina, glicerol	A
Ácido clorhídrico <150 °F	A
Ácido fluorhídrico frio < 65%	F
>65%	X
Caliente <65%	C
>65%	C
Hidrógeno gaseoso	F

Continuación

Peróxido de hidrógeno	F
Sulfuro de hidrógeno seco (20)	C
Húmedo	C
Lacas (solventes)	X
Ácido láctico	C
Aceites lubricantes, refinados	F
Cloruro de magnesio	A
Hidróxido de magnesio	A
Sulfato de magnesio	A
Mercurio	-
Gas natural	F
Ácido nítrico crudo	X
Diluido	X
Concentrado	X
Ácido oleico	F
Acido oxálico	F
Acido palmítico	F
Aceites de petróleo <500 °, crudo	C
Ácido fosfórico	C
Hidróxido de potasio	A
Sulfato de potasio	A
Propano	-
Gas de cloacas	C
Ceniza de sosa (carbonato de sodio)	A
Bisulfato de sodio	A
Cloruro de sodio	A
Cianuro de sodio	A
Hidróxido de sodio	C
Hipoclorito de sodio	C

ANEXO J. GLOSARIO Y ABREVIATURAS

- Dólar FIX: El tipo de cambio (FIX) es determinado por el Banco de México con base en un promedio de cotizaciones del mercado de cambios al mayoreo para operaciones liquidables el segundo día hábil bancario siguiente en el Diario Oficial de la Federación un día hábil bancario después de la y que son obtenidas de plataformas de transacción cambiaria y otros medios electrónicos con representatividad en el mercado de cambios. El Banco de México da a conocer el FIX a partir de las 12:00 horas de todos los días hábiles bancarios, se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF) un día hábil bancario después de la fecha de determinación y es utilizado para solventar obligaciones denominadas en dólares liquidables en la República Mexicana al día siguiente de la publicación en el DOF.
- Edafología: rama de la ciencia que estudia el origen y composición de los suelos, en muchos casos para determinar el uso en la agricultura.
- LNS: Látex Natural Silvestre. Se le denomina así al látex recién extraído del árbol del Hevea.
- Lutoide: Organito de látex, descubiertos por Hommans y Van Gills
- NR: Natural Rubber. Se refiere al caucho natural.
- SMR L: Látex de caucho estándar de Malasia. Parámetro de referencia de los látex concentrados por centrifugación a nivel mundial, el cual cotiza en la Bolsa de Valores de Malasia.

ANEXO K. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA PARA EL DISEÑO DE LA METODOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN

- Best, W. John, (1961). *Cómo investigar en educación*. Traducido por Gonzalo Gonzalvo Mainar. Madrid España, Morata.
- Eco, U. (1991). *Cómo se hace una tesis*. Madrid, España: Gedisa.
- Escuela de Graduados en Educación (2010). *Manual de presentación de trabajos escritos de la Escuela de Graduados en Educación del Tecnológico de Monterrey*. Monterrey, México. ITESM.
- Hernández, R., Fernández, C y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. (4ta ed.). Distrito Federal, México: McGraw-Hill
- Jacobo, G. (2005). *Modelo para la asimilación de la tecnología de la información por medio de la administración del conocimiento*. Monterrey, México. Tecnológico de Monterrey.
- Maya P. Esther, (2002). *Métodos y técnicas de investigación. Una propuesta ágil para la presentación de trabajos científicos en las áreas de arquitectura, urbanismo y disciplinas afines*. UNAM. México, D.F.
- Salazar G. Margarita (2002). *Apuntes sobre Metodología de la Investigación*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. México
- Tborga Huáscar., (1982). *Como hacer una tesis*. (Décimo sexta edición) México D.F. Grijalvo
- Valdés S. Teresa de Jesús., García R. Alfonso C., Lorandi M. Alberto P., Galván M. Ricardo y Vargas C. Alejandro. (2010). *GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LA TESIS DE GRADO*. Boca del Río Veracruz, México. Universidad Veracruzana.